

# 日本沙漠学会 2023 年 第 34 回学術大会プログラム

場所：宮崎大学およびホテルメリージュ

## 大会概要

【開催日時】 2023 年 5 月 27 日 (土) ～ 5 月 28 日 (日)

### 【会場】

5 月 27 日 ホテルメリージュ 3F 大ホール 鳳凰

5 月 28 日 宮崎大学・330 記念交流会館

## 開催スケジュール

| 5 月 27 日 (土) |                | 5 月 28 日 (日)                   |                          |
|--------------|----------------|--------------------------------|--------------------------|
| 10:20        | 開会あいさつ         | 8:30                           | ホテルメリージュ前発 宮崎大学まで貸切バスで移動 |
| 10:30～11:30  | 研究発表会 セッション 1  | 9:30～10:45                     | 研究発表会 セッション 2            |
| 11:30～12:30  | 昼休み            | 11:00～12:00                    | 研究発表会 セッション 3            |
| 12:30～14:00  | ポスターセッションコアタイム | 13:00～17:00                    | エクスカージョン                 |
| 14:00～15:15  | 総会および学会賞授賞式    | 宮崎大学～青島～鶴戸神宮～堀切峠～宮崎空港(17:00 着) |                          |
| 15:30～17:30  | 公開シンポジウム       |                                |                          |
| 17:30～18:00  | 学会賞受賞者講演       |                                |                          |
| 18:30～21:00  | 懇親会            |                                |                          |

【大会参加費】 日本沙漠学会会員：4,000 円  
学生会員：2,000 円  
会員以外：6,000 円

(事前登録者については予稿集 1 冊含む)

【予稿集】 1 冊 2,000 円

【公開シンポジウム】 無料

第 34 回 日本沙漠学会学術大会実行委員会 事務局  
〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1 丁目 1 番地  
宮崎大学工学部 工学科 土木環境工学プログラム 教授 入江光輝 [委員長]  
TEL：0985-58-7341 E-mail：jaals2023@gmail.com

【懇親会費】 一般 6,000 円； 学生 3,000 円

【懇親会会場】 ホテルメリージュ 3F 大ホール 鳳凰

【発表プログラム】

5月27日(土)

010:20 学会長挨拶／森尾貴広（筑波大学）

大会委員長アナウンス／入江光輝（宮崎大学）

| セッション1 (10:30~11:30) |                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 座長：川田清和（筑波大学）        |                                                                                                                                                                                                                                         |
| No.                  | 題目／発表者（発表：10分，質疑：4分）                                                                                                                                                                                                                    |
| O-01                 | 持続的なコメ生産に対する消費者選好の評価：セネガルを事例に<br>○丸山優樹 <sup>1</sup> ，伊藤紀子 <sup>2</sup> ，Mnadiaye Diagne <sup>3</sup><br><sup>1</sup> 農林水産政策研究所， <sup>2</sup> 拓殖大学， <sup>3</sup> アフリカ稲センター                                                               |
| O-02                 | 発芽勢の違いとブライミング処理がトマトの出芽と初期生育に及ぼす影響-ジブチ共和国のパイロットファームにおける圃場出芽試験-<br>○篠原卓，亀田 恭昌，村上 恒樹，齋藤 修平，真田 篤史<br>東京農業大学                                                                                                                                 |
| O-03                 | ボカシ肥の施用が秋作チンゲンサイの生育、特に根の発達に及ぼす影響<br>○真田篤史 <sup>1</sup> ，上田航輝 <sup>1</sup> ，寺田順紀 <sup>1</sup> ，小塩海平 <sup>1</sup> ，齋藤修平 <sup>2</sup> ，篠原卓 <sup>3</sup><br><sup>1</sup> 東京農業大学国際農業開発学科， <sup>2</sup> 東京農業大学農学科， <sup>3</sup> 東京農業大学国際食農科学科 |
| O-04                 | 中国のアフリカに対する直接投資の動向<br>○森尾貴広<br>筑波大学                                                                                                                                                                                                     |

昼食 (11:30~12:30)

| ポスターセッションコアタイム (12:30~14:00) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                          | 題目／発表者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| P-01                         | Study on the potential of poultry development in Surkhandarya region, Uzbekistan<br>○Zukhriddin Ismoilov <sup>1</sup> ，Yoshiko Kawabata <sup>2</sup> ，Abdunazar Urosov <sup>3</sup> ，Aziz Omonov <sup>4</sup> ，Elbek Togaymurodov <sup>5</sup><br><sup>1</sup> Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>3</sup> Graduate school of Business and Entrepreneurship, <sup>4</sup> Department of Agricultural and Environmental Engineering, United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>5</sup> Samarkand Branch of Tashkent State Agrarian University |
| P-02                         | Driving forces and obstacles for transition to organic farming in Issyk-Kul province of Kyrgyzstan<br>○Igor Taranov <sup>1</sup> ，Yoshiko Kawabata <sup>2</sup><br><sup>1</sup> Department of Symbiotic Science of Environment and Natural Resources, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| P-03                         | Food Consumption Practices as Social and Economic Markers in Georgia<br>○Mariam Bokuchava <sup>1</sup> ，Yoshiko Kawabata <sup>2</sup><br><sup>1</sup> Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| P-04                         | Resource Management and Competitiveness Project in the Economy of Armenia<br>○Davit Mejlumyan <sup>1</sup> ，Yoshiko Kawabata <sup>2</sup><br><sup>1</sup> Department of Symbiotic Science of Environment and Natural Resources, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| P-05                         | Assessment of the potential of Robusta organic coffee in Vietnam<br>○Le Thi Cam Nhung <sup>1</sup> ，Yoshiko Kawabata <sup>2</sup><br><sup>1</sup> Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, <sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P-06 | ジブチ共和国放牧地における固定翼 UAV 及び深層学習を用いた植生バイオマスの推定<br>○山本翔太<br>東京農業大学大学院                                                                                                                                 |
| P-07 | 塩害防止のための薬草栽培におけるエンドファイトの活用<br>○依田幸子、川端良子<br>東京農工大学                                                                                                                                              |
| P-08 | ウズベキスタンにおける日本品種のチャの栽培に関する研究<br>○花好勇太、川端良子<br>東京農工大学                                                                                                                                             |
| P-09 | 植生被覆回復による土砂生産抑制を目的としたダム堆積土砂有効利用<br>○緒方天斗，入江光輝<br>宮崎大学                                                                                                                                           |
| P-10 | Estimation of discharge in the alluvial fan for evaluating the potential for artificial groundwater recharge in Balkh Afghanistan<br>○Sarwary Manizha, Mitsuteru Irie<br>University of Miyazaki |
| P-11 | Experimental study on the coupled effect of Lime and Diatomaceous Earth in Expansive Soil<br>○Alemshet Bekele Tadesse, Y. Fukubayashi, A. Koyama, D. Suetsugu<br>University of Miyazaki         |
| P-12 | ジブチ共和国アンブリワジにおける水循環モデルの構築<br>○柴田理佳 <sup>1</sup> ，鈴木伸治 <sup>2</sup> ，渡邊文雄 <sup>2</sup> ，島田沢彦 <sup>2</sup><br><sup>1</sup> 東京農業大学大学院， <sup>2</sup> 東京農業大学                                         |
| P-13 | ジブチ共和国南部沙漠地帯の蒸発特性<br>○倉光太一 <sup>1</sup> ，鈴木伸治 <sup>2</sup> ，渡邊文雄 <sup>3</sup><br><sup>1</sup> 東京農業大学大学院， <sup>2</sup> 東京農業大学                                                                    |
| P-14 | BSC 緑化工法における施工初期の生育と土壌侵食抑制<br>○西村彩花 <sup>1</sup> ，渡邊文雄 <sup>2</sup> ，鈴木伸治 <sup>2</sup> ，松本壮平 <sup>3</sup><br><sup>1</sup> 東京農業大学大学院， <sup>2</sup> 東京農業大学， <sup>3</sup> 茨城県                      |

#### 総会及び学会賞授与式 (14:00～15:15)

| 公開シンポジウム「宮崎から見る世界の農業・防災・エネルギー」 (15:30～17:30) |                                                                           |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 司会：入江光輝 (宮崎大)                                |                                                                           |
| No.                                          | 題目／発表者 (発表：30分，質疑：全演題後にまとめて30分)                                           |
| 演題1                                          | 食料・環境の持続性確保のための人工衛星を使った地球観測技術<br>多炭雅博 (宮崎大学農学部森林緑地環境科学科)                  |
| 演題2                                          | 「防災×教育」で取り組む国際協力活動の可能性～みやざきの経験をバヌアツに活かす～<br>川崎典子 (宮崎大学工学教育研究部 工学基礎教育センター) |
| 演題3                                          | 沙漠地域にも広がる太陽光発電<br>西岡賢祐 (宮崎大学工学教育研究部 環境・エネルギー工学研究センター)                     |

#### 学会賞受賞者講演 (17:30～18:00)

5月27日(土)

| <b>セッション2 (9:30~10:45)</b><br>座長：丸山優樹（農林水産政策研究所） |                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                              | 題目／発表者（発表：10分，質疑：4分）                                                                                                                                                                                        |
| O-05                                             | ファインバブル水が土壌透水性に及ぼす影響<br>○矢沢勇樹 <sup>1</sup> ，天内一貴 <sup>1</sup> ，江口俊彦 <sup>2</sup><br><sup>1</sup> 千葉工業大学， <sup>2</sup> ㈱オーラテック                                                                               |
| O-06                                             | 塩水灌漑条件下における水価格を考慮したブロッコリーの灌水量の決定<br>○藤巻晴行 <sup>1</sup> ，Ebrahimian, H. <sup>2</sup><br><sup>1</sup> 鳥取大学， <sup>2</sup> テヘラン大学                                                                               |
| O-07                                             | 複数時期の衛星画像と大野盛雄フィールド調査写真からみたアフガニスタン農村の半世紀の景観変化<br>○渡邊三津子 <sup>1</sup> ，遠藤仁 <sup>2</sup> ，原隆一 <sup>2</sup> ，縄田浩志 <sup>3</sup><br><sup>1</sup> 文教大学， <sup>2</sup> 大東文化大学， <sup>3</sup> 秋田大学                    |
| O-08                                             | 人工知能による画像判別の応用はどこまでできるか？砂礫河床粒径判別の事例<br>○入江光輝<br>宮崎大学                                                                                                                                                        |
| O-09                                             | 早生ヤナギによる1,4-ジオキサンの浄化手法の開発：生育時期と系統の浄化効率への影響<br>宮井隆大 <sup>1</sup> ，木口倫 <sup>2</sup> ，高橋正 <sup>2</sup> ，宮田直幸 <sup>2</sup> ，早川敦 <sup>2</sup> ，○石川祐一 <sup>2</sup><br><sup>1</sup> 秋田県立大学大学院， <sup>2</sup> 秋田県立大学 |

| <b>セッション3 (11:00~12:00)</b><br>座長：川端良子（東京農工大学） |                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                            | 題目／発表者（発表：10分，質疑：4分）                                                                                                                                                                               |
| O-10                                           | グリーンインフラストラクチャーの視点から中国「一带一路」(BRI)プロジェクトのリスクを再考する<br>○星野仏方<br>酪農学園大学農食環境学群                                                                                                                          |
| O-11                                           | 中国の極乾燥地の魔鬼城などでの大規模な局地風と日本の局地風87の特徴<br>○真木太一<br>九州大学名誉教授・日本学術会議連携会員                                                                                                                                 |
| O-12                                           | モンゴル国フスタイ国立公園における施肥が草原植物に与える影響<br>○川田清和 <sup>1</sup> ，石川尚人 <sup>2</sup> ，Jamsran Undarmaa <sup>3</sup> ，田村憲司 <sup>1</sup><br><sup>1</sup> 筑波大学生命環境系， <sup>2</sup> 福島大学農学群， <sup>3</sup> モンゴル生命科学大学 |
| O-13                                           | 気候・社会変動適応のためのモンゴル遊牧ビジョン2050<br>○篠田雅人<br>名古屋大学                                                                                                                                                      |

12:00 閉会／森尾貴広（筑波大学）  
アナウンス／入江光輝（宮崎大学）

【事務局】 第34回 日本沙漠学会学術大会実行委員会  
事務局 E-mail : jaals2023@gmail.com  
大会委員長：入江光輝（宮崎大学）

**講 演 要 旨 集**  
**(口頭発表)**

## 持続的なコメ生産に対する消費者選好の評価：セネガルを事例に

Evaluation of consumer preferences for sustainable rice production: a case of Senegal

丸山優樹（農林水産省 農林水産政策研究所）、伊藤紀子（拓殖大学）、Mnadiaye Diagne（アフリカ稲センター）

Yuki Maruyama（Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries）, Noriko Ito（Takushoku University）, Mandiaye Diagne（Africa Rice, Senegal）

### 1. 背景と目的

地球温暖化を中心とする環境問題は、先進国のみならず途上国を含めた全世界的に取り組むべき課題である。その中でも農林業のGHG排出量は世界の排出全体の23%を占めており、特にメタンを多く排出する水田における環境配慮型の生産システムの構築に注目が集まっている。近年コメ消費が急増し、食料安全保障の観点から国産米の増産に取り組んでいる西アフリカ地域においても、今後無視することのできない課題である。先駆的な取り組みとして、国連環境計画（UNEP）と国際稲研究所（IRRI）、ドイツ国際協力公社（GIZ）が2011年に持続的なコメプラットフォーム（Sustainable Rice Platform）を設立し、世界のコメ関連産業における持続可能な供給体制の構築を目指している（SRP,2020）。具体的には稲作農家に対して、生産性、水資源や肥料の効率的利用、食品安全性、子供の雇用禁止など、全41項目にわたる審査を経て、持続可能なコメ生産の実施が認められた農家に対して認証ラベル（SRPラベル）を付与している。現在、アジアとアフリカを中心に約50万戸が認証されている（SRP, 2020）。

しかしながら、西アフリカ地域では、食料の安定需給に向けた生産基盤の整備に係る事業が依然として進行中であり、生産者と消費者の両者において、環境保全意識は希薄である可能性が高い。生産面においては、持続可能なコメ生産を実現するうえで、生物多様性の保全する観点から減農薬や化学肥料の使用量削減などに取り組む必要がある。その結果、除草作業時間の増加など、労働集約的な生産に移行しコメ価格が上昇する。その際、消費者側に持続可能なコメ生産に伴う価格上昇を受容する環境がアフリカに根付いているかは未知数である。

そこで本研究では、持続可能な生産に取り組んだコメ商品が市場に流通した場合、現況において消費者がどの程度購入意思をするかを西アフリカのセネガルを対象にベスト・ワースト・スケーリング（BWS）と仮想評価法（CVM）の2種の方法によって評価を試みた。

### 2. 調査対象地と調査方法

調査対象地であるセネガルは、西アフリカ地域有数のコメ消費国である。しかし、コメの自給率は41.9%に留まる（丸山、2022）。そこで政府は、コメの増産に向け、北部のセネガル川流域での稲作振興に注力している。SRPラベルについても、約18,000戸の農家が認証を受けており、持続可能なコメ生産を実施している農家も存在している。

本研究では2022年12月にセネガル北部の都市サン・ルイにて、食料品市場を訪れた消費者から調査協力者をランダムに選定し、アンケート調査を実施した。同調査は主たる調理者である女性に限定し、5名の調査者がタブレットに格納されたウェブアンケートフォームに回答を入力する形で実施された。調査項目として、消費者のコメ購入時における環境意識等を含めた倫理的消費の存在について評価するため、Lusk and Briggeman（2009）が提案した「Food values」を参照した。本手法は、食料品購買時に消費者が着目し得る11項目（価格、食味、利便性、栄養、安全性、入手可能性、ナチュラル、伝統性、公平性、環境、原産地）を「Food values」として定義し、表明選好法の一つであるBWSを適用して、消費者選好を評価したものである。BWSは、Finn and Louviere（1992）によって開発された手法であり、対象商品を購入する際に「最も重視する項目」と「最も重視しない項目」を一つずつ選択してもらう形式となっている。本調査では、コメを購入する際の「Food values」を聞き取る形で、各問5項目によって構成される設問に計11回、回答してもらう必要があり、5項目の組み合わせが設問ごとに実験計画法に基づいて変化している。さらに、環境配慮型のコメ商品に対する消費者の支払意思額を把握するために、CVMの一手法である自

由回答方式を採用した。本調査では、SRP ラベルが張り付けられた環境配慮型コメ商品に対して慣行栽培のコメ商品よりも、いくら多く支払う意思があるかを直接記入してもらう形式になっている。なお、参照価格として慣行栽培のコメ商品の価格 (350CFA/kg、約 77.5 円) を提示している。

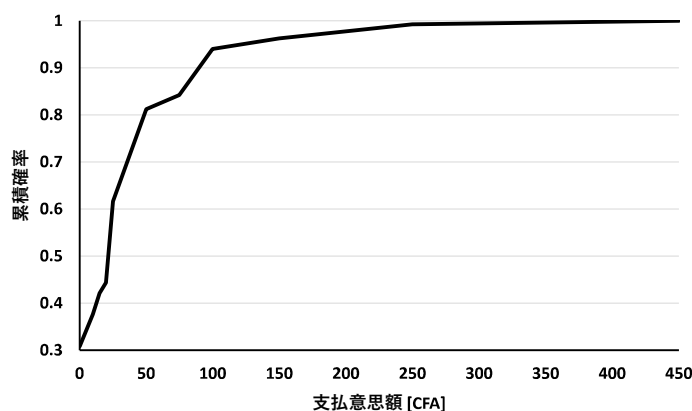
### 3. 結果

BWS については、全回答者が各項目について、「最も重視する項目 (重要視)」と「最も重視しない項目 (軽視)」に選択された回数を集計し、両者の差分を BW スコア (差分) として算出した。第 1 表は、BW スコア (差分) を降順に並べたものである。その結果、価格が最も重要視され、次いで食味が評価されている。さらに、利便性や環境も重要視されており、コメが他穀物に比べて調理時間が短く、食の簡便性の観点から消費が急増している現況とも整合的である。また、近年の食の欧米化に伴う肥満率の上昇の影響もあり、コメ消費において健康意識を有している可能性も高い。一方で、原産地、環境、公平性という項目については、相対的に軽視されている。調査対象地であるサン・ルイは国産米の大生産地であり、市場でも国産米が広く流通している。そのため、コメ購買時に原産国を意識していない可能性が示唆された。また、環境意識やフェアトレードに起因する公平性をもったコメ消費は、依然として定着していない可能性が高い。

次に環境配慮型のコメ生産に関する情報について、SRP ラベル認証を介した情報提供によって消費者の環境意識に対する支払意思額を CVM にて評価した。第 1 図は、回答者が SRP 認証米に対する追加的な支払意思額の累積確率分布を示した。回答者の 3 割近くが認証米に対して支払意思がない。また、支払意思を有している場合でも、5 割近くの回答者が 50CFA に留まっており、BWS の結果と同様に環境意識をもったコメ消費は定着していないことがうかがえる。そのため、現状において、稲作農家が環境配慮型のコメ生産を実施するモチベーションは低いと考える。

第 1 表 BWS の集計結果

|       | 重要視 | 軽視  | 差分   | 順位 |
|-------|-----|-----|------|----|
| 価格    | 345 | 41  | 304  | 1  |
| 食味    | 323 | 44  | 279  | 2  |
| 利便性   | 266 | 39  | 227  | 3  |
| 栄養    | 200 | 61  | 139  | 4  |
| 安全性   | 178 | 57  | 121  | 5  |
| 入手可能性 | 17  | 134 | -117 | 6  |
| ナチュラル | 41  | 159 | -118 | 7  |
| 伝統性   | 39  | 163 | -124 | 8  |
| 公平性   | 2   | 202 | -200 | 9  |
| 環境    | 12  | 241 | -229 | 10 |
| 原産地   | 8   | 290 | -282 | 11 |



第 1 図 CVM の支払意思額の累積確率分布

### 参考文献

- SRP (Sustainable Rice Platfor). (2020) Sustainable Rice Platform Performance Indicators for Sustainable Rice Cultivation. Version 2.1. <https://sustainablerice.org/wp-content/uploads/2022/12/203-SRP-Performance-Indicators-Version-2.1.pdf>
- 丸山優樹. (2022) 「西アフリカ：コメの消費動向と消費者ニーズに着目して」『農林水産政策研究所 [主要国農業政策・貿易政策] プロジェクト研究資料』第 10 号.
- Finn, A. and J. J. Louviere. (1992) Determining the Appropriate Response to Evidence of Public Concern: the Case of Food Safety. *Journal of Public Policy & Marketing* 11(2): 12-25.
- Lusk, J. L. and C. B. Briggeman. (2009) Food Values. *American journal of agricultural economics* 91(1): 184-196.

## 発芽勢の違いとプライミング処理がトマトの出芽と初期生育に及ぼす影響 -ジブチ共和国のパイロットファームにおける圃場出芽試験-

### Effects of Seed Vigour and Priming Treatments on Emergence and Seedling Growth of Tomato in a Pilot Farm in the Republic of Djibouti

篠原 卓・亀田 恭昌・村上 恒樹・齋藤 修平・真田 篤史 (東京農業大学)

Shinohara, T., T. Kameda, K. Murakami, S. Saito, A. Sanada (Tokyo University of Agriculture)

SATREPS プロジェクトでは、ジブチ共和国において広域水資源・緑化ポテンシャルマップ作成技術を開発・共有し、緑化適地にパイロットファーム (PF) を展開して水資源の高効率利用による持続可能なアグロパストラル・システムの広域実装を目指している (島田ら 2019)。私たちはジブチにおいて水利用効率の高い野菜生産の実践例として苗生産・定植システムを普及するために活動している。

発芽勢は播種後一定時間後までに幼根突出した種子の割合を示すもので、種子の老化・劣化の程度を発芽速度として測定する種子品質指標である。発芽率は同レベルであっても発芽勢の違いをみることで、種子品質の違いをみいだすことができる。種子プライミングは、様々な溶液に一定時間浸漬した後、再乾燥させた種子を播種することで発芽・出芽速度が高まる技術である。本報告は、発芽勢という種子品質指標と種子プライミング技術に着眼し、ジブチの PF においてトマトの出芽試験を実施した結果である。

#### 【材料および方法】

トマトの種子 2 ロット (Lot 1 および Lot 2) を供試し、発芽率は 20/30°C 8 時間日長で 14 日間 (50 粒 4 反復)、発芽勢は 20°C 一定で 72 時間 (50 粒 4 反復) で測定した。この 2 ロットの種子に対し、本試験では 3 種類の種子プライミング処理を行った。NaCl 処理は濃度 300mM の溶液に 24 時間 (20°C)、ポリエチレングリコール 6000 (PEG) 処理は浸透圧が 1.2MPa の溶液に 36 時間 (20°C)、KNO<sub>3</sub> 処理は濃度 0.75% の溶液に 36 時間 (20°C) 種子を浸漬し、その後乾燥させた。対照区として無処理の種子を供試した。

プライミング処理を施した種子を用いて 2023 年 3 月にジブチ共和国の PF のナーサリーにおいて出芽試験を実施した。約 200mL 用のプラスチックカップに底穴を開け、現地で調達した園芸用培養土を充填した。1 カップに 1 粒ずつ、各処理区 50 粒 (3 反復) の種子を播種し出芽率の推移を播種 9 日後まで測定した。また、初期成育を調査するため、播種 8 日後に出芽している苗を 5 個体ずつ無作為に抽出し、苗丈を測定した。出芽試験は乱塊法 3 反復で実施した。

#### 【結果および考察】

供試した種子の発芽率は  $\geq 96\%$  と高くロット間に差はみられなかったが、発芽勢は Lot 1 (96%) は Lot 2 (25%) より有意に高い値を示した (表 1)。

PF での出芽試験期間中の地温は 22~32°C の間で推移した (図 1)。出芽率は、Lot 1 は Lot 2 と比較して出芽が明らかに速く、さらに各ロット内でもプライミング処理することで出芽率が高く推移した (図 2)。播種 5 日後の出芽率では、Lot 1 は Lot 2 よりも出芽率は 30~50% 高く、各ロット内では NaCl あるいは PEG でプライミング処理した種子の出芽率は増加した (図 3)。播種 9 日後でも Lot 1 の種子は Lot 2 の種子よりも出芽率は 10~30% 程度高く、Lot 1 では NaCl、Lot 2 では PEG でプライミング処理した種子は無処理の種子よりも出芽率がそれぞれ 10%、30% 程度増加した (図 4)。

Lot 1 および Lot 2 の種子の播種 8 日後の苗丈は、NaCl でプライミング処理することで有意に増加した (図 5)。出芽速度を示す播種 5 日後の出芽率と初期成育量を示す播種 8 日後の苗丈の間には有意な正の相関関係がみられた (図 6)。

これらのことから、発芽率は同程度でも発芽勢の高い種子を使うことで速く斉一な出芽が得られることがジブチ PF において実証できた。さらに、ジブチで入手が容易な NaCl でプライミング処理することで出芽速度や出芽率が増加すること、出芽速度が速いほど初期生育も良好であることが明らかとなった。育苗期間の短縮はナーサリーにおける灌水量削減に直結する。発芽勢の高い種子を選抜する技術や、出芽速度と出芽率を高める種子プライミングはジブチにおいて水利用効率を向上させる有用技術であると考えられた。



表1 供試したトマト種子2ロットの品質検査結果

| ロット名  | 発芽率 (%) | 発芽勢 (%) |
|-------|---------|---------|
| Lot 1 | 97 a    | 96 a    |
| Lot 2 | 96 a    | 25 b    |

異なるアルファベットを付した平均値間に5%水準で有意差あり。

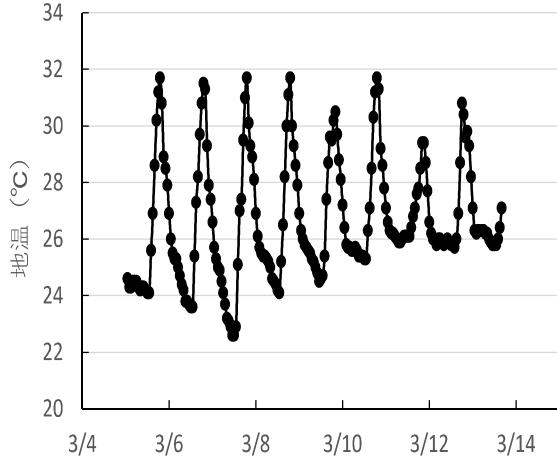


図1 ジブチ共和国のパイロットファームにおけるトマト育苗床の地温の変化。播種日=3/4

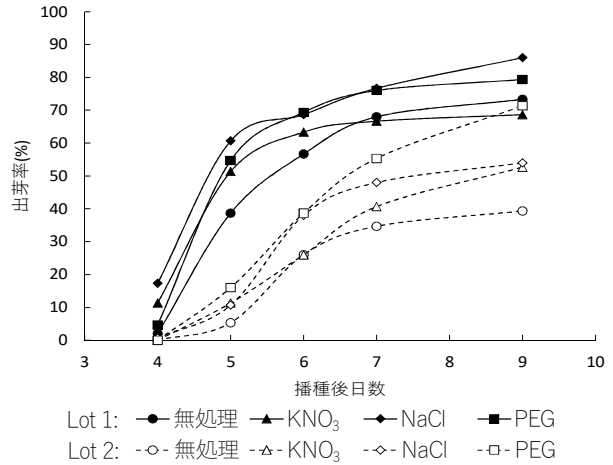


図2 発芽勢の違いとプライミング処理がトマトの出芽率の推移に及ぼす影響

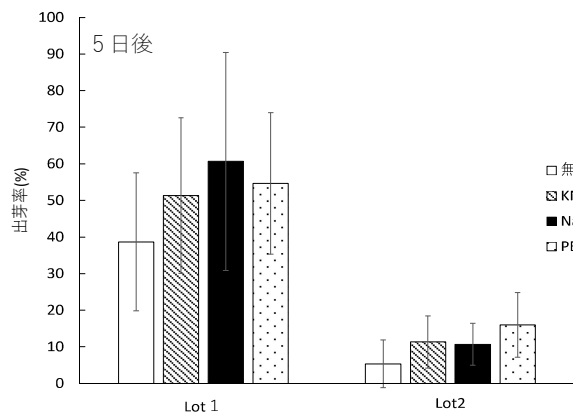


図3 発芽勢の違いとプライミング処理が播種5日後のトマトの出芽率に及ぼす影響

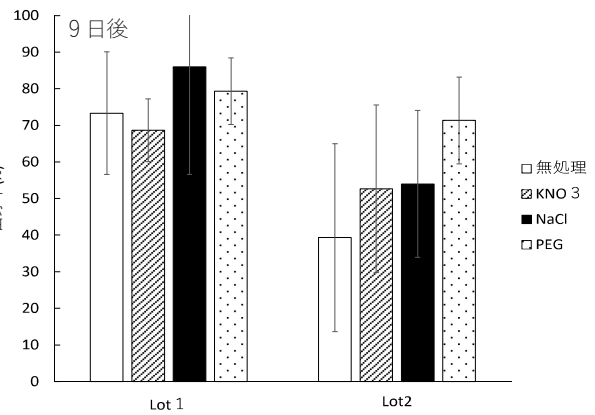


図4 発芽勢の違いとプライミング処理が播種9日後のトマトの出芽率に及ぼす影響

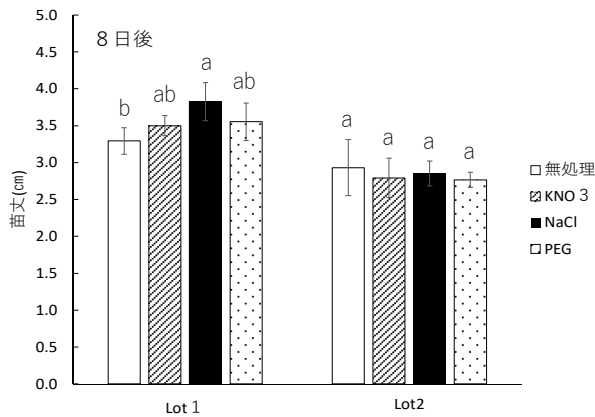


図5 発芽勢の違いとプライミング処理が播種8日後のトマトの苗丈に及ぼす影響

同一 Lot 内の異なる符号を付した平均値間に5%水準で有意差あり。

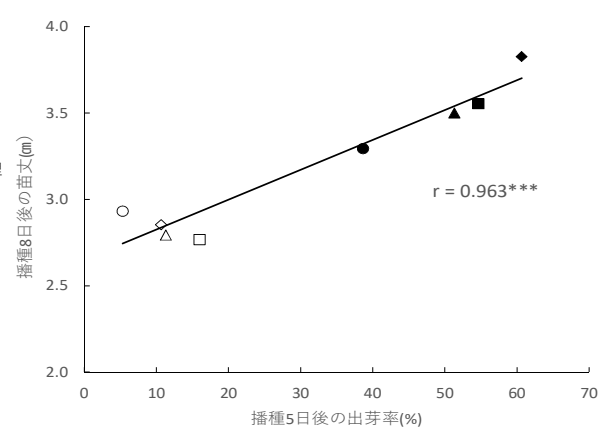


図6 トマトにおける播種5日後の出芽率と播種8日後の苗丈の関係

引用：島田沢彦, 中西康博, 木村李花子, 渡邊文雄, 渡辺智, 山本裕基, 大山修一, ファドモ A マロウ (2019) 沙漠研究 29(2):61-67.

## ボカシ肥の施用が秋作チンゲンサイの生育、特に根の発達に及ぼす影響

Effects of bokashi compost application on the growth, especially root development, in autumn cultivated Pak-choi

真田篤史<sup>1</sup>、上田航輝<sup>1</sup>、寺田順紀<sup>1</sup>、小塩海平<sup>1</sup>、齊藤修平<sup>2</sup>、篠原卓<sup>3</sup>

1. 東京農業大学国際農業開発学科、2. 東京農業大学農学科、3. 東京農業大学国際食農科学科

A. Sanada<sup>1</sup>, K. Ueta<sup>1</sup>, N. Terada<sup>1</sup>, K. Koshio<sup>1</sup>, S. Saito<sup>2</sup>, and T. Shinohara<sup>3</sup>

1. Tokyo University of Agriculture, Dept. of International Agricultural Development, 2. TUA, Dept. of Agriculture, 3. TUA, Dept. of International Food and Agricultural Science

日本は、化学肥料の原料を海外からの輸入に依存しているため、近年では国際情勢の影響を受けて国内での肥料価格の高騰が起こることもある。そのため、安定的な肥料の国内供給は、取り組むべき大きな課題のひとつであると考えられる。一方で、農業生産の現場では、規格外の生産物や出荷の際に生じる切れ端など、かなりの量の残渣が出ることが知られている。レンコンの例を挙げると、国内で最大の生産量を誇る茨城県では、生産および流通の過程で年間約 1,200t の残渣が排出されている。これらの残渣は、一部が加工品として利用されているものの、多くが廃棄されており、地域ぐるみでの資源循環型農業の確立に向けて新たな活用方法の提案が求められている。本研究では、レンコン残渣の有機質肥料としての利用可能性を評価することを目的として、肥料として利用した際の作物の生育や、土壌への影響を調査した。

### (材料と方法)

本試験を実施するにあたり、まずは鶏糞や米ぬかなどを主原料としたボカシ肥と、そこにレンコン残渣を混和したボカシ肥を作成した。栽培試験は、レンコン残渣を利用したボカシ肥（以後、レンコンボカシ区）、レンコン残渣を含まないボカシ肥（以後、ボカシ区）および化成肥料を施用して行い、各肥料の施用量は窒素分量が同等となるようにした。

栽培試験は、東京農業大学世田谷キャンパスの圃場で行った。栽培作物はチンゲンサイで、2022 年 10 月 8 日に播種し、12 月 9 日に収穫した。各ボカシ肥は栽培開始 16 日前に、化成肥料は播種直前に畑に施用した。

栽培期間中は、生育調査として最大葉身長、葉枚数、SPAD 値の調査を 14 日ごとに行ったほか、土壌のサンプリングも定期的に行って EC、硝酸態窒素の測定を行った。収穫時には、収量調査として最大葉身長、葉枚数、SPAD 値および地上部乾物重の調査を行い、品質調査としてアスコルビン酸含量の調査を行った。また、最終抜き取り時に、主根長、主根表面積、主根および側根乾物重など根の発達についても調査を行った。その他、土壌の生物性と保水性の調査を行った。

### (結果及び考察)

栽培期間を通じて、チンゲンサイはどの肥料区においても同様の生育を見せた。収穫時の地上部の生育調査結果を表 1 に、地上部の植物体の様子を図 1 a) に示した。葉枚数は化成肥料区で有意に大きかったものの、乾物重は差が見られなかった。次に、収穫時の地下部の調査結果について表 2 に、地下部の様子を図 2b) に示した。地下部乾物重は、主根も側根もボカシ区で化成区と比べて有意に大きくなった。主根長と主根表面積はレンコンボカシ区で小さくなる傾向があったが、主根径はレンコンボカシ区で大きく、結果としてレンコンボカシ区で主根体積が大きくなった。

チンゲンサイの収穫後に土壌中の含水率を調べたところ、地表面から 0-10 cm と 10-20cm のどちらに

においても、レンコンボカシ区で値が大きくなった(表3)。また、土壌の生物性についても調査した結果、どちらのボカシ区においても土壌の生物性が高まっていると考えられた(図2)。

今回の試験では、肥料の違いによる収量の差は見られなかったことから、どちらのボカシ肥も化成肥料と比べて同等の肥料効果を示したと考えられる。さらには、ボカシ区、特にレンコンボカシ区において根がより発達し、生物性や保水性の向上も観察されたことから、レンコン残渣の肥料としての利用は、作物生産を行う上で多面的な効果が得られる可能性が示され、今後さらなる調査が期待される。

表1 施用した肥料の違いがチンゲンサイの生育に及ぼす影響

| 肥料の種類    | 最大葉身長<br>(cm) | 葉枚数    | SPAD値 | 地上部乾物重<br>(g) |
|----------|---------------|--------|-------|---------------|
| 化成区      | 18.2 a        | 18.4 a | 45.2  | 12.0          |
| ボカシ区     | 17.3 b        | 17.2 b | 43.9  | 12.6          |
| レンコンボカシ区 | 18.0 a        | 16.3 c | 43.6  | 12.2          |

\* 異なるアルファベットはFisherの最小有意差法により5%水準で有意差があったことを示す  
 \*\* 「ボカシ区」はレンコン残渣を含まないボカシ肥の施用区、「レンコンボカシ区」はレンコン残渣を含んだボカシ肥の施用区を示す

表2 施用した肥料の違いがチンゲンサイの根の発達に及ぼす影響

| 肥料の種類    | 主根乾物重<br>(g) | 側根乾物重<br>(g) | 主根長<br>(g) | 主根表面積<br>(cm <sup>2</sup> ) | 主根径<br>(mm) | 主根体積<br>(cm <sup>3</sup> ) |
|----------|--------------|--------------|------------|-----------------------------|-------------|----------------------------|
| 化成区      | 0.176 c      | 0.094 b      | 20.0 a     | 25.4 b                      | 4.09 c      | 2.63 c                     |
| ボカシ区     | 0.269 a      | 0.116 a      | 20.3 a     | 29.7 a                      | 4.79 b      | 3.54 b                     |
| レンコンボカシ区 | 0.228 b      | 0.118 a      | 15.2 b     | 27.1 b                      | 5.80 a      | 3.94 a                     |

\* 異なるアルファベットはFisherの最小有意差法により5%水準で有意差があったことを示す  
 \*\* 「ボカシ区」はレンコン残渣を含まないボカシ肥の施用区、「レンコンボカシ区」はレンコン残渣を含んだボカシ肥の施用区を示す

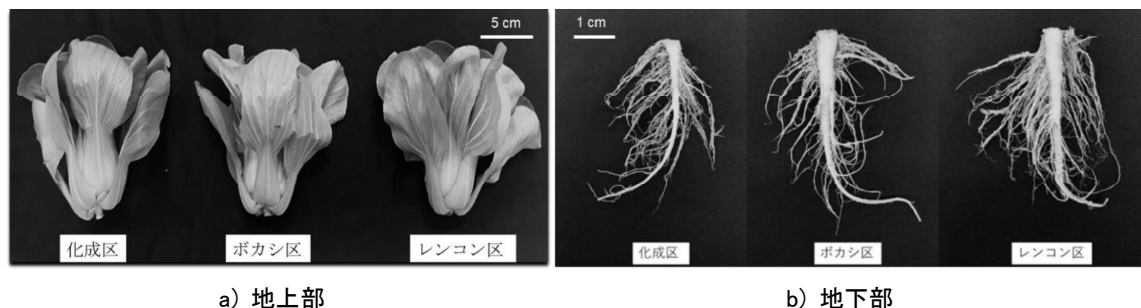


図1 播種後 日目に収穫したチンゲンサイ

表3 施用した肥料の違いがチンゲンサイ栽培  
土壌の含水率に及ぼす影響

| 肥料の種類    | 含水率 (%)     |              |
|----------|-------------|--------------|
|          | 地表面から0-10cm | 地表面から10-20cm |
| 化成区      | 38.1 b      | 39.3 b       |
| ボカシ区     | 38.6 ab     | 39.9 ab      |
| レンコンボカシ区 | 39.1 a      | 40.4 a       |

\* 異なるアルファベットはFisherの最小有意差法により5%水準で有意差があったことを示す  
 \*\* 「ボカシ区」はレンコン残渣を含まないボカシ肥の施用区、「レンコンボカシ区」はレンコン残渣を含んだボカシ肥の施用区を示す

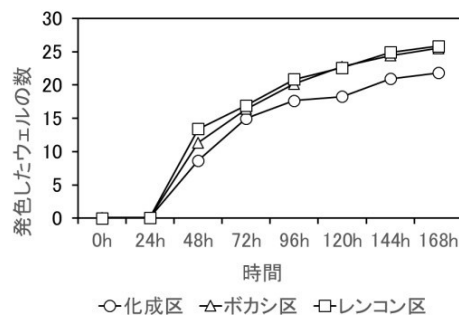


図2 収穫後の圃場における土壌の生物性

(圃場の土を採取し、0.8%食塩水で希釈した後、生物性検定用プレートに入れた。微生物がプレート内に塗布された基質を消費することで赤く発色する。)

中国のアフリカに対する直接投資の動向

Trends of the foreign direct investment of China to African countries

森尾貴広 (筑波大学)

Takahiro MORIO (University of Tsukuba)

中国は海外への投資を急速に拡大しており、2002 年度の世界第 25 位から 2020 年度においては世界第 3 位の海外直接投資国となっている。中国のアフリカ大陸におけるプレゼンスは、アフリカ諸国に対する投資・支援・貿易の拡大に伴い増しており、これまで旧宗主国を含む西欧諸国中心のアフリカ支援・投資の枠組みとは異なるプレイヤーとして、あるいは西欧的な「グローバル」な価値観とは異なるロジックを持つゲームチェンジャーとして、大きな影響力を有している。本発表では、中国の統計資料を基に 2012 年度から 2020 年度における中国のアフリカに対する直接投資の動向を紹介し、その特徴を抽出するものである。

アフリカ諸国 51 か国 (ソマリア、ブルキナファソはデータ欠測) への投資は 2018 年度まで増加傾向にあり、2019 年度以降若干の減少が見られたが、2020 年度の直接投資残高は 2012 年度の 2 倍以上であり、同年度の中国の対外直接投資残高の 1.7% を占めていた。

2020 年度における業種別直接投資残高では建設業と鉱業で 50% 以上を占め、特に建設業は世界への直接投資残高総額のうち 30% がアフリカに向けたものであった (表 1)。この傾向は、世界全体への業種別内訳とは全く異なり、インフラ建設と天然資源がアフリカに対する投資の主要な対象であることを示している。

| 業種           | アフリカ            |        | 業種           | 世界全体            |        |
|--------------|-----------------|--------|--------------|-----------------|--------|
|              | 直接投資残高 (10億米ドル) | 割合 (%) |              | 直接投資残高 (10億米ドル) | 割合 (%) |
| 建設           | 15.15           | 34.9   | リース・ビジネスサービス | 831.64          | 32.2   |
| 鉱業           | 8.94            | 20.6   | 卸売・小売業       | 345.32          | 13.4   |
| 製造業          | 6.13            | 14.1   | 情報産業         | 297.91          | 11.5   |
| 金融業          | 4.14            | 9.6    | 製造業          | 277.87          | 10.8   |
| リース・ビジネスサービス | 2.5             | 5.4    | 金融業          | 270.06          | 10.5   |

表 1. 2020 年度の中国の直接投資の業種別内訳。

国別投資も天然資源重視の傾向を反映し、アルジェリア、ナイジェリア、コンゴ民主共和国、アンゴラ、ザンビアへの投資が目立っていた (図 1)。その中でアルジェリアへの投資が減少傾向にあった。また、ケニア、タンザニア、エチオピアへの投資の増加が顕著に現れていた。

国別投資の変動パターンをクラスター解析を行った結果、類似の傾向を示す 4-8 か国からなる小グループに分類された。その中の多くのグループでは、ある年に投資額が急増した後に一旦急減し再び急増するという 2 つのピークが見られた。これはインフラ建設に対する投資のパターンであると仮定し、その検証を行っている。

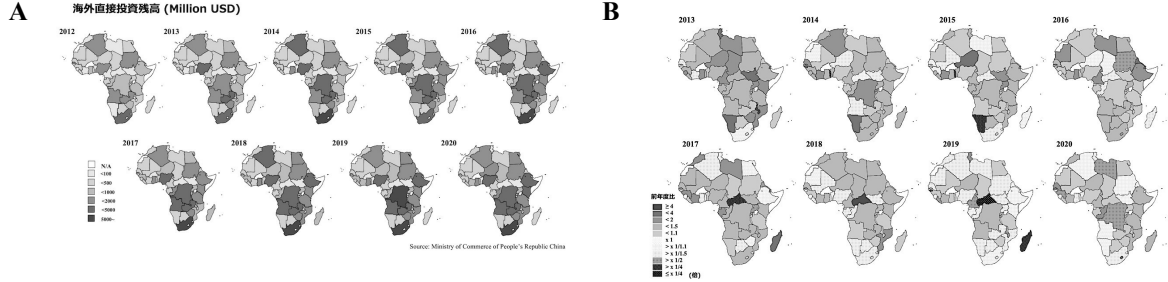


図 1. 国別直接投資の変動。A, 海外直接投資残高 (百万米ドル)。B, 海外直接投資残高の前年度比。

参考文献

Ministry of Commerce of People’s Republic of China, National Bureau of Statistics, State Administration of Foreign Exchange (2021) *2020 Statistical Bulletin of China’s Outward Foreign Direct Investment*, China Commerce and Trade Press, People’s Republic of China.



### ファインバブル水が土壌透水性に及ぼす影響 Influence of finebubbles on soil permeability

○矢沢勇樹(千葉工大), 天内一貴(千葉工大), 江口俊彦(株オーラテック)  
○Yuuki YAZAWA (CIT), Kazuki AMANAI (CIT), Toshihiko EGUCHI (Aura Tech Co.)

#### 1. はじめに

乾燥・半乾燥地において排水性の乏しい粘土質土壌は塩類集積しやすい。表面に集積した塩を取り除くためには比較的塩濃度の低い灌漑水で洗い流す必要があるが、再び乾燥すると塩が表面集積する。本研究では、滞留時間が長く、表面負電位の高いファインバブルに着目した。先行研究において、粘土混合砂をもちいて模擬塩類集積土壌を作成し、ファインバブル (FB) 水と無気泡 (NonB) 水を定水位にて表層より流入させた。その結果、NonB 水と比べ FB 水の透水係数は約 3 倍、下部からの排水中の累積 NaCl 溶脱量は約 1.2 倍向上することから、FB 水の塩類集積土壌への可能性を見出した。

本発表では、粘土混合砂に FB 水を流入し、透水性への影響を検討することを目的とした。

#### 2. 実験装置および方法

##### 2.1 湿潤土壌の作製

豊浦砂 (平均粒径 261 μm, 以下 S), カオリン (平均粒径 3.7 μm, 以下 C) の粘土混合砂 (質量基準で, S100C0, S98C2, S96C4, S94C6) をもちいた。

湿潤土壌作製装置を図 1 に示す。アクリル製土壌円筒 (内径 30 mm, 長さ 50 mm) が 6 本連結したライシメーター各層に乾燥した粘土混合砂約 55 g をそれぞれ充填し、締めをおこなった (乾燥土壌)。ライシメーター底部には、有孔板、金網、ろ紙 (5C) を設置してある。ライシメーター上部にはアクリル製ボックス (一辺 300 mm) と接続し、レフ型白熱電球 (電力 90 W, ビーム角 60°, 全光束 1,200 lm) により土壌表面を加熱し、蒸気を側部ファンより換気した。ライシメーター下部より地下水を供給し、マリョット管にて地下水位を -150 mm に保った。乾燥開始からの地下水蒸発量は電子天秤にて連続計測し、12 h 行った。12 h 後にライシメーターの連結を解除し、各深さの土壌を 105 °C で乾燥させ、そこから体積含水率、粒度分布を測定した。

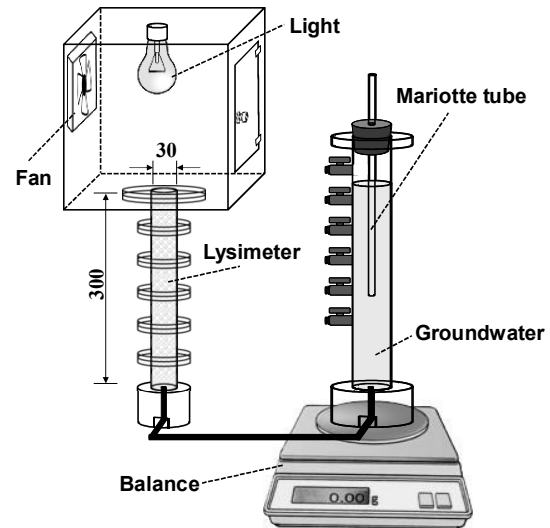


図 1 湿潤土壌作製装置図

##### 2.2 透水性試験

2.1 で作製した湿潤土壌のライシメーターを図 2 のように定水位水槽と連結し、リーチングおよび透水性試験を行った。土壌表面から 70 および 170 mm の位置にそれぞれ給排水ラインとし、オーラテック社製加压溶解型微細気泡発生装置と連結し、流量 1,200 ml/min で微細気泡 FB (ボイド率 1.5 %) とともに循環供給した。比較として、同流量における微細気泡なしの条件でも行った。

水位差 170 mm の定水位にて土壌表面より NonB 水もしくは FB 水を流入し、底部より流出した透水量を電子天秤にて初期 100 ml まで連続計測した。その後、ライシメーターの連結を解除し、2.1 と同様に土壌分析を行った。透水量より 15 °C における透水係数  $k_{15}$  を、FB 水中の気泡径分布から Stokes の式に当てはめ浮上速度  $v_{bubble}$  を求めた。

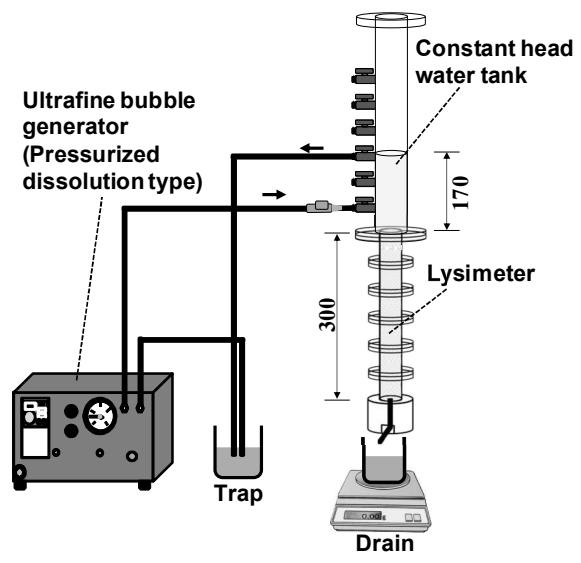


図 2 透水性試験装置図

### 3. 結果および考察

#### 3.1 粘土混合砂の粒径分布とファインバブル水中の気泡径分布

ライシメーターに充填した粘土混合砂の粒径分布および供給 FB 水中の気泡径分布を図 3 に示す。粘土を加えることで粒径分布の淘汰度、歪度、尖度は低下し、粒子間隙に生じる孔隙径分布にも影響を及ぼす。不均一な粒子を充填した場合の粒子径と孔隙径との関係を水谷ら（石油技術会誌, 75(2), 164-176, 2010）により報告され、

$$d_{pore} = 0.205d_{particle}$$

の関係式を与える。これを参考に図 3 に孔隙径の尺度を併記する。

同様に FB 水中の気泡径分布を示す。体積基準で 90%以上は数～100 μm の気泡径のファインバブル (FB) で、わずかにサブミクロンのウルトラファインバブル (UFB) が存在した。孔隙径と比較すると粘土混合率を高めると FB 水中の多い部分の気泡はろ過される。また実験より得られた透水係数  $k_{15}$  と気泡の浮上速度  $v_{bubble}$  を昇降流差から、FB の  $v_{bubble}$  と同等、もしくはそれ以上の  $k_{15}$  である S100C0, S98C2 の混合砂は水の浸透とともに FB および UFB の浸透が起こるのに対し、FB の  $v_{bubble}$  以下の  $k_{15}$  である S96C4, S94C6 は FB 水中の FB の浸透せず、 $v_{bubble}$  が非常に低い UFB のみが浸透した。このことから気泡径が大きい FB はむしろ透水性を阻害すると考えられる。

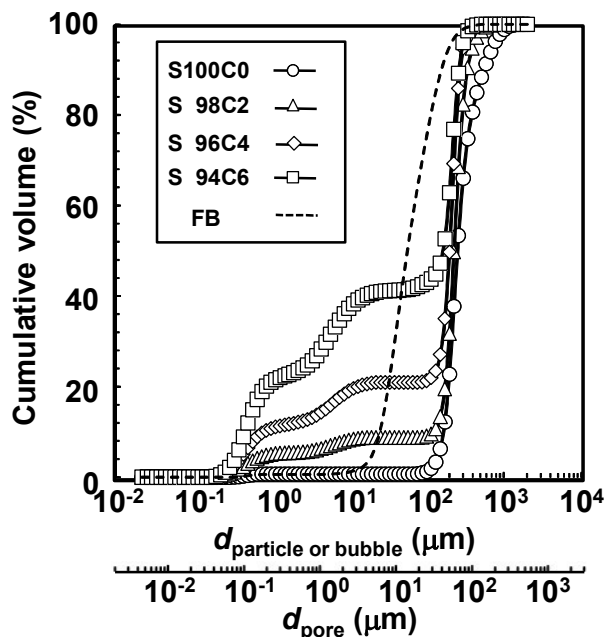


図 3 粘土混合砂の粒径分布(孔隙径分布)および FB 水中の気泡径分布

#### 3.2 粘土混合砂孔隙におけるファインバブル水の摩擦係数

粘土混合砂には  $10^{-1} \sim 10^1 \mu\text{m}$  の  $d_{pore}$  の間隙が無作為に連結し、表層と地下層との通気、通水を行っている。そこで粘土混合砂の孔隙における FB 水二相流体の流動特性を理解するため以下の式より Reynolds 数  $R_e$  と摩擦係数  $\lambda$  を求めた。

$$R_e = \frac{\rho_w \cdot v \cdot d_{pore,50}}{\eta_w}$$

$$\lambda = \frac{2 \cdot d_{pore,50} \cdot \Delta p}{L \cdot \rho_w \cdot v^2}$$

ここで、 $\rho_w$ ,  $\eta_w$  は水の密度および粘性係数、 $\Delta p$ ,  $L$  は土壌層の圧力損失(水頭差)および長さ、 $d_{pore,50}$  は土壌孔隙平均径、 $v$  は Darcy 則に従い  $k_{15}$  に動水勾配を掛けたものである。 $R_e$  と  $\lambda$  との関係を NonB 水と比較して図 4 に示す。 $R_e \leq 1$  であることから本研究の粘土混合砂での透水性は層流状態にあり、 $R_e$  と  $\lambda$  の対数値と線形的関係にある。粘土混合率の増加にともない、 $R_e$  の変化量に対し  $\lambda$  は急峻に増加する。FB 水、NonB 水ともに不飽和土壌への表面浸水は  $R_e$  の低下にともない  $\lambda$  は増加するが、その変化量は FB 水と NonB 水とで大きく異なった。S100C0 の混合砂の場合、NonB 水より FB 水の方が  $R_e$  に対する  $\lambda$  の増加幅が大きく、逆に S96C4, S94C6 の混合砂の場合は  $\lambda$  の増加幅が小さくなった。すなわち、本研究で用いた FB 水は高  $R_e$  における土壌粒子孔隙からの摩擦抵抗が増し、低  $R_e$  では逆に摩擦抵抗を低減する。これは水の透水速度と気泡の浮上速度との差から生じる水のボイド率に関係し、それにより密度、粘性係数、表面張力の増減が影響しているものと判断される。

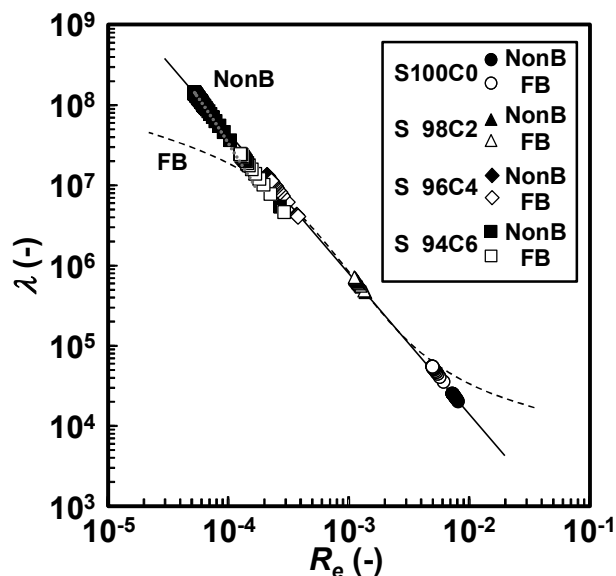


図 4 粘土混合砂孔隙における二相流レイノルズ数と摩擦係数との関係

塩水灌漑条件下における水価格を考慮したブロッコリーの灌水量の最適化  
 Optimization of Irrigation Depth for Broccoli considering the Cost for Water under a Saline Condition

○藤巻晴行(鳥取大学), Ebrahimian, H.(テヘラン大学)  
 Fujimaki (Tottori University), H., Ebrahimian, H. (University of Tehran)

**Introduction**

We have presented a new scheme, “optimized irrigation”, in which irrigation depth is determined such that net income considering the price of water and weather forecasts during each interval is maximized using WASH\_1D/2D which are numerical simulation models of water flow and solute transport in soils and crop growth. To evaluate whether the optimized irrigation is also able to restrict salinity stress and avoid salinization without any intentional leaching, we carried out an irrigation experiment.

**Materials and methods**

Broccoli was grown in a greenhouse in Arid Land Research Center, Tottori University, using a drip irrigation system whose emitter distance was 20 cm and lateral spacing was 75 cm. On October 17, seedlings were transplanted below each emitter after leaching with more than 200 mm. Four treatments were established: 1) irrigated with 2 g/L NaCl solution using an automated irrigation system using a soil moisture sensor installed below 10 cm and leaching was carried out twice(C), 2) same as above but leaching was carried out only once at the middle of growing season (M), 3) irrigation depth was determined with the scheme and 2 g/L NaCl solution was used for irrigation water (O), 4) irrigated with fresh water using an automated irrigation system using a tensiometer installed below 10 cm (F).

Each treatment had three replicates except for F which had two. To evaluate if WASH\_2D can predict water flow and solute movement under such a condition, soil moisture and salinity sensors, ARP WD5-WET-SDI, were installed at the depth of 10 and 40 cm below emitter. The same amount of liquid fertilizer was applied to each treatment at a constant daily rate.

**Results and Discussion**

Time evolution of cumulative irrigation is show in Fig.1. Treatment-F received the largest amount owing to the largest transpiration rate without any stresses while treatment-O received the lowest amount owing to high water price imposed. Figure 2 compares net income under producer price of 1 \$/kgFW, water price of 1 \$/m<sup>3</sup>, liquid fertilizer price of 1 \$/L, and seed price of 3.3 \$/cc. Treatment-F gained the highest gross income owing to the largest yield under stress free condition. Even setting double price, it gained the maximum net income, revealing negative impact of salinity. There was no significant difference in yield among other treatments. In other words, treatment-O attained comparable net income and higher water productivity under saline condition without using soil moisture sensors, demonstrating the validity of the scheme.

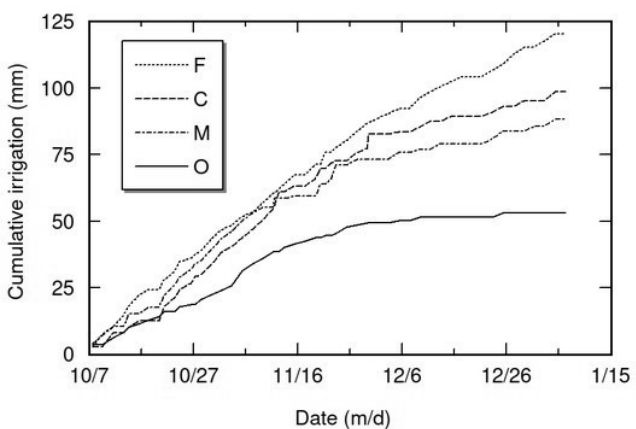


Fig.1 Time evolution of cumulative irrigation

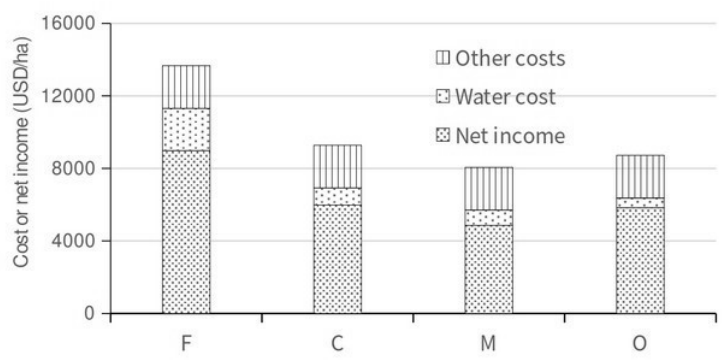


Fig.2 Comparison of net income





## 複数時期の衛星画像と大野盛雄フィールド調査写真からみたアフガニスタン農村の半世紀の景観変化

Landscape Changes in Rural Afghanistan over a Half Century Based on Multi-temporal Satellite Images and Field Photographs taken by Morio Ohno in 1970.

\*渡邊三津子 (文教大学)・遠藤仁 (大東文化大学)・原隆一 (大東文化大学)・縄田浩志 (秋田大学)  
Mitsuko WATANABE (Bunkyo Univ.), Hitoshi ENDO (Daito Bunka Univ.), Ryuichi HARA (Daito Bunka Univ.) and Hiroshi NAWATA (Akita Univ.)

### 1. はじめに

21世紀初頭、大野盛雄(1925～2001年)をはじめ、梅棹忠夫(1920～2010年)、小堀巖(1924～2010年)、片倉もところ(1937～2013年)など、日本の戦後から現代にいたる文化人類学、地理学研究の一時代を担った研究者らが相次いで世を去った。彼らに共通するのは、日本人が海外渡航すること自体が難しかった時代から、乾燥・半乾燥地において継続的にフィールドワークを行い、記録を遺しているという点であり、遺された貴重な学術資料をいかに保存・活用していくかが課題であった。彼らが記録した資料からは、現在ではすでに失われた半世紀前の景観を知ることができるという点からも、長期にわたる景観変化を検討することができる貴重な資料群となっている。

本研究は、人文地理学者の大野盛雄が残したフィールド調査写真をはじめとする研究資料と、複数時期の衛星画像との比較により、現在訪問することが困難なアフガニスタン農村の半世紀の景観変化を検証しようとするものである。

### 2. 対象地域と分析方法

本報告では、大野が1970年6月から同年11月にアフガニスタン東部、首都カーブルの南約70kmに位置するピアルウケール(Piyāru kheil)村で実施したフィールド調査写真および調査資料を分析対象とした。また、同資料と比較する衛星画像として、1970年代に撮影されたHexagon(KH-9)衛星画像とSPOT7およびPleiades衛星画像を利用した。Hexagon衛星画像は、2013年に公開されたもので、1995年公開のCorona衛星画像(KH-1～KH4B)同様、フィルム撮影された偵察衛星写真がデジタル公開されているものである。Corona衛星画像よりも高い地上解像度(公称の地上解像度は2～4フィート)を有し、農地区画やカレーズ(地下式灌漑水路)のシャフトなども読み取ることができる。

本研究では、大野盛雄フィールド調査写真および調査資料と、複数時期の衛星画像を比較対照させる作業を通して、大野の調査時から現在までの、農地や水資源の利用状況の変化の検証を試みた。

### 3. 大野盛雄調査資料の分析

図1は、大野自らが調査記録を整理したノートにパシュトー語で記載されていた、ピアルウケール村の農暦を訳出したものである。大野の調査によれば、主食とみられるトウモロコシは5月に播種し9月末頃に収穫、小麦は9月に播種し、翌年の5～6月にかけて収穫されていたらしいことを読み取ることができる。そのほか、クローバー、ニンジン、カブ、トウガラシ、カボチャ、ナス、アルファルファなどの作物や、モモ、アプリコット、リンゴ、クワ、ナナカマドなどの果樹がそれぞれ栽培されていたようである。

また、図2は、1974年4月18日と同年11月1日に撮影されたHexagon(KH-9)衛星画像、図3は2022年4月9日と同年9月24日に観測されたSPOT7衛星画像を比較したものである。1970年代に比べて2022年では固定家屋が増えていること、ひいては人口が増えているとみられる一方で、農地が減少していることが確認された。また、衛星画像と大野盛雄フィールド写真に写り込んでいる風景や被写体とを比較判読した結果、複数の写真について撮影場所や被写体となっている建物、カーナート、農地の位置が特定された。

現在、アフガニスタンは外務省の海外安全情報[2023年2月現在]において、危険度4(退避勧告)となっており現地調査は困難である。しかし、過去の調査記録について当時はなかった高解像度衛星画像の分析等を交えて精査した本研究の事例のように、現地へのアクセスができない状態でも可能な分析を行っておくことで、将来の研究の種となることが十分に期待できる。

|         | 3/21-4/20<br>ハムル | 4/21-5/21<br>ヌール | 5/22-6/21<br>ジューザー | 6/22-7/22<br>サルターン | 7/23-8/22<br>アサド | 8/23-9/22<br>サンボル | 9/23-10/22<br>ミーザン | 10/23-11/21<br>アグラブ | 11/22-12/21<br>ゴース | 12/22-1/20<br>ジュディー | 1/21-2/19<br>デロー | 2/20-3/20<br>ホーツ | 備考    |
|---------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|------------------|-------|
| トウモロコシ  |                  |                  | 播種                 |                    |                  |                   | 収穫                 |                     |                    |                     |                  |                  | 灌漑:7度 |
| コムギ     | 非灌漑(天水)          |                  | 収穫                 | 収穫                 |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  | 灌漑:5度 |
| クローバー   |                  |                  |                    |                    | 播種               |                   |                    | 収穫                  |                    |                     |                  |                  |       |
| ニンジン    |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| カブ      |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| トウガラシ   |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| カボチャ    |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| ナス      |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| アルファルファ |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  | *     |
| モモ      |                  |                  |                    |                    |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| アプリコット  |                  |                  |                    | *                  |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| リンゴ     |                  |                  |                    | *                  |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| クワ      |                  |                  |                    | *                  |                  |                   |                    |                     |                    |                     |                  |                  |       |
| ナナカマド   |                  |                  |                    |                    |                  |                   | *                  |                     |                    |                     |                  |                  |       |

生育期間  
 播種および収穫  
 \* 結実(収穫)  
 調査期間

※アグラブの場合はサンボル下旬からミーザン上旬にかけ播種し翌年のハムルからゴースの間に7-8回収穫

図1. ピアルウケール村の農暦

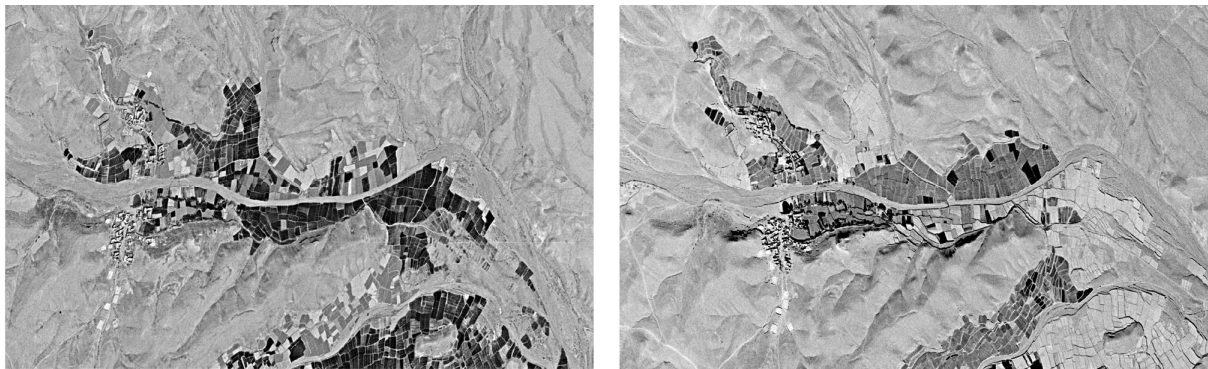


図2. 974年4月18日(左)と同年11月1日(右)のHexagon衛星画像



図3. 2022年4月9日(左)と同年9月24日(右)のSPOT7衛星画像

### 参考文献

- 遠藤仁・渡邊三津子・古澤文・原隆一(2020)「アフガニスタン農村の半世紀の変容—大野盛雄ピアルウケール村の分析から」『日本沙漠学会第31回学術大会要旨集』。
- 大野盛雄(1971)『アフガニスタンの農村から—比較文化の視点と方法—』岩波書店。
- 原隆一・南里浩子 編(2017)『大野盛雄フィールドワークの軌跡 1—50年の研究成果と背景—』大東文化大学東洋研究所。
- 原隆一・南里浩子 編(2018)『大野盛雄フィールドワークの軌跡 2—1960年代-1970年代のイランとアフガニスタン農村調査から—』大東文化大学東洋研究所。

## 人工知能による画像判別の応用はどこまでできるか？砂礫河床粒径判別の事例

To what extent can we apply image recognition using artificial intelligence?

Example of gravel bed grain size recognition

入江光輝（宮崎大学工学教育研究部）

Mitsuteru IRIE (University of Miyazaki)

### 1.はじめに

近年、人工知能による画像判別技術は医療<sup>1)</sup>や製品の品質管理<sup>2)</sup>などの分野への応用が試みられている。一つの例として、無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle:以下、UAV)が普及した近年では、空撮画像から地表面の被覆状態を判別し、資源や環境の管理を省力化することが期待されている。本発表では浅水部を含む河畔域を撮影し、地表面および水面下の土砂粒径を、画像判別能力が高いことで知られる学習済み込みニューラルネットワーク (Convolution Neural Network :以下 CNN)<sup>3)</sup>に転移学習させることで判別した例を示す。

本研究では河川管理の一つの指標となる河床の礫のサイズを判別する。UAV から連続的に撮影された画像を自動判別できれば、その結果を地図上に配置して河道の治水や環境保全の上で重要な詳細な河床特性の分布図を作成することができる。地上部分の画像についてはすでに高い精度で判別できることを示している<sup>4)</sup>。一方、水底が写る浅水部については未検討で除外していた。その過程で得られたノウハウが画像判別技術を地表面状態の評価の様々な目的で使用する場合に参考になると考え、ここでは紹介する。

### 2. 方法

#### (1)現地調査方法

現地調査は耳川水系西郷ダム下流の2区間(1区間約800mの全幅)を対象とした。耳川水系では「耳川水系総合土砂管理計画」のもと平成29年度から「ダム通砂」が実施され、土砂移動が比較的多い。2019~2021年にかけて西郷ダム下流域で計108地点(うち陸上部76地点、河床の見える浅い水中部32地点)で容積法により粒度分布を計測した。さらに、その周辺を含む画像を10mで飛行したUAVで取得し、その容積法による中央粒径の値に基づいて表-1に示すような区分で全画像を3種類に分類した。画像群を学習用データとテストデータに分け、テストデータの判別の正誤を評価する。

表-1 粒度区分

| 分類       | 中礫      | 小礫・細礫  | 極粗砂・粗礫 |
|----------|---------|--------|--------|
| 粒径範囲(mm) | 64~24.5 | 24.5~2 | 2~     |

#### (2)CNNの転移学習について

本研究ではCNNにより画像判別を行うが、一般的なニューラルネットワークによる画像判別では、デジタル画像のピクセル毎のRGB値を入力層に与える数値データとする。上層から下層に移動する際、上の層の値に重み付けとバイアスを付加し、それらの関数の出力として下層のパラメータが示される。これを多層で繰り返す。最後の出力層で現れる数値をもとに画像の判別を行う。

ネットワークをチューニングする際に、数万の学習用イメージデータセット(本研究であれば粒径の異なる河床の画像)を準備して一からネットワークを構築するのは非常に多くのデータと時間を要する。そこで、既存のネットワークに判別を目指す画像を追加学習させる転移学習(fine-tuning)によりチューニングに必要な画像データ数と時間の縮小をはかる。

精度の高い既存のネットワークはいくつか挙げられるがこれまでの実績からGoogLeNet<sup>5)</sup>に転移学習を施した。GoogLeNetは、100万枚を超える画像を1000個のオブジェクトカテゴリに分類されたImageNetをすでに学習済みで、現存するネットワークの中で最も高い判別精度を有する。そこに所与の目的に適合した限られた数の学習データ(本研究では粒径の異なる河床材料の写真)を転移学習させることで分類を行った。既報で示しているように、高い精度で画像を分類可能で転移学習の元となる既存ネットワークはいくつかあるが、本研究で対象とする河床材料の粒径判別にはGoogLeNetを転移学習させたものが最も優秀であった。

### 3. 結果と考察

#### (1)分類カテゴリー数 水中か陸上か？ 何種類？

これまでの実績<sup>4)</sup>では、陸上の試料のみの試料を対象とし、その粒径判別の精度は95.4%であった。ここで

は、まず陸上の試料のみで学習させたネットワークに水中の試料の画像を粒径判別させてみたところ、73.0%の精度であった。

表-2 に分類結果の詳細を示すが、陸上のみの学習では陸上とは異なった画像特性となる水中にはうまく適用できず多くの誤判別が起きた。これらのことから、水中の河床材料は陸上の河床材に加え波や太陽の水面への反射等の影響を受けていると推定された。そこで、それに続いて粒径域 3 種× (陸上/水中 2 種)の計 6 種類としてネットワークに学習させて分類を試みたが、51.3%となり精度はさらに大きく低下し、特に水面下にある河床についてはほとんどを誤判別となった。特に、粒径域が細粒の砂である画像について陸上/水中であるかを誤っていた。実際に陸上と水中の画像を比べると、特に様に細粒分が広がる画像は水中であっても陸上であっても影がなく、水の青色なども現れず目視での印象でも両者に大きな差が見られなかった。他方、粗粒分の場合には影の印象や水によって石表面が青みがかった印象を受けた。したがって、類似性の高い細粒分の水中と陸上の画像を過度に分類しようとしてエラーが生じた可能性が高い。これらの結果から細粒分(2 mm以下)のみについてはあえて陸上か水中かは分類せず、共通のカテゴリーとした。その結果、3つの試行の中では最も高い85.5%の分類精度を示した。

**(2)水面の波を見ずに底を見よ -学習の工夫-**

前節の結果から水中の空撮画像には波の影響を大きく受けていると推定された。そこで、波のパターンを様々に組み合わせて学習に追加させることで波の粒径分類への影響を検討した。今回は同一粒径グループで水面に異なる種の波があるものを意図的に選定して学習データに入れ込むことによって波の影響は無視して河床のみに注目して分類するように、テストデータを固定する一方で学習データを変更して検証をした。前節で誤判別した画像の水面の波は図-1 に示す 3 パターンであった。

全パターン加えて学習することで total accuracy が 90.3%で判別可能であり、水中にある河床を写した画像に限定しても 87.7%になった。

**4. おわりに**

画像判別等の人工知能の活用において、学習データの量が判別精度を左右するといっても過言ではない。特に、対象物に対して加わるノイズのパターン(本研究では波のタイプ)を考慮して、その点で多様な学習データを与えることにより精度向上がはかれる。

**参考文献：**

- 1) YKandel, I.; Castelli, M. Transfer Learning with Convolutional Neural Networks for Diabetic Retinopathy Image Classification. A Review. Appl. Sci. 2020, 10, 2021.
- 2) Ighathinathane, C.; Melin, S.; Sokhansanj, S.; Bi, X.; Lim, C.J.; Pordesimo, L.O.; Columbus, E.P. Machine vision based particle size and size distribution determination of airborne dust particles of wood and bark pellets. Powder Technol. 2009, 196, 202–212.
- 3) Krizhevsky, A.; Sutskever, I.; Hinton, G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In Proceedings of the 25th Intl. Conference on Neural Inform. Process. Sys. (NIPS'12), Lake Tahoe, NV, USA, 3–6 December 2012; pp. 1097–1105.
- 4) Takechi, H.; Aragaki, S.; Irie, M. Differentiation of River Sediments Fractions in UAV Aerial Images by Convolution Neural Network. Remote Sens. 2021, 13, 3188.
- 5) Szegedy, C.; Liu, W.; Jia, Y.; Sermanet, P.; Reed, S.; Anguelov, D.; Erhan, D.; Vanhoucke, V.; Rabinovich, A. Going deeper with convolutions. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Boston, MA, USA, 7–12 June 2015; pp. 1–9.

表-2 陸上試料で学習した CNN で水中画像を含めて判別したときの混同行列

| 判別結果 | 容積法 | 中礫 | 小礫 | 粗砂 |
|------|-----|----|----|----|
|      |     | 中礫 | 67 | 8  |
| 小礫   |     | 13 | 58 | 18 |
| 粗砂   |     | 0  | 10 | 22 |

表-3 粗砂のみ陸上/水中区別せずに分類して学習・判別した場合の混同行列

| 判別結果   | 容積法 | 中礫 | 小礫  | 粗砂 | 中礫(水中) | 小礫(水中) |
|--------|-----|----|-----|----|--------|--------|
|        |     | 中礫 | 113 | 6  | 0      | 0      |
| 小礫     |     | 5  | 115 | 3  | 0      | 2      |
| 粗砂     |     | 0  | 0   | 94 | 1      | 11     |
| 中礫(水中) |     | 4  | 1   | 11 | 78     | 18     |
| 小礫(水中) |     | 0  | 0   | 12 | 1      | 48     |

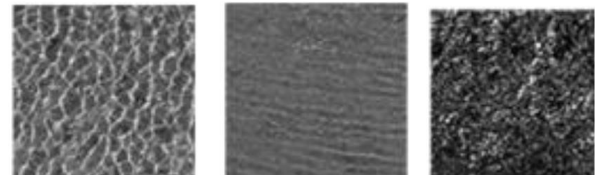


図-1 典型的な川面の波のパターン

表-4 異なる波のパターンを考慮しつつ粒径判別に着目して学習させた場合の混同行列

| 判別結果   | 容積法 | 中礫 | 小礫  | 粗砂 | 中礫(水中) | 小礫(水中) |
|--------|-----|----|-----|----|--------|--------|
|        |     | 中礫 | 113 | 6  | 0      | 1      |
| 小礫     |     | 5  | 115 | 1  | 0      | 2      |
| 粗砂     |     | 0  | 0   | 98 | 1      | 11     |
| 中礫(水中) |     | 4  | 1   | 0  | 76     | 9      |
| 小礫(水中) |     | 0  | 1   | 21 | 3      | 71     |

## 早生ヤナギによる 1,4-ジオキサンの浄化手法の開発：

### 生育時期と系統の浄化効率への影響

Development of a 1,4-Dioxane Remediation Method Using Fast-Growing Willow  
-Effects of Growth Period and Strain on Remediation Efficiency-

宮井隆大\*1・木口倫\*2・高橋正\*2・宮田直幸\*2・早川敦\*2・○石川祐一\*2

\*1: 秋田県立大学大学院, \*2: 秋田県立大学

Takahiro MIYAI\*1・Osamu KIGUCHI\*2・Tadashi TAKAHASHI\*2・Naoyuki MIYATA\*2・

Atsushi HAYAKAWA\*2・○Yuichi ISHIKAWA\*2

\*1: Graduate School, Akita Prefectural University, \*2: Akita Prefectural University

#### 1. はじめに

揮発性有機化合物 (VOCs) による土壌・水汚染は、地球規模の環境問題であり、今後半乾燥気候の発展途上国においても問題になることが予想される。発がん性が疑われる 1,4-ジオキサンは汚染現場からの除去が困難な物質である。1,4-ジオキサンのファイトレメディエーションは、土壌水分が少ない場所でも安価で効果的、かつ広く適用できる方法として期待されている。ヤナギの中には、比較的乾燥に強いため、半乾燥地帯の植林に利用されていた種もある。Miyai et al.(2022)は、エゾノキヌヤナギ KKD 系統、オノエヤナギ SEN 系統、ホソバコウリュウ FXM 系統による夏季(7-8 月)における 1,4-ジオキサンの浄化効率を算出した。本報告では秋季(11-12 月)に上記にエゾノキヌヤナギ FXM 系統を加えた計 4 系統の浄化効率を算出し、前報との比較を行った。

#### 2. 材料と方法

【実験方法】 エゾノキヌヤナギ (HB471, KKD)、オノエヤナギ (SEN)、ホソバコウリュウ (FXM) の 3 品種 4 系統を、秋季 (11-12 月) に栽培した (n=6)。気密実験系 (図 1) を用いて、長さ約 15 cm のヤナギ枝を 1/2 Hoagland 溶液で水耕栽培し、発根・発芽後に試験を開始した。1,4-ジオキサンの暴露濃度は溶液中で 4000  $\mu\text{g}/2\text{ L}$  (= 2 mg/L) とし、5 日毎に溶液を採水・交換した。栽培期間は 1 期間 5 日を 4 サイクル、合計 20 日とした。1,4-ジオキサン濃度の測定は 1,4-ジオキサン- $d_8$  を内標準としたヘッドスペース-GCMS 法で行った。

##### 【測定項目】

- ・蒸散量 (g/容器) : 1 期間中の 1 日目の栽培容器重量から 5 日目の重量を差引き算出した。
- ・1,4-ジオキサン蒸散量 : 1 期間中の 3 日目に 1 時間、蒸散した水蒸気を活性炭に吸着させた後、アセトンに溶出して 1,4-ジオキサン濃度を測定し、蒸散量を乗じて算出した。
- ・1,4-ジオキサン同化量 : KKD のみ試験 3 サイクル目に  $^{13}\text{C}$  安定同位体で標識した 1,4-ジオキサンを添加し、試験後の植物体中の  $^{13}\text{C}$  量 - 試験前の植物体中の  $^{13}\text{C}$  量で算出した。
- ・1,4-ジオキサン蓄積量 : 試験後の植物体中の 1,4-ジオキサン濃度を測定した。

#### 3. 結果と考察

秋季における 1,4-ジオキサンの除去量はいずれの系統も暴露量の約 2.5% であり、夏季に最大約 37.5% 除去できた結果 (Miyai et al., 2022) と比較して除去量は大きく低下した (図 2)。4 系統のうち夏季に高い除去量を示した KKD に注目すると、1,4-ジオキサン除去量と蒸散量の関係に正の相関があったことから (図 3)、秋季における除去量低下の要因は、蒸散量の減少に伴ったものであると示唆された。植物による除去機能別に 1,4-ジオキサン除去量を比較すると、夏季・秋季ともに蒸散による除去が最も多く、総除去量に対する割合は夏季 : 67.8%、秋季 : 36.9% であった (図 4)。しかし、秋季における蒸散と同化による 1,4-ジオキサン除去の割合は小さく、蓄積量とその他要因 (根圏域での分解等) の割合が大きくなった (図 4B)。秋季では、ヤナギの 1,4-ジオキサンに対する蒸散と同化の活性が下がり、根から吸収された 1,4-ジ

オキサンが植物体中に多く残留した結果、蓄積による1,4-ジオキサン除去の割合が増加したと考えられる。半乾燥地において蒸散量の低下が想定される場合には、除去効率の低下に留意する必要がある。

【引用文献】

Miyai, T., Kiguchi, O., Takahashi, T., Miyata, N., Hayakawa, A., Ishikawa, Y. (2022): Basic Study on the Mechanism of 1,4-Dioxane Phytoremediation by Willows: A Comparison of Three Willow Species, Journal of Arid Land Studies, 32(S), 31-35.

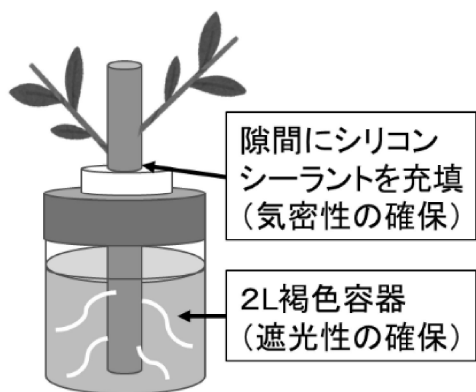


図1 気密実験系の模式図

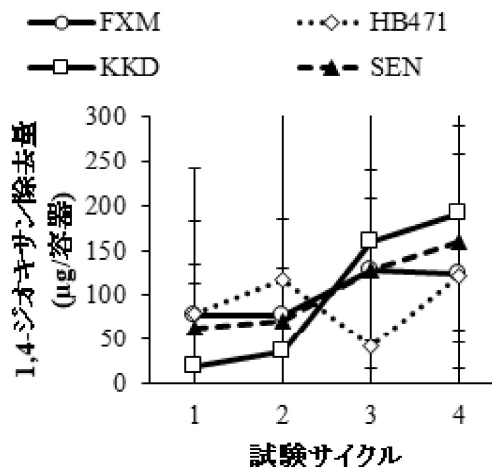


図2. 容器当たりの1,4-ジオキサン除去量 (n=6)  
 ※容器あたりの1,4-ジオキサン除去量=  
 1日目の量 (1,4-ジオキサン濃度×2L)  
 - 5日目の量 (1,4-ジオキサン濃度×(2L-蒸散量))

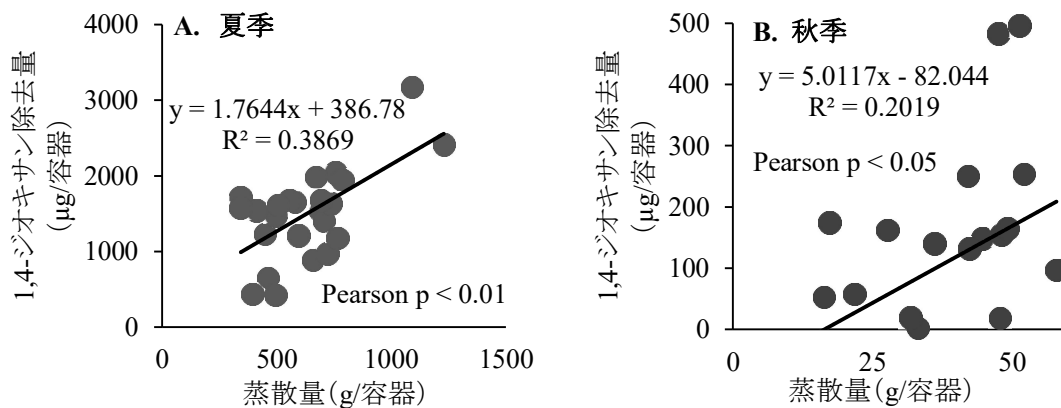


図3. KKDの夏季(A)と秋季(B)における1,4-ジオキサン除去量と蒸散量の関係(A: Miyai et al., 2022 から解析)

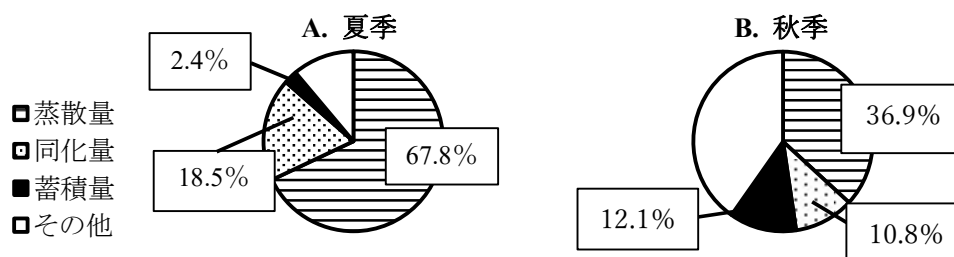


図4. KKDの夏季(A)と秋季(B)における除去機能別の1,4-ジオキサン除去割合 (A: Miyai et al., 2022 から解析)

## グリーンインフラストラクチャーの視点から中国「一帯一路」(BRI)」プロジェクト

### トのリスクを再考する

Reconsidering the Risks of China's "The Belt and Road Initiative (BRI)" Project from a Green Infrastructure Perspective

星野 仏方 (酪農学園大学農食環境学群)

Buho Hoshino (College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University)

グリーンインフラストラクチャー(Green Infrastructure, 以下グリーンインフラ)とは、米国で発案された社会資本整備手法の一つで、自然環境が有する機能を生かした社会の課題を解決するための構想であり、SDGsの17の目標の具体的に6,7,9,11,12,13,14,15をカバーする重要な提案である。「グリーンインフラ」は自然の回復力(resilience)を利用して多様な生きものもたらす資源や仕組みを賢く生かす社会インフラ計画と定義されている(国土交通省 2017)。一方、2013年から始動した中国の「一帯一路」(The Belt and Road Initiative, 以下BRI)プロジェクトは、中国がアジア、ヨーロッパ、アフリカを道路、鉄道、港湾などをインフラ整備で結ぶことを目的とした人類史上最大のインフラ建設・開発プロジェクトでありながら、グリーンインフラの構想を取り入れていないし、基本的な環境アセスメントも実施しないまま工事が先行し、対象国と地域の生態系への破壊のみならず、経済と社会コミュニティにまで大きいリスクをもたらしている(Troy et al., 2020; Seno, et al., 2022)。現在、65の対象国に対して政策協調、輸送コネクティビティ、貿易円滑化、通貨交換などの五つのコンセプトから中国と対象国の間、また地域と地域、人と人の交流を促す内容で構成されているが、少なくとも以下のリスクは普遍的に存在する。

- a. **経済への影響**: BRIプロジェクトの高コストが参加国の債務問題につながる可能性があり、参加国の経済に悪影響を及ぼし、地域社会に様々な影響を与え緊縮財政を取らざるを得ない状況を作っている。
- b. **環境への影響**: 大規模なダムや高速道路など、BRIに関連するインフラの建設の中で、地域の生態系やコミュニティに対して大きな環境破壊・コミュニティの分断をもたらすことになっており、対象国の住民の反発を招いている。
- c. **社会的混乱**: BRIプロジェクトの建設に伴い、地域コミュニティの移転が必要となる可能性があり、社会的混乱、文化遺産の喪失、影響を受けるコミュニティへの補償の欠如につながっている。
- d. **ガバナンスの問題**: BRIは、ガバナンスが脆弱、透明性の低い国において、プロジェクトの実施に対する説明責任や監視が欠如しているため、国と地域の統治の独裁化と弱体化につながるなどのリスクをもたらす可能性が出ている。
- e. **安全保障上の懸念**: BRIは、不安定な地域や紛争地帯で実施されるプロジェクトもあるため、地域社会に安全保障上のリスクをもたらす可能性がある。

カザフスタンは、BRIプロジェクトの資金調達のために、すでに中国から多額の債務を負っており、将来的に「債務の罠」に陥れる可能性が指摘されている(Jin, 2018)。また、同国の脆弱な生態系(特にホットスポットとしてイリ川(Ili River)流域とカスピ海地域)に悪影響を及ぼしている。我々は2019年9月～2022年12月まで4回に渡り中国との国境近くのカザフスタンアルマトイ州パンフィロフ地区で(ジャルケント市を中心に)BRIの影響について調査した。国境から66.7 km範囲内にあるすべてのアンダーパス(115箇所)を調査し、1kmあたりに1.72のアンダーパスが設置されていることを確認した。またこれらのアンダーパスをその用途から3種類に分類することができる。つまり、①河道専用(83箇所);②河川と道路兼用(9箇所);③道路専用(23箇所)(図1)。これほど多くのアンダーパスが必要ということはこの地域でのBRI高速道路の建設は適切かどうかを疑わせることに繋がる。なぜなら、従来の道路は地域と地域を結ぶ曲線道路であるが、BRIの幹線道路は直線であるため、下流域の多くの河川の流れを通すためのオーバブリッジが必要であった。では、ここで暮らす地域住民はBRIのアンダーパスをどのように利用し、どのように考えているかについて直接利用者にインタビューを行った。

●インタビュー1 (T氏・羊飼いの)、私はBRIの北側に120 haの土地を所有しヒツジを飼っている。車で

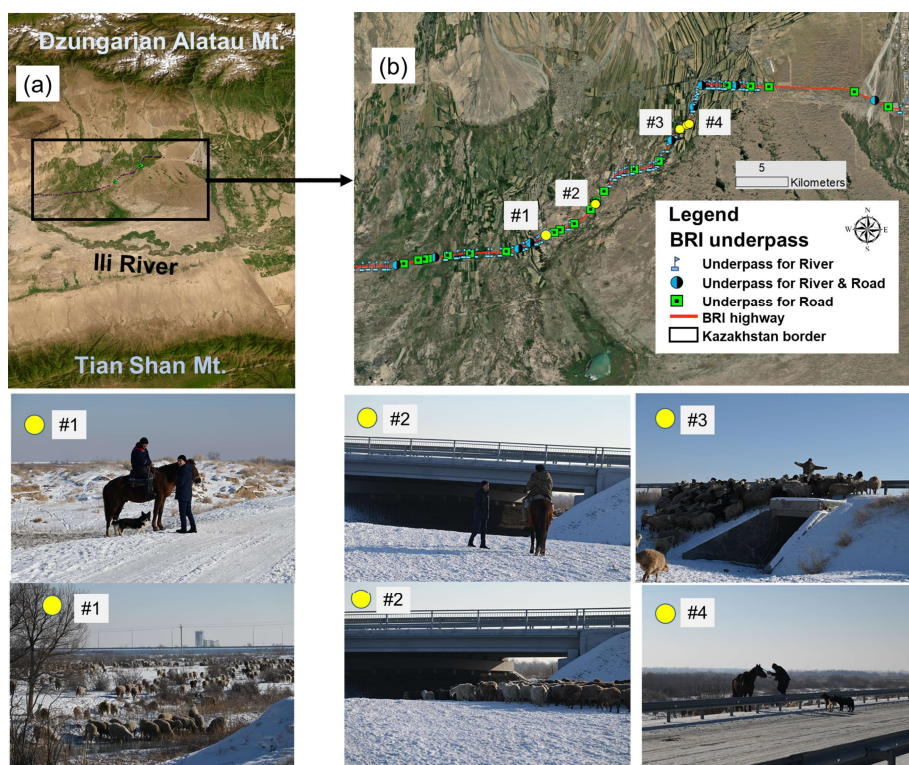


BRI の道路を横断することはほとんどない。秋はトウモロコシやアルファルファの収穫が終わると、農家から許可をもらい刈り取り後の畑でヒツジを放牧する。しかし、冬は BRI のアンダーパスを利用して、ヒツジを BRI の南側の砂地に移動させ、枯草や低木が多いイリ川の方角で放牧する必要がある。危険なのはチュラカイ" Chulakay "から BRI までの区間、往来するトラックと車が多くてとても危険であった。車のスピードが速いため家畜のロードキルが時々発生している。

●インタビュー2 (N 氏・羊飼い)、私は A 村の出身のである。群れの半分は自分のものだが、残り半分は他の人のヒツジである(お金のためにほかの人の羊を群れに合流させて一緒に放牧している)。秋と冬は農場と牧草地が BRI 高速道路の同じ側にあるため、ヒツジを誘導してアンダーパスを渡ることはほとんどない。しかし、4月～9月末までは、私たちはジャイレイ (Jailay) 山にある草原へ放牧に行くため、BRI のアンダーパスを渡る必要がある。その時に、BRI のインターチェンジの近くは車が多くて、スピードも速いためとても危険で簡単に渡れない。ロードキルによって自分のウシが殺されたこともあった。

●インタビュー3 (M 氏・地主)、私は B の村に住んでいるヒツジの群れのオーナーである。羊飼いを雇っているが、ちょうど今ヒツジの群れを BRI のアンダーパスを通して、自分の家に連れて帰るところである。村は道路の反対側にあるため、冬場だけ村の近くの牧草地を利用するが、春になると BRI を渡らないと行けない。ヒツジはアンダーパスを怖がり、なかなか渡らないため数名で誘導しないと行けない。BRI は必要ではないし、余計のものを建設した。ここは昔から簡易の道路が沢山あり、往来に困ったことは一度もなかった。

●インタビュー4 (Z 氏・羊飼い)、冬は BRI 道路を挟んで反対側にある牧草地を利用しているため、BRI



高速道路を横断することが多い。向こう側の砂地草原に良い牧草地がある。村の側 (BRI 道路の手前側) にはウシを放牧しているが、牧草地が足りない。ウシを反対側に移動させている。夏は Zhailau 山地の草原を利用している。不便ではあるが、BRI の開通が村の経済に良い影響をもたらすだろうと期待している。

図 1 カザフスタン東部ジャルケント地域における BRI 高速道路とそのアンダーパス

(ただし、(a) ジュンガル・アラタウ山脈南のオアシス ; (b) BRI の 3 種類のアンダーパス ; 写真 #1 ~ #4 と黄色い●はインタビューの位置とインタビューの様子)

したがって、地政学的、社会的、環境的利益のバランスを取るために、新しい協力的なガバナンスの形態が必要とされている。生態系と地域社会の利益を保護するためには、世界の環境基準でプロジェクトの再評価が不可欠である。

【参考文献】 1. 国土交通省 2,017. <https://www.mlit.go.jp/common/001179745.pdf>; 2. Troy et al., Water 2020 (12), Doi: 10.3390/w12102690; 3. Seno et al., Journal of Arid Land Studies 32(S) 53-60; 4. Jin Sheng, Conference Report (2018), National University of Singapore.

中国の極乾燥地の魔鬼城などでの大規模な局地風と日本の局地風 87 の特徴  
 Characteristics on local winds at sever dry area in China and 87 local winds in Japan

真木 太一（九州大学名誉教授・日本学術会議連携会員）

Taichi MAKI (Prof. Emeritus of Kyushu University and Member of Science Council of Japan)

1. はじめに

中国新疆ウイグル自治区の奥地、中国とカザフスタン国境のアラ山口や塔城、新疆ウルムチ・トルファン間の達坂城、新疆奇台の魔鬼城（風食による地形変化と奇岩地域）、新疆烏爾禾の魔鬼城、甘肅省敦煌の雅丹魔鬼城では、乾燥した強風が定常的に吹き、激しい風食で奇岩の形成や扁形樹が見事で、異次元の世界に迷い込んだ印象を受ける。従って、日本の局地風とは乾燥・期間・規模がかなり異なる。

著者は 2022 年に『図説 日本の風 人々の暮らしに関わる 50 の風』を朝倉書店から編著者として出版した。この中で主要な日本の局地風 50 を選定したが、その他多数の局地風があるため、今回まとめて評価した結果、新たに 37 の局地風を追加した。日本では小地形による顕著な特徴差が感じ取れる。

2. 解析方法

局地風として、地域的に吹く特徴的な風である風向、風速、気温、湿度の特性、主として地名が付いた風名や特性を表現した風名の発生地域、その風が吹く気圧配置の特徴等を評価して一覧表に示した。

3. 解析結果と考察

主要な 50 局地風以外に、追加解析の今回の風はほとんどがおろし風の名称が付いているが、特徴的な笹子おろし、円山川・由良川あらし、「ならい」、「こち」、赤風等を含めて評価・解明して解説した。

4. おわりに

局地風 50 の追加として 37 を選定して評価・解説した。固有名詞等のない一般的な風名は除外した。引用文献 真木太一、2022:『図説 日本の風 人々の暮らしに関わる 50 の風』、朝倉書店、東京、pp.175.

表 1. 局地風の名称、その局地風の発生場所、気象特性、季節、気圧配置等の特徴

| 局地風      | 発生地域            | 風向・風速・気温・湿度           | 季節   | 気圧配置など      |
|----------|-----------------|-----------------------|------|-------------|
| 1 樽前おろし  | 北海道樽前山周辺、特に千歳付近 | 北西～北北西、20m/s 前後、低温、低湿 | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 2 八甲田おろし | 青森県八甲田山周辺       | 北～西、25～30m/s 前後、低温、低湿 | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 3 岩手おろし  | 岩手県岩手山周辺        | 北～西、20m/s 前後、低温、低湿    | 冬季中心 | 西高東低や低気圧通過後 |
| 4 鳥海おろし  | 山形・秋田県境付近の鳥海山周辺 | 北～西、25～30m/s、低温、低湿    | 冬季中心 | 西高東低や低気圧通過後 |
| 5 月山おろし  | 山形県の月山周辺        | 北～西、25～30m/s、低温、低湿    | 冬季中心 | 西高東低や低気圧通過後 |
| 6 吾妻おろし  | 山形・福島県境吾妻連峰周辺   | 北西～西、20～25m/s、低温、低湿   | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 7 男体おろし  | 栃木県日光・今市・宇都宮地域  | 北～西、20m/s 前後、低温、低湿    | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 8 日光おろし  | 栃木県日光・今市・宇都宮地域  | 北～西、20m/s 前後、低温、低湿    | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 9 二荒おろし  | 栃木県日光・今市・宇都宮地域  | 北～西、20m/s 前後、低温、低湿    | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 10 上州おろし | 群馬県内            | 北西寄り、15～20m/s、低温、低湿   | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |
| 11 伊香保風  | 群馬県榛名山付近        | 北西寄り、20m/s 前後、低温、低湿   | 寒候期  | 西高東低や低気圧通過後 |

|                               |                               |                                                       |                  |                                           |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|
| 12 浅間おろし                      | 群馬県浅間山付近                      | 北～西、20～25m/s、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 13 筑波ならい<br>(ならひ) (筑波<br>東北風) | 茨城県海岸域                        | 北東寄り、15～20m/s、低温、多湿                                   | 冬季中心             | 南岸低気圧接近時や北高<br>南低                         |
| 14 秩父おろし                      | 埼玉県秩父山地から県南<br>部域             | 西寄り、20m/s 前後、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 15 下総(しもう<br>(ふ)さ) 赤風         | 下総(千葉県北部と茨城県<br>西部) 地域        | 北～西、15～20m/s、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 16 練馬風                        | 東京都練馬付近から埼玉<br>県南部に連なる台地      | 北西寄り、15m/s 前後、低温、低湿                                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 17 下総ならい<br>(ならひ)             | 東京都伊豆七島海岸域                    | 北東寄り、20～25m/s、低温、多湿                                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 18 下総ごち(東<br>風)               | 東京都伊豆七島海岸域                    | 東北東、20m/s 前後、低温、多湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 19 大山(おおよ<br>ま) おろし           | 1) 神奈川県中東部、2) 丹沢<br>山地から相模原付近 | 1) 北寄り、2) 南西～南南西、20～<br>25m/s、低温、低湿                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過中・<br>後期                        |
| 20 丹沢おろし                      | 1) 神奈川県中東部、2) 丹沢<br>山地から相模原付近 | 1) 北寄り、2) 南西～南南西、20～<br>25m/s、低温、低湿                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過中・<br>後期                        |
| 21 箱根おろし                      | 神奈川県箱根山周辺域                    | 北西～南西、20m/s 前後、低温、低湿                                  | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 22 富士(不二)<br>おろし              | 山梨・静岡県境の富士山周<br>辺域            | 北西寄り、20m/s 前後、低温、低湿                                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 23 笹子おろし                      | 山梨県笹子峠付近から甲<br>府盆地域           | 南東～東南東、5～10m/s、冷気流、<br>冷涼、低湿                          | 暖候期              | 太平洋高気圧や移動性高<br>気圧に被われた午後～夜<br>半           |
| 24 西山おろし                      | 長野県西山地域(長野市北<br>部)            | 北～西、20m/s 前後、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 25 鉢盛おろし                      | 長野県鉢盛山東方域(塩<br>尻、岡谷、諏訪)       | 西寄り、15～20m/s、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 26 御嶽おろし                      | 長野・岐阜県境の御嶽山周<br>辺域            | 西寄り、15～20m/s、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 27 遠州おろし<br>(遠州の空っ風)          | 静岡県遠州地域                       | 西～北西、20m/s 前後、低温、低湿                                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 28 三河の空っ風                     | 静岡県三河地域                       | 西～北西、20m/s 前後、低温、低湿                                   | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 29 三井寺おろし                     | 滋賀県大津市三井寺付近<br>から琵琶湖(南湖)湖上域   | 1) 北西寄り、20m/s 前後、低温、低<br>湿、2) 南西寄り、15m/s 前後、常温、<br>常湿 | 1) 寒候期<br>2) 全年  | 1) 西高東低や低気圧通過<br>後 2) 日本海・隠岐付近の<br>低気圧の接近 |
| 30 比叡おろし                      | 滋賀県・京都府境の比叡山<br>周辺域           | 北西～西北西、20m/s 前後                                       | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 31 北山(北)お<br>ろし               | 京都市北部の北山方面か<br>ら京都市街地域        | 1) 北西～西、15～20m/s、2) 北寄り、<br>5m/s 前後(斜面下降風)、低温、低湿      | 1) 寒候期<br>2) 寒候期 | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 32 由良川あらし                     | 京都府由良川河口域                     | 南寄り、5～10m/s、低温、多湿、霧<br>を伴う                            | 寒候期              | 移動性高気圧に被われた<br>晴天早朝                       |
| 33 生駒おろし                      | 大阪府・奈良県境の生駒山<br>地から奈良盆地       | 北～西、15m/s 前後、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 34 信貴おろし                      | 大阪府・奈良県境の生駒山<br>地から奈良盆地       | 北～西、15m/s 前後、低温、低湿                                    | 寒候期              | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 35 葛城おろし                      | 奈良県御所市・五條市付近                  | 北～西、20m/s 前後、低温、低湿                                    | 寒候期、特<br>に冬季     | 西高東低や低気圧通過後                               |
| 36 円山川あらし                     | 兵庫県円山川河口域                     | 南～南東、5～10m/s、低温、多湿、<br>霧を伴う                           | 寒候期              | 移動性高気圧に被われた<br>晴天早朝                       |
| 37 摩耶おろし                      | 兵庫県神戸市・西宮市の六<br>甲山地西部の南側山麓域   | 北西～北北西、10～15m/s、低温、低<br>湿                             | 寒候期、特<br>に冬季     | 西高東低や低気圧通過後                               |

## モンゴル国フスタイ国立公園におけるリン酸施肥の違いが草質に及ぼす影響

Effects of Different Phosphate Fertilization on Grass Quality in Hustai National Park, Mongolia

川田清和 (筑波大学生命環境系)・石川尚人 (福島大学農学群)・

Jamsran Undarmaa (モンゴル生命科学大学)・田村憲司 (筑波大学生命環境系)

Kiyokazu Kawada (University of Tsukuba), Naoto Ishikawa (Fukushima University),

Jamsran Undarmaa (Mongolian University of Life Sciences), Kenji Tamura (University of Tsukuba)

### 1. はじめに

生物地球化学的循環において、農業は物質の移動量を人為的に高め、物質循環の原動力として大きく関与している。とくに閉鎖的循環をすることで持ち出しの影響を受けやすいリンは、農業分野における主要な生物地球化学的な流れとして生物化学量論的なモニタリングが急務となっている (Campbell et al. 2017)。主要な農業が放牧であるモンゴルは、食肉や毛などの畜産物生産量が年々増加し、草原生態系に貯蔵されていた物質のうち家畜の成長に欠かせないリンの持ち出しが続いている状態にある。この状態が続けば、モンゴルの草原生態系が貯蔵していた閉鎖的循環をするリンは将来枯渇し、沙漠化の原因となる土地劣化を引き起こすことが危惧される。すでに北京などの大都市圏に輸出するための畜産物生産量を増産し続けている中国内蒙古自治区の草原では、放牧によって劣化した土壌中のリンが減少していることが報告されている (Shang et al. 2014)。また、中国内蒙古自治区の草原で家畜の成長が悪化している場所の植物に含まれる総リン含有量を 1960 年代と比較したところ、総リン含有量は半分以下に減少していることが報告された (石川ら 2015)。草原生態系におけるリン不足を懸念する状況は人口増加による食糧需要が増加している状況を考えると今後も進行する可能性が高く、乾燥地・半乾燥地における持続的な植物資源の利用を考慮するうえで草原生態系の修復は喫緊の課題である。草原の修復に関する先行研究では、窒素とリンの施肥によって植被や生産量の増加が報告されている (Takahashi et al. 2022)。一方で、草原の生産量は降水量や地形によっても大きく左右されるため、植物の生産量だけでなくリンが植物の光合成のような生理生態的特性にどの程度影響しているのか検証することが必要である。そこで本研究は草原の優占種が持つクロロフィル量の変化に着目し、リン酸施肥の違いが草質に及ぼす影響を明らかにした。

### 2. 調査地および調査方法

調査地は、モンゴルの首都ウランバートルから西に約 95 km の場所にあるフスタイ国立公園 (HNP: Hustai National Park) である。HNP 周辺の年降水量は 229.4 mm、年平均気温は 0.7°C (1992-2014 年) で、山岳ステップから典型ステップが分布する。調査地周辺の優占種は *Stipa krylovii* (イネ科ハネガヤ属) である。HNP はさまざまな野生動物の保護を目的とした自然保護区であり、野生絶滅をしたモウコノウマの保護・繁殖などが行われている。HNP の中央部はコアゾーンとして管理しており、牧民による放牧利用は行われていない。その一方でコアゾーン周辺のバッファゾーンでは、外部から来た牧民が利用できずに特定の牧民だけに利用が制限された放牧が行われている。本研究は HNP 南側のコアゾーンからバッファゾーンの境界部に設置した 3 つの保護区 (50 m×50 m のフェンスによって囲われた区画) で実施された。保護区 1 はバッファゾーン側、保護区 3 はコアゾーン側、保護区 2 はその中間に配置されている。保護区の中に 6 m×6 m のコドラートが 3 個設置され、それを 4 つに分割して 3 m×3 m のサブコドラートが設置された。施肥処理は 2019 年 5 月に行われた。すべてのサブコドラートに窒素肥料を 10 g/m<sup>2</sup> になるように散布され、その後、4 つのサブコドラートにリン酸肥料の濃度がそれぞれ 0, 2.5, 5, 10 g/m<sup>2</sup> になるように散布された。2019 年 6 月に *S. krylovii* の葉中クロロフィル量の測定が行われた。葉中クロロフィル量の測定には CCM-300 (Opti-Sciences Inc., USA) を使用した。サブコドラート内に出現した *S. krylovii* から 5 個体を選び、葉の中央部分でクロロフィル量が測定された。5 個体の平均値をサブコドラートにおける測定値とし、3 コドラートの平均値を用いて各保護区におけるリン酸の施肥濃度間でクロロフィル量を比較した。統計処理には R4.2.3 を使用し、各保護区におけるリン酸の施肥濃度間のクロロフィル量の統計処理には Kruskal-Wallis 検定を行った。

### 3. 結果

リン酸施肥  $0 \text{ g/m}^2$  の区画を保護区の間で比較したが、クロロフィル量に有意差は認められなかった ( $P=0.33$ )。 *S. krylovii* の葉中のクロロフィル量をリン酸の施肥濃度間で比較したところ、保護区 1 における *S. krylovii* の葉中のクロロフィル量は、 $0 \text{ g/m}^2$  は  $297.4 \pm 37.1 \text{ mg/m}^2$ 、 $2.5 \text{ g/m}^2$  は  $381.5 \pm 13.5 \text{ mg/m}^2$ 、 $5 \text{ g/m}^2$  は  $404.3 \pm 38.7 \text{ mg/m}^2$ 、 $10 \text{ g/m}^2$  は  $450.8 \pm 33.1 \text{ mg/m}^2$  で、各処理間のクロロフィル量に有意差が認められた ( $P < 0.05$ , 図 1a)。各処理間で保護区 2 では、 $0 \text{ g/m}^2$  は  $324.3 \pm 9.8 \text{ mg/m}^2$ 、 $2.5 \text{ g/m}^2$  は  $369.5 \pm 22.9 \text{ mg/m}^2$ 、 $5 \text{ g/m}^2$  は  $384.9 \pm 30.4 \text{ mg/m}^2$ 、 $10 \text{ g/m}^2$  は  $428.1 \pm 25.8 \text{ mg/m}^2$  で、各処理間のクロロフィル量に有意差が認められた ( $P < 0.05$ , 図 1b)。保護区 3 では、 $0 \text{ g/m}^2$  は  $347.6 \pm 30.9 \text{ mg/m}^2$ 、 $2.5 \text{ g/m}^2$  は  $377.1 \pm 2.7 \text{ mg/m}^2$ 、 $5 \text{ g/m}^2$  は  $374.3 \pm 21.0 \text{ mg/m}^2$ 、 $10 \text{ g/m}^2$  は  $415.7 \pm 21.0 \text{ mg/m}^2$  で、各処理間のクロロフィル量に有意差は認められなかった ( $P=0.07$ , 図 1c)。

### 4. 考察

保護区の  $0 \text{ g/m}^2$  の区画には差が認められなかったが、クロロフィル量は保護区 1 < 保護区 2 < 保護区 3 という順序になる傾向を示していた。保護区 1 はバッファゾーンに近く、保護区 3 はコアゾーンに近いことから、家畜による草原の利用強度の違いが草質の差となる可能性が示唆された。

3 か所の保護区において実施した試験のうち、保護区 1 と保護区 2 でリン酸施肥による *S. krylovii* のクロロフィル量の増加が認められた。保護区 3 では有意差が認められなかったが、 $P$  値は  $0.07$  であることからリン酸施肥によってクロロフィル量が増加する傾向が示されると考えられた。

本研究ではすべての保護区において  $10 \text{ g/m}^2$  で最大のクロロフィル量を示していた。効果的な施肥方法を明らかにするためには、さらにリン酸施肥量を増加させたときのクロロフィル量の変化を検証することが必要である。

### 5. 謝辞

本研究は JSPS 二国間交流事業 (120229906) および JSPS 科研費 (23H03582) の助成を受けたものです。

### 6. 参考文献

- Campbell et al. (2017) Ecology & Society 22(4):8  
石川ら (2017) 日本家畜管理学会誌・応用動物行動学会誌 50:40  
Shang et al. (2014) PLoS ONE 15(10): e0240559  
Takahashi et al. (2022) Grassland Sciences 1-10

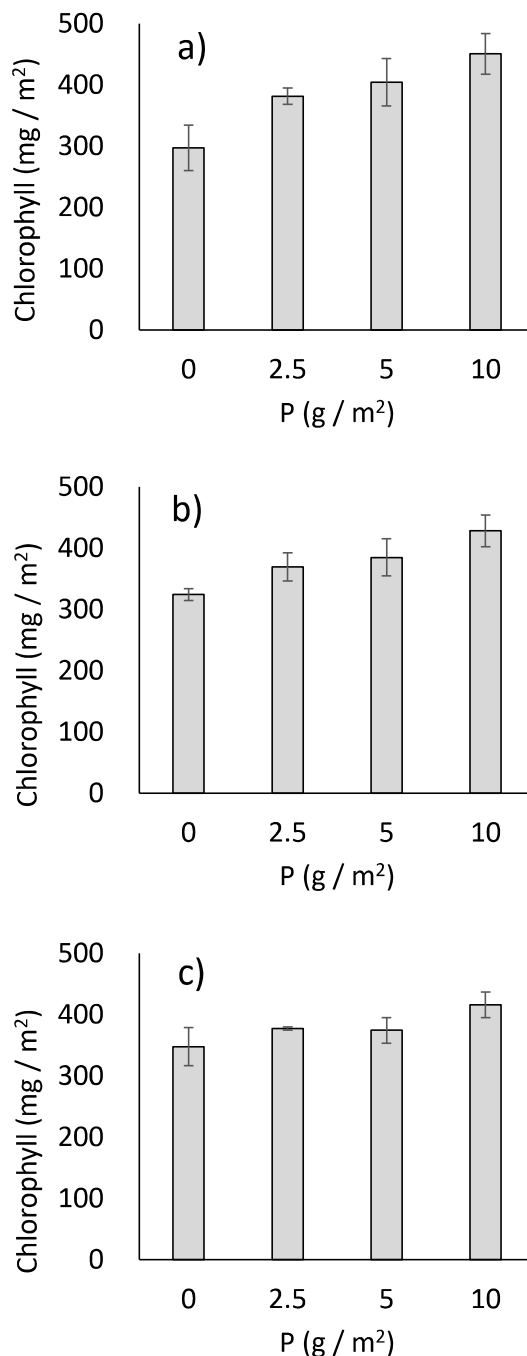


図 1 リン酸施肥量に対する *Stipa krylovii* の平均クロロフィル量。a)は保護区 1、b)は保護区 2、c)は保護区 3 の結果を示している。

## 気候・社会変動適応のためのモンゴル遊牧ビジョン 2050

Mongolian herding vision 2050 for adaptation to climate and social changes

篠田 雅人 (名古屋大学)

Masato SHINODA (Nagoya University)

### 1. はじめに

ユーラシア内陸の乾燥地では、近年の急激な温暖化と乾燥化のなかで、ソ連崩壊により 1990 年代、多くの国々で計画経済から市場経済へと移行し、土地利用も多様な変化をとげるといふ大きな気候・社会変動が起きている。モンゴル国では、草原を広く薄く利用する土地利用形態である遊牧が極限環境（乾燥寒冷）で数千年間維持され、世界で唯一基幹産業として残っているが、市場経済のなかで家畜数が急増、草原の収容力を超え、危機的状況にある。

本研究の問いは、なぜ遊牧が持続可能であったか、今後、草原生態系を崩壊させることなく存続できるのか、ということである。本研究は、①遊牧社会-生態系モデルを開発し、これを用いて遊牧の生態的・経済的持続性を予測する、②政策提言・実装のプロ集団として、生態系・経済の維持を両立できる 2050 年の遊牧形態のビジョンを提示し、その危機的状況から救済する (図 1)。

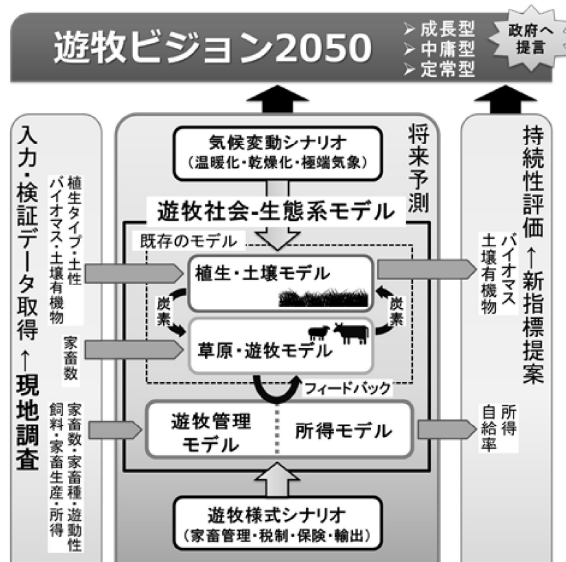


図 1 研究全体の概要。

### 2. モンゴル国の気候・社会変動

過去 30 年間にユーラシア乾燥地で発生した気候変動として、世界的に最も顕著な温暖化、干ばつやゾドといった極端気象の急増がある (IPCC 2013, Shinoda, 2017; 図 2a)。社会経済的には、ソ連崩壊にともない、計画経済から市場経済への体制変化がモンゴル国で家畜数・牧民世帯の急増をもたらした (図 2c, d)。短期的には頻発するゾドが家畜死 (図 2b)、不健康、貧困の増加をもたらし、長期的には、家畜数が草原の収容力を超えたため (小宮山, 2005)、生態系が劣化し遊牧の持続性が危ぶまれている。本研究のように、地球上の極限環境で人類史上最も長く維持されてきた生業のひとつ、遊牧に焦点をあてることは、気候・社会変動に対して地球上で最も脆弱なホットスポットにおける、社会-生態システムの持続可能性を検討するケーススタディとして、大きな意義をもつ。

### 3. 家畜の災害死数の予測

一般的に「災害リスク=ハザード (災害を起こす外力) × 脆弱性」であるが、モンゴルではゾド災害に対して、気候ハザード要因と社会脆弱性要因が半々の割合で関与していることから (Nandintsetseg et al., 2018; 図 3)、減災には両要因を同等に扱う必要があることを明らかにした。したがって、将来の気候変動下のゾド対策を扱う気候変動適応研究においても、自然・社会要因を等価的に扱う必要があり、本研究で利用する遊牧社会-生態系モデルによってこのアプローチが可能となる。実際に本研究では、家畜死亡数の将来予測のため、図 3 の 3 つの気候ハザード要因 (左半分) と社会脆弱性要因 (右半分) としては家畜数と飼料の準備量を変数とするポワソン重回帰モデルを用いた。

### 4. 気候・遊牧の将来予測 (Nandintsetseg et al., 2023)

次の 100 年ほどの間に世界の社会、人口動態、経済がどのように変化するかを示したシナリオは「共通

社会経済経路 (Shared Socio-economic Pathways; SSP)」(IPCC AR6, 2021) と呼ばれている。そのうち温室効果ガスによる放射強制力が多様な 3 シナリオ (SSP1, 3, 5) のもとで行われた CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6)のシミュレーション結果を用いて、モンゴル国における気候の将来予測を行った。いずれのシナリオにおいても、程度の大きさの差こそあれ、モンゴル国平均で、近未来における夏の干ばつの強化により、ゾドの起こりやすさを示す気候指数は上昇する傾向がみられた (冬の厳しさは若干弱まる)。

遊牧様式シナリオについては、牧養力を超えたと考えられている家畜数を抑える必要があることから、食肉の輸出量を現状維持とした場合 (SC1)、2050 年まで毎年 0.1% (SC2)、または、0.5% (SC3) 増やした場合の家畜数の将来予測を行った。その結果、SC2 シナリオの場合は、家畜数が 2040 年前半に頭打ちになり、それ以降、減少に転じることがわかった (SC3 では、家畜数がすぐに減少に転じる)。

現在、家畜数の予測モデルでは、家畜死亡数に過去 20 年間の平均値を与えているが、今後は、上で述べた家畜死亡数モデルで推定されたゾド災害による家畜死亡数の動態を家畜数モデルに取り込んでいく予定である。

## 5. まとめ

気候変動性の増大と家畜数の増加にともなって、家畜数は牧養力 (羊換算でおおよそ 5000~8000 万頭) を超える (過放牧) ようになったため、安定状態から不安定状態へと変化した (図 4)。そのため、政府の牧畜政策によって家畜数を牧養力以下に抑えることが望まれる。

モンゴル国の遊牧は極限環境にありながら、数千年間維持されてきたという伝統知である。しかしながら、近年の温暖化・乾燥化の影響で生態系は危機的状況にあり、過放牧による遊牧生態系の崩壊や砂漠化の激化が懸念される。モンゴル草原の表層土壌である A 層はせいぜい数十センチであり、過放牧により草原が裸地化し、風食によりその表面から肥沃な土壌が失われた場合、土地の生産性も失われることになる。数千年に及ぶ時間スケールで生成されてきた土壌の喪失、それは、われわれが回避すべき不可逆的な砂漠化にほかならない。

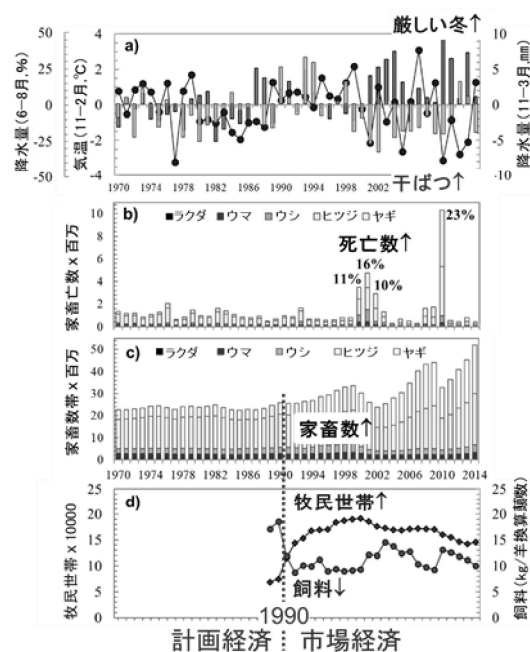


図 2 a: 気候要素 (夏季降水量 (薄い棒)・冬季降水量 (濃い棒)・冬季気温 (丸))、b: 家畜死亡数 (種別)、c: 家畜数 (種別)、d: 牧民世帯・飼料の経年変化 (Nandintsetseg et al., 2018)。

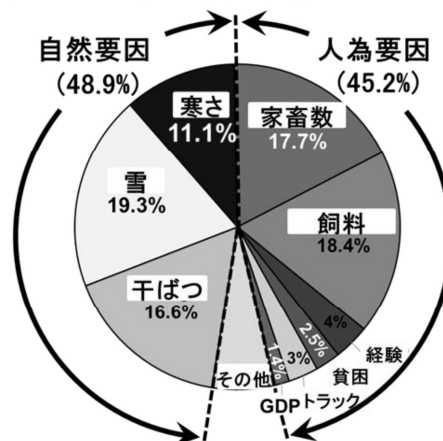


図 3 ゾドによる家畜死亡数に対する自然要因 (気候ハザード) と人為要因 (牧民社会の脆弱性) の寄与度 (Nandintsetseg et al., 2018)。

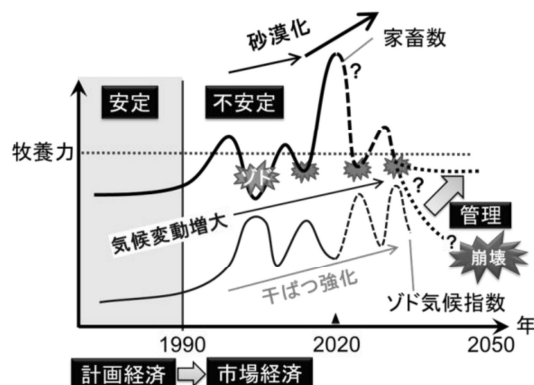


図 4 モンゴル国の気候・社会変動にともなう家畜数変動の模式図 (篠田, 2022)。





**講 演 要 旨 集**  
**(ポスター発表)**

## Study on the potential of poultry development in Surkhandarya region, Uzbekistan

Zukhriddin ISMOILOV<sup>1</sup>, Yoshiko KAWABATA<sup>2</sup>, Abdunazar UROZOV<sup>3</sup>, Aziz OMONOV<sup>4</sup>, Elbek TOGAYMURODOV<sup>5</sup>,

### Abstract

The study analyzed the cost of broiler chicken meat production and a live performance from a sample of 24 poultry enterprises of the Surkhandarya region during August and September 2022. The study estimated the average cost of production per kilogram live weight of broiler to be 24786 UZS. The significant components were found as feed cost (69.2%), and chick cost (19.6%) of the total cost per kg live weight of broiler. The result showed the cost of producing 1 kg live weight in Surkhandarya is 13%-17% more expensive than in other regions of Uzbekistan.

**Keywords:** *Chicken meat production, cost, poultry enterprises, Uzbekistan.*

### 1. Introduction

Uzbekistan's population is growing and its purchasing power of it is increasing as well as its consumption of animal products. Poultry production improvement is done mainly in the private sector as a device for an additional source of income and employment opportunities, particularly in rural area. Even though livestock seems to have a major contribution to the economy, the poultry sector contributes only 5% to the livestock (Chepel *et al.*, 2019). In Uzbekistan domestic chicken meat production is low, and the domestic egg production level is high. By 2020, domestic poultry production was only able to meet 55 percent of the demand for chicken meat. This chicken meat decline in the local poultry industry is due to the high cost of production. Due to low domestic poultry production Uzbekistan imported 57 thousand tons of poultry meat in 2020 (Statistics of Uzbekistan, 2020). The demand for chicken meat has been increasing day by day. As a result, the price of chicken meat has gone up over the years. Observing the situation of high prices and demand in the home market, the number of poultry enterprises isn't increasing as rapidly as it was expected because of many reasons.

### 2. Methodology

#### 2.1 Study Area, Sample Size, Data collection, Data analysis

The study was conducted in Surkhandarya, a region within Uzbekistan. This region was primarily chosen because the lowest number of poultry enterprises number (3.5% of total poultry enterprises) in the country are located here. This study employed a mixed approach based on quantitative and qualitative primary and secondary data. Primary data was gathered through a questionnaire from 24 out of 51 poultry enterprises located in 13 different districts of the Surkhandarya region. Thus 6 poultry enterprises from the small group (below 5000 birds), 10 from the medium group (5000-9999 birds), and 8 from the large group (10000 and above birds) were selected. Data collected was analyzed with tabular analysis such as mathematical techniques and economic concepts.

**3. Results and Discussion.** It is clear from table 1 that the feed conversion ratio was 1.98 on an overall basis whereas farming size-wise, it was 2.02, 1.98, and 1.96 in small, medium, and large enterprises,

---

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>3</sup> Graduate school of Business and Entrepreneurship

<sup>4</sup> Department of Agricultural and Environmental Engineering, United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>5</sup> Samarkand Branch of Tashkent State Agrarian University, 141001 Dahbet, Uzbekistan

Corresponding author: zukhriddinismoilov@gmail.com

respectively. It shows that feed requirement is higher in small than medium and large enterprises to obtain one kg body weight.

**Table 1. Technical indicator and production performance according to scale of poultry enterprises**

| Parameters | Enterprise size group |       |         |                |       |         |              |       |         | Overall |
|------------|-----------------------|-------|---------|----------------|-------|---------|--------------|-------|---------|---------|
|            | Small (n: 6)          |       |         | Medium (n: 10) |       |         | Large (n: 8) |       |         |         |
|            | Max                   | Min   | Average | Max            | Min   | Average | Max          | Min   | Average |         |
| LW (kg)    | 2.04                  | 2.02  | 2.03    | 2.02           | 2.00  | 2.01    | 2.02         | 1.96  | 1.99    | 2.01    |
| LA (%)     | 94.48                 | 94.35 | 94.41   | 94.61          | 94.44 | 94.53   | 94.86        | 94.59 | 94.73   | 94.68   |
| SA (days)  | 42.63                 | 42.35 | 42.48   | 42.42          | 42.16 | 42.29   | 42.29        | 41.9  | 42.05   | 42.28   |
| FCR (kg)   | 2.03                  | 2.01  | 2.02    | 2.01           | 1.95  | 1.98    | 1.99         | 1.94  | 1.96    | 1.98    |

Source: Survey results of this study. LW: live weight; LA: livability; SA: slaughter age; FCR: feed conversion ratio

The livability percentage of enterprises in the study area was 94.41, 94.53, and 95.12 in small, medium, and large enterprises. Irrespective of the farm size, the livability percentage was almost the same in the study area. The average slaughter age was 42.48 days, 42.29 days, and 42.05 days. It indicated that the average slaughter age, irrespective of enterprise size, was more and less the same. The average live weight was 2.03 kg, 2.01 kg, and 1.99 kg in small, medium, and large enterprises. It revealed that live weight slightly decreased as enterprise size increased. The results found overall production performance of the enterprises' slaughter age was 42.48 days, livability was 94.68%, and live weight was 2.01 kg.

**Table 2. Total cost of production per kilogram live weight in Surkhandarya region**

| Particulars                | Poultry enterprise groups |                 |                 | UZS/kg LW       |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                            | Small (n: 6)              | Medium (n: 10)  | Large (n: 8)    | All enterprises |
| <b>Total variable cost</b> |                           |                 |                 |                 |
| Chick cost                 | 4870<br>(19.1)            | 4892<br>(19.5)  | 4920<br>(20.2)  | 4883<br>(19.6)  |
| Feed cost                  | 17697<br>(69.4)           | 17537<br>(69.9) | 16684<br>(68.5) | 17240<br>(69.2) |
| Veterinary cost            | 280<br>(1.1)              | 301<br>(1.2)    | 316<br>(1.3)    | 298<br>(1.2)    |
| Electricity charges        | 255<br>(1.0)              | 250<br>(1.0)    | 243<br>(1.0)    | 249<br>(1.0)    |
| Other cost                 | 433<br>(1.7)              | 351<br>(1.4)    | 340<br>(1.4)    | 373<br>(1.5)    |
| <b>Total fixed cost</b>    |                           |                 |                 |                 |
| Labor cost                 | 306<br>(1.2)              | 275<br>(1.1)    | 267<br>(1.1)    | 274<br>(1.1)    |
| Housing cost               | 1402<br>(5.5)             | 1329<br>(5.3)   | 1242<br>(5.1)   | 1320<br>(5.3)   |
| Management cost            | 153<br>(0.6)              | 150<br>(0.6)    | 146<br>(0.6)    | 149<br>(0.6)    |
| <b>Total cost</b>          | <b>25500</b>              | <b>25085</b>    | <b>24158</b>    | <b>24786</b>    |

Source: Authors' calculation. Survey results of this study, note: Numbers within the parentheses indicate percentage to total.

The different components that constitute the total cost per kilogram live weight are presented in table 2 respectively. The average total cost was 24786 UZS per kilogram live weight of the broiler for the sample. It was also observed that on average variable costs formed 92.5 percent and fixed costs 7.5 percent of the total cost. On reviewing the size-wise total average cost per kilogram, it can be seen that it was highest, 25500 UZS on small poultry enterprises, followed by 25085 UZS on medium enterprises and 24158 UZS on large enterprises. This finding shows that the cost of production per kilogram decreased with an increase in poultry enterprise size. Considering the scope of this study, the findings may be extended to broiler chicken meat production in Uzbekistan.

## Driving forces and obstacles for transition to organic farming in Issyk-Kul province of Kyrgyzstan

Igor TARANOV<sup>1</sup>, Yoshiko KAWABATA<sup>2</sup>

### Abstract

Kyrgyzstan supported the global sustainability call and embarked on active promotion of organic agriculture. However, low conversion rate indicates that currently undertaken measures may not be adequate and sufficient to change farmers' attitudes. Based on the data from a survey conducted among organic crop production farmers in Issyk-Kul province of the Kyrgyz Republic, we aimed to identify underlying motives for organic conversion and determine the challenges during conversion period. We found three main factors for organic conversion: 1) environmental and human health, 2) philosophical considerations and 3) vision-supportive motives. Findings showed that concerns over environmental and human health prevailed in farmers' decision-making, whereas philosophical motives were less influential. Challenges during conversion period were mostly associated with 1) the lack of necessary inputs, 2) subjective norms and 3) decline in farm performance. This study has both theoretical and practical implications. Theoretically, the research contributes to a very limited body of literature on organic conversion in Kyrgyzstan. Practically, revealed conversion motivations and barriers may be used by policymakers and other stakeholders to facilitate informed decision-making process.

**Key words:** organic farming, organic conversion, motives, barriers, organic aimak, Issyk-Kul, Kyrgyzstan

### 1. Introduction

Following the global trend, Kyrgyzstan has recently embarked on promoting organic agriculture. According to the latest statistics by IFOAM, in 2020, the total number of organic farmers in Kyrgyzstan reached 1144, including those in conversion (Willer et al., 2022). Moreover, in 2021, there were 889 PGS (Participatory Guarantee Systems) organic farmers (Anselmi & Moura e Castro, 2022). However, the total number of farms and individual entrepreneurs engaged in agriculture in Kyrgyzstan amounted to 462.5 thousand units by the end of 2020 (National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic, 2021). As observed, low ratio of organic producers and slow uptake of organic farming remain unsolved problems. As farmers' motivations and conversion barriers influence decisions, farmers' attitudes and motives represent acute issues of sustainability (Karami & Keshavarz, 2010). Consequently, the main goal of the study was to understand current pattern of transition to organic farming through identifying underlying conversion motives and obstacles during organic conversion.

### 2. Materials and Methods

The study was conducted in Issyk-Kul province of Kyrgyzstan, due to its active engagement in the promotion of organic farming and special legal status. Population of research interest covered organic farmers from organic aimaks (territories) benefitting from "Organic aimak" project being implemented by Federation of Organic Movements "Bio-KG".

Questionnaire survey was employed as a data collection tool. Survey was conducted in December 2022. Questionnaire design was based on extensive review of the literature and prior discussions with organic farmers and experts domestically and abroad. Also, The Theory of Planned Behavior developed by Ajzen (1985, 1991) was used as a theoretical framework.

Multistage stratified random sampling was used to collect the data pertinent to the research objectives. Questionnaires were distributed among 160 randomly selected certified organic farmers, residing in four organic aimaks of Issyk-Kul province, namely Aral, Kun-Chygysh, Aksuu and Tosor. 158 organic farmers returned questionnaires. Effective sample size was 142 respondents after cleaning the data (88.75% of the sample). Methods of descriptive and inferential statistics were applied. Particularly, R statistical package was used for descriptive statistics (frequencies, percentages, means, standard deviations) and Latent Variable Analysis package (lavaan\_0.6-10) was used to perform confirmatory factor analysis (CFA). Fit indices (RMSEA, SRMR, CFI and TLI) were utilized to evaluate fitness of the CFA models.

<sup>1</sup> Department of Symbiotic Science of Environment and Natural Resources, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

### 3. Results

#### 3.1. Motives for Organic Conversion

To identify motives for organic conversion, respondents were asked to select one appropriate option from a five-point Likert scale (from 1 = “strongly disagree” to 5 = “strongly agree”). By the results of CFA, three motivational factors were evaluated, namely 1) environmental and human health, 2) philosophical considerations, and 3) vision-supportive motives. All factors had good internal consistency and acceptable construct reliability: Cronbach’s alpha > 0.7; Raykov’s rho > 0.7 (George & Mallery, 2016; Hair et al., 2010). Three-factor model demonstrated acceptable fit indices. Fit indices of the CFA model on organic conversion motives are presented in Table 1.

**Table 1**

Fit indices of the CFA model on organic conversion motives.

| Fit indices                                     | Acceptable value | Extracted value | Result   |
|-------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------|
| Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) | $\leq 0.06$      | 0.036           | Accepted |
| Comparative Fit Index (CFI)                     | $\geq 0.95$      | 0.980           | Accepted |
| Tucker Lewis Index (TLI)                        | $\geq 0.95$      | 0.971           | Accepted |
| Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)   | $\leq 0.08$      | 0.066           | Accepted |

Note. Acceptable values adopted from Brown (2006).

#### 3.2. Obstacles during Conversion Period

To conduct CFA of barriers for organic conversion, respondents were asked to rank the challenges they faced during conversion period by choosing one option from a five-point Likert scale (from 1 = “not at all” to 5 = “extremely serious”). Three factors of barriers during conversion were analyzed, namely 1) subjective norms, 2) inputs, and 3) farm performance. Proposed latent variables had high values of internal consistency and construct reliability, as both Cronbach’s alpha and Raykov’s rho were  $\geq 0.8$ . Three-factor model produced good fit indices. Table 2 illustrates the results of CFA for the obstacles during conversion period.

**Table 2**

Fit indices of the CFA model for the obstacles during conversion period.

| Fit indices                                     | Acceptable value | Extracted value | Result   |
|-------------------------------------------------|------------------|-----------------|----------|
| Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) | $\leq 0.06$      | 0.045           | Accepted |
| Comparative Fit Index (CFI)                     | $\geq 0.95$      | 0.989           | Accepted |
| Tucker Lewis Index (TLI)                        | $\geq 0.95$      | 0.983           | Accepted |
| Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)   | $\leq 0.08$      | 0.047           | Accepted |

Note. Acceptable values adopted from Brown (2006).

### 4. Discussion and Conclusions

In this study, we investigated motivating factors leading farmers to organic conversion and obstacles farmers had during conversion period. Two CFA models were designed and tested. We found that farmers’ conversion motives were three-fold. By comparing factor loadings, means, and Raykov’s rho values, we identified that environmental and human health was a dominant factor of organic conversion. It is consistent with the findings from other studies (e.g., Cranfield et al., 2010; Koesling et al., 2005). Vision-supportive motives and philosophical considerations ranked second and third.

Results of the second CFA indicated that the main impeding factors were comprised of subjective norms, inputs and farm performance. Lack of organic inputs during transition period was ranked as the most significant barrier. These findings are supported by those of Avasthe et al. (2019). Inputs’ deficit had direct implications for farm performance. However, reported decrease in crop yields was not substantial and accounted to approximately 9-10% compared to pre-conversion period. Overall, conversion obstacles were described by organic farmers as minor difficulties.

The results of the study indicate that organic conversion is a multidimensional phenomenon as described in the literature. Thus, practical implication of the findings is that policies aimed at promoting organic agriculture should take into consideration the whole array of factors, if to be effective.

Findings of the study contribute to our knowledge of organic conversion pattern among organic farmers in Issyk-Kul province and, thereby, can be used by policymakers to design measures for further promotion of organic farming and by other researchers to replicate the study and deepen our understanding of organic movement in Kyrgyzstan.

## Food Consumption Practices as Social and Economic Markers in Georgia

Mariam BOKUCHAVA<sup>1</sup>, Yoshiko KAWABATA<sup>2</sup>

### Abstract

This study aims to determine and evaluate food choice motives in a sample population in the Republic of Georgia. It also identifies how social and economic characteristics determine the food consumption practices in the given population sample. It will help to better understand the current socio-economic conditions in terms of food consumption. The study utilizes the Food Choice Questionnaire (FCQ) designed by Steptoe, Pollard & Wardle (1995) and demographic survey as the research instrument to obtain data from the consumers. The FCQ is a 36-item instrument assessing the importance of factors that influence daily food choice motives. The study will also assess how gender, age, income and other socio-demographic factors influence the food choice practices among the given sample.

### Introduction

Food consumption practices is an interdisciplinary body that examines the relations between food, culture, and society through the humanitarian, sociological, and scientific disciplines, in addition to the economy. Moreover, food consumption practices are affected by food security and accessibility to food within communities. Understanding the preferences of Georgian consumers in the suggested study area can be challenging, due to the past and current socio-economic conditions in the country. According to Dagevos (2005), even though some demographic variables might have some impact on food choice practices, their explanatory power has been decreasing especially in developed countries.

### Materials and methods

The research puts forward the following hypothesis: "Food consumption practices of the Georgian population are influenced by their social and economic circumstances". The survey has been performed in Samegrelo-Zemo Svaneti region, Zugdidi Municipality. Data was collected through a survey of consumers, who were randomly selected at shopping areas and public places. Due to the data cleaning process, a total of 133 completed questionnaires have been kept for further analysis. The sample includes 74 females (55.6%) and 54 males (44.4%). A high proportion of employed (54.1%), married (45.1%) and

---

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

cohabitating (85.7%) subject was identified. Table 1 describes the characteristic of the participants by socio-demographic characteristics, that are important for the study.

**Table 1**  
Socio-demographic Characteristics of Respondents ( $n=133$ )

| Variable                                     | Frequency | %     | Results and Discussion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------|-----------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sex                                          |           |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Female                                       | 74        | 55.6% | In regard to the FCQ questionnaire administered along with the demographic survey, an explanatory factor analysis (EFA) will be conducted. The Principal Component Analysis (PCA) with varimax rotation will be applied to find a better fitted model for the given sample.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Male                                         | 59        | 44.4% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Age                                          |           |       | The majority of the sample (87.9%) has an independent source of income. Among the consumers who indicated that they never eat outside( $n= 25$ ) , 48% of them had income below 400 GEL. In addition, 21.1% ( $n= 23$ ) of total sample also belong to the personal income range of < 400 GEL. A moderately negative correlation were found between the range of income and frequency of eating outside their house (cafes, restaurant, etc.), $r(120) = -.27, p < 0.01$ A moderate positive correlation was also found between the personal income range and the amount spent of eating outside their house, $r(120) = .47, p < 0.001$ . A significant correlation was also found between age and marital status, $r(131) = .49, p < 0.001$ . |
| 18-24                                        | 22        | 16.5% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 25-34                                        | 30        | 22.6% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 35-44                                        | 29        | 21.8% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 45-54                                        | 28        | 21.1% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 55-64                                        | 14        | 10.5% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| >64                                          | 10        | 7.5%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Marital status                               |           |       | A further statistical analysis must be conducted to identify other significant correlation coefficients between the demographic factors and food consumption motives. We will also attempt to identify clusters of the consumers once the PCA with varimax rotation is conducted for the given items along with the EFA, as the sample size might be sensitive for the original 36-item FCQ model fit indices.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Single                                       | 55        | 41.4% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Married/partnered                            | 60        | 45.1% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Divorced/Separated                           | 6         | 4.5%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Widowed                                      | 11        | 8.3%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Other                                        | 1         | 0.8%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Highest educational level                    |           |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| High School Diploma                          | 23        | 17.3% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Vocational or Specialist School              | 34        | 25.6% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Bachelor's Degree                            | 47        | 35.3% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Master's Degree                              | 24        | 18.0% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Other                                        | 5         | 3.8%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Employment                                   |           |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Student                                      | 12        | 9.0%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Self-employed                                | 25        | 18.8% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Employed                                     | 72        | 54.1% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Retired                                      | 10        | 7.5%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Unemployed                                   | 14        | 10.5% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Household Dimension <sup>a</sup>             |           |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1                                            | 19        | 14.3% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2                                            | 20        | 16.5% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3                                            | 34        | 25.6% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4 or more                                    | 58        | 43.6% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Number of children in household <sup>a</sup> |           |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 0                                            | 77        | 57.9% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1                                            | 25        | 18.8% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2                                            | 22        | 16.5% |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 or more                                    | 9         | 6.8%  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## **The Role of the Second Community Agricultural Resource Management and Competitiveness Project in the Economy of Armenia**

Davit MEJLUMYAN<sup>1</sup>, Yoshiko KAWABATA<sup>2</sup>

### **Abstract**

About 60% of the agricultural land in Armenia is pasture and grassland in the country's mountainous areas, where livestock production is the most important economic activity. Livestock productivity is constrained mainly by unmanaged and unsustainable use of pasture resources, with severe overgrazing and degeneration of nearby pasture areas and under-utilization of remote pasture areas, poor quality and shortage of winter fodder, animal health problems, and poor genetic resources. This work presents the activities carried out under the "Second Community Agriculture Resource Management and Competitiveness" Project, by components, as well as an analysis of the Project targets based on the Results Framework.

*Keywords: pasture, stock watering, cooperative, business project, value chain, food safety.*

### **1. Introduction**

The Government of Armenia with in cooperation with the World Bank have developed the "Second Community Agriculture Resource Management and Competitiveness" Project, which is aligned with the Government's Agricultural Sustainable Development Strategy objectives to promote sustainable agricultural development, ensure greater food security, and increase rural incomes. The Project started operating in January, 2015 and completed in October 2022. The Project Development Objective is to improve productivity and sustainability of pasture and livestock systems in targeted communities, and increase the marketed production from selected livestock and high value agri-food value chains. The main beneficiaries of the project are pasture users, farmer cooperatives and associations, food business operators and state organizations.

The project consists of three main components: 1. Development of Community/Pasture Livestock Management System, 2. Value Chain Development., 3. Strengthening Public Sector Institutions.

### **2. Materials and methods**

2.1 Under the Component 1 Pasture management plans have been developed and Community Pasture User Association Consumer Cooperatives have been established (with more than 10.600 members, of which about 2.500 women) in 109 communities/settlements of 8 Provinces of Armenia. The average grant amount was about \$200,000 per Community (including Cooperative). Beneficiaries co-financing should be 5% for public infrastructure and 20% for agricultural machinery.

- Pasture stock watering construction works are completed in 98 communities (249 km waterline, 239 stock watering points, 48 shepherd houses, 52 barns).
- 1028 units of agricultural machinery were provided for 88 cooperatives, including 207 tractors, 111 baling machines and 710 units of other agricultural tools.
- 2456 persons including 519 women of various social, age and gender groups (cooperative members and chairmen, community mayors, accountants) from 109 communities of Armenia were provided trainings on pasture use, creating a cooperative budget, cash flow management, accounting, cooperative members rights and responsibilities, Project social safeguards, prevention of adverse environmental impact, degradation control, pasture improvement.

2.2 Under the Component 2 the amount of targeted funding for the business projects was a maximum of \$50,000, with at least 50% co-financing from the project beneficiaries.

- On a competitive basis 99 business projects/ideas have been financed and implemented.

2.3 Under the Component 3 the following activities were carried out (75-25% with the project and the state fund).

- Food Safety Inspection Body, Republican Veterinary-Sanitary and Phytosanitary Laboratory Services Center, Veterinary Union of Armenia, Gyumri Selection Station, Center for Agricultural Services, Scientific Center of Vegetable, Melon and Industrial Crops and Armenian National Agrarian University were supported within the Project. All institutions received new assets based on needs assessments, as well as soft support for the capacity building (including: 500 medical refrigerators, 11 vehicles, laboratory and scientific equipment, establishment greenhouses etc.).
- 4 new Veterinary Service Centers have been established and furnished in 4 Provinces of Armenia.
- 34 community veterinarians and other persons have been mobilized and respective trainings were delivered, veterinary equipment and instruments were granted to them.

<sup>1</sup> PhD student, Department of Symbiotic Science of Environment and Natural Resources, TUAT, [mejlumyan.davit@gmail.com](mailto:mejlumyan.davit@gmail.com)

<sup>2</sup> Associate Professor, Dr., Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, [yoshikok@cc.tuat.ac.jp](mailto:yoshikok@cc.tuat.ac.jp), Tel&Fax: +81-42-367-5735

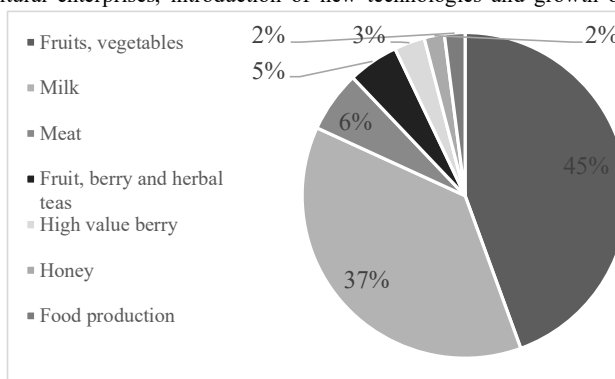


- Trainings have been organized and delivered to the 55 food safety inspectors and other specialists; small instruments have been granted to the participants of the trainings.
- Animal collection points were constructed in 19 communities for animal numbering and vaccination.

### 3. Results and Discussions

As a result, the implementation of the Project has fostered:

- 128.000 hectares inefficiently used pastures were irrigated and become more suitable for purposeful usage, and milk production increased by 30%.
- The provision of veterinary services and animal health have been improved, access to quality veterinary medicine and supplies has been facilitated, the skills and awareness of veterinarians and farmers have been improved.
- Modernization of production capacities of agricultural enterprises, introduction of new technologies and growth of productivity by at least 20-25%.
- Increase production volumes of agricultural food production by 25-35%.
- Export growth of agricultural products by 30-35%, as well as increase competitiveness of products, entering new markets and diversification.
- In 83 out of the 99 business programs, have been introduced various food safety management systems (particularly ISO 22000-2005, HACCP, GMP etc.) of which 18 have been certified.
- Creation of new job places (240-250 people).



**Figure 1: Percentage of funded projects by value chains.**

**Table 1: Project Progress Analysis based on the “Results Framework.”**

| <b>Component 1</b> |                                                                                                                                                            |                 |          |                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------------|
| N                  | Indicator Name                                                                                                                                             | Unit of Measure | Actually | Planned Target |
| 1                  | Increased livestock productivity measured by milk productivity (for cattle)                                                                                | Milk/year       | 1.669    | 1,700          |
| 2                  | Number of animals sold - sheep                                                                                                                             | Num             | 29.895   | 44,000         |
| 3                  | Number of animals sold - cattle                                                                                                                            | Num             | 21.402   | 33,000         |
| 4                  | Improved community level pasture and livestock system management effectiveness                                                                             | Average score   | 55.7     | 50             |
| 5                  | Additional number of Community Pasture User Association Consumer Cooperatives implementing pasture management and livestock development plans (cumulative) | Num             | 109      | 100            |
| 6                  | Targeted clients who are members of an association                                                                                                         | %               | 39       | 40             |
| 7                  | Targeted clients who are members of an association – male                                                                                                  | Num             | 7540     | 7500           |
| 8                  | Targeted clients who are members of an association – female                                                                                                | Num             | 2300     | 2500           |
| 9                  | Clients days of training provided                                                                                                                          | Num             | 4668     | 2240           |
| 10                 | Clients days of training provided - female                                                                                                                 | Num             | 1027     | 240            |
| 11                 | Land area where sustainable land management practices have been adopted as a result of the project (cumulative)                                            | ha              | 128,150  | 110,000        |
| <b>Component 2</b> |                                                                                                                                                            |                 |          |                |
| 12                 | Sub-project investments completed (cumulative)                                                                                                             | Num             | 99       | 50             |
| <b>Component 3</b> |                                                                                                                                                            |                 |          |                |
| 13                 | Food safety inspectors trained under the project                                                                                                           | Num             | 55       | 50             |

The Project almost fully achieved its objectives (intended outcomes) and implemented almost all planned activities. However, some sub-components and activities have been skipped, but upon provision of firm justifications and necessity (such as due to lack of funds). Incomplete achievement of the assigned Project development objectives took place mostly due to external factors, which were out of the control of the Project implementation team (such as the COVID-19 pandemic and the war in Artsakh).

## “Assessment of the potential of Robusta organic coffee in Vietnam”

Le Thi Cam Nhung<sup>1</sup>, Yoshiko Kawabata<sup>2</sup>

### 1. Introduction

The coffee sector provided a livelihood for 25 million farmers and their families. The two commercial coffee cultivars are Arabica (*Coffea arabica*) and Robusta (*Coffea canephora*), which were produced in more than 50 countries [1]. In Viet Nam, Robusta coffee occupied 97% of the total national output volume [2]. Currently, a lot of coffee farmers in Viet Nam participated in sustainable certified programs, this would be a fundamental step toward to reach higher standards such as organic certificates. Although Viet Nam is the largest Robusta coffee producer in the world, organic coffee in this nation has not reached its potential yet. Therefore, the aim of this study is to investigate factors that influence coffee peasants to take part in certified coffee programs in Dak Lak province, Viet Nam.

### 2. Study site and method

Most Robusta coffee in Viet Nam is cultivated in the Central Highland. Dak Lak geographically is a center of the Central Highlands. This province topped the list with 213,336 ha, which accounted for 32.45% of the total coffee areas in this region (Provincial Statistical Yearbook, 2021).

A structured questionnaire was employed to collect data from 100 certified and non-certified coffee farmers. The logit function is employed to predict the probability of farmers' participation in certified programs using R studio version 2022.12.0.353.. The independent variables are the number of children in the family, number of farm family members engaged in full-time labor on farm, age of coffee plantation, cooperatives membership, intercrop, interest in organic farming, and general information of respondents including age, gender, educational background, marital status and experience.

**Table 1.** Logistic regression results of coffee farmers' participation in certified systems

| Variables                                                                              | $\beta$ | S.E.       | z      | pr(> z )        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|--------|-----------------|
| (Intercept)                                                                            | -20.640 | 12,540.000 | -0.002 | 0.9987          |
| Number of children                                                                     | -1.079  | 0.414      | -2.604 | <b>0.0092**</b> |
| Number of family members engaged in full-time labor on farm                            | 0.125   | 0.059      | 2.140  | <b>0.0323*</b>  |
| Age of coffee plantation                                                               | 4.123   | 1.383      | 2.981  | <b>0.0029**</b> |
| Intercrop (Yes)                                                                        | 2.978   | 1.239      | 2.404  | <b>0.0162*</b>  |
| Interest in organic farming (Yes)                                                      | 2.122   | 1.078      | 1.969  | <b>0.0490*</b>  |
| Cooperatives membership (Yes)                                                          | 4.159   | 1.425      | 2.919  | <b>0.0035**</b> |
| Age (20 to 29)                                                                         | -23.580 | 9,948.000  | -0.002 | 0.9981          |
| Age (30 to 39)                                                                         | -4.270  | 2.195      | -1.945 | 0.0517          |
| Age (40 to 49)                                                                         | 0.826   | 1.284      | 0.643  | 0.5203          |
| Age (50 to 69)                                                                         | 0.898   | 1.105      | 0.813  | 0.4160          |
| Gender (Male)                                                                          | 0.105   | 0.963      | 0.109  | 0.9132          |
| Education (High school)                                                                | -20.980 | 9,921.000  | -0.002 | 0.9983          |
| Education (Other)                                                                      | 4.948   | 9,926.000  | 0.000  | 0.9996          |
| Education (Under primary)                                                              | -22.910 | 9,921.000  | -0.002 | 0.9982          |
| Education (Secondary)                                                                  | -21.730 | 9,921.000  | -0.002 | 0.9983          |
| Marital status (Having children)                                                       | 10.450  | 4,493,000  | 0.002  | 0.9981          |
| Marital status (No children)                                                           | 23.980  | 13,320.000 | 0.002  | 0.9986          |
| Marital status (Single)                                                                | 13.840  | 4,493.000  | 0.003  | 0.9975          |
| Experience (>20)                                                                       | 20.260  | 9,948.000  | 0.002  | 0.9984          |
| Experience (10 to 20)                                                                  | 22.100  | 9,948.000  | 0.002  | 0.9982          |
| Experience (5 to 9)                                                                    | -13.910 | 14,830.000 | -0.001 | 0.9993          |
| Number of observations: 100; LR $\chi^2$ : 65.968; Pseudo R squared Nagelkerke: 0.701; |         |            |        |                 |
| Log likelihood: -25.342 (df=22)                                                        |         |            |        |                 |

Notes: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>2</sup> Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

### 3. Results and discussions

The coefficient related to the number of children in the family showed a negative influence on the attendance of coffee producers in certified programs, which is significant at the 5% level. On the other hand, the remaining coefficients indicated a reverse trend. Specifically, the number of full-time labor on farm, age of coffee plantation, intercrop, interest in organic farming, and cooperatives membership positively make an obvious trend in participation in coffee certified systems. The Pseudo R squared Nagelkerke measured the goodness-of-fit of the logistic model, which has a strong explanation power for the proportion of variance of the outcome variable at 70.1%.

Figure 1 illustrated the relation between predictor variables and predicted probability of getting coffee certificate. It provided a visual tool to evaluate the accuracy and fit of the logit model. The predicted probability of getting certificate ranges from 0 (without certificate, in purple) to 1 (with certificate, in turquoise). The overall trend indicated that the peasants, who possessed coffee certificates, were predicted to have a high probability of obtaining certificates. The data points of farmers, who did not possess certificates, were predicted to have low probabilities of being a certified coffee member. Based on the result of the figure 1, it is clear to see that the model predicted quite consistently accuracy.

### 4. Conclusions

Coffee is one of the key crops in the Central Highland in general and in Dak Lak province. Currently, most coffee areas in Vietnam are conducted by conventional methods. To encourage conventional farmers to switch to certified coffee production, especially organic cultivation, it is very important to find out which factors impact their decisions. Through this study, the number of children in the family, the number of farm family members engaged in full-time labor on the farm, the age of the coffee plantation, cooperatives membership, intercrop, and interest in organic farming indicated statistically significant effects on the certified participation of coffee farmers. Organic development in Vietnam is possible [3]. An advantage for coffee producers to develop organic coffee is a project on the

development of organic agriculture in the period of 2020 to 2030 that had been issued by the Viet Nam government. Therefore, the results of this study would be significantly fundamental for policymakers to refer to before issuing the policy to promote organic coffee in the future.

### REFERENCES

- [1] "coffee-development-report-2019.pdf." Accessed: Jan. 20, 2023. [Online]. Available: <http://www.ico.org/documents/cy2021-22/coffee-development-report-2019.pdf>
- [2] "icc-124-9e-profile-vietnam.pdf." Accessed: Jan. 20, 2023. [Online]. Available: <http://www.ico.org/documents/cy2018-19/icc-124-9e-profile-vietnam.pdf>
- [3] Pham S., *Nông nghiệp hữu cơ xu hướng tất yếu tham gia chuỗi nông sản toàn cầu [Organic agriculture is an inevitable trend in participating global agricultural chain]*. Ho Chi Minh, Viet Nam: Science and Technics Publishing House, 2019.

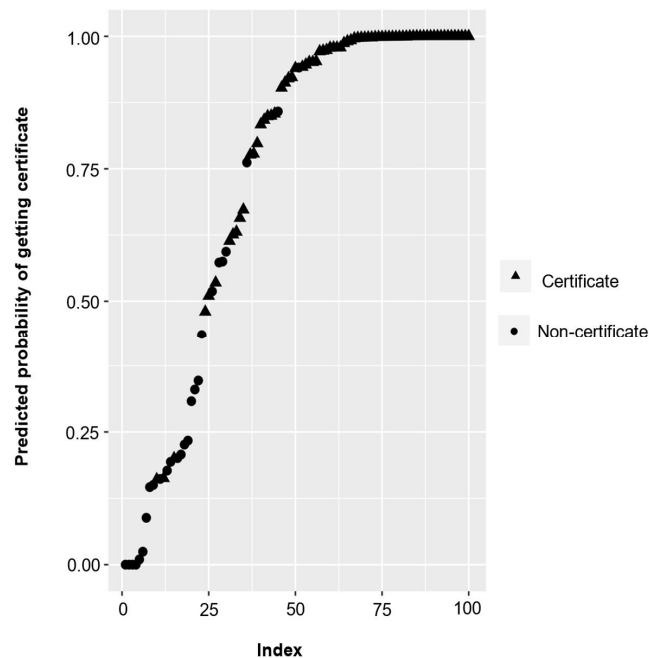


Figure 1. Predictive performance of the probability of certified coffee participation

## ジブチ共和国放牧地における固定翼 UAV 及び深層学習を用いた植生バイオマスの推定

Estimation of Vegetation Biomass Using Fixed-Wing UAV and Deep Learning  
in Pasturelands in the Republic of Djibouti

山本翔太 (東京農業大学大学院 地域環境科学研究科 農業工学専攻)

Shota Yamamoto (Tokyo University of Agriculture Department of Agricultural Engineering)

ジブチ共和国の山岳部におけるヤギや羊の放牧は遊牧民の主要産業の一つである。効率的な放牧の実施には家畜の餌となる植物の所在を把握することが求められるが、現地の遊牧民が有する植生把握の手段は目視や経験則に限られており、起伏に富んだ地形と広大な面積を有する放牧地では活動が制限される。本論文ではドローンによる航空写真撮影と深層学習を用いた画像解析によって、計量的な植生の総量を可能にする手法を検討する。

調査では固定翼 UAV に RGB カメラ及びマルチスペクトルカメラを搭載し、空撮を実施した。なぜなら、一般に広く普及するマルチコプター型ドローンは安定した飛行が可能な反面、航続性能が不足していたからだ。そこで、長い航続時間を有する飛行機型ドローン「固定翼 UAV」による撮影を実施し、最大で 1.65 km<sup>2</sup> の放牧地のオルソモザイク画像を構築した。オルソモザイク画像は地理情報ソフトウェア「ArcGIS Pro」上で連続した画像チップに分割し、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) による植生の検出を実施した。

植生検出の平均適合率 (mAP) は 76.8% であり、植生検出における深層学習の有用性が示された一方、画像のブレや地表の誤認識による検出ミスが散見された。今後はディープラーニングモデルの改善による検出精度の向上を目指すとともに、地表面データを用いた植生の体積推定を実施し、当該放牧地における植生バイオマスの推定試行に順次移行する予定である。

In the mountainous areas of Djibouti, goat and sheep grazing is one of the major industries of nomadic herders. Efficient grazing requires the location of plants that serve as food for livestock, but local nomads have only visual and empirical means of identifying vegetation, which limits their activities in pastures with rugged terrain and large areas. In this paper, we investigate a method to estimate the total quantitative amount of vegetation "vegetation biomass" by aerial photography by drones and image analysis using deep learning.

In this study, aerial photography was conducted using a fixed-wing UAV equipped with an RGB camera and a multispectral camera. The reason is that the widely used multicopter drones are capable of stable flight, but lack in cruising performance. Therefore, we used a fixed-wing UAV, which is an airplane-type drone with a long cruising time, to construct an orthorectified mosaic image of a grazing area of up to 1.65 km<sup>2</sup> in size. The ortho-mosaic image was divided into a series of image chips on the geographic information software "ArcGIS Pro", and vegetation detection was conducted using convolutional neural networks (CNN).

The average precision of vegetation detection was 76.8%, indicating the usefulness of deep learning in vegetation detection. On the other hand, detection errors due to image blurring and misrecognition of the ground surface were observed in some cases. In the future, we plan to improve the detection accuracy by improving the deep learning model, estimate the volume of vegetation using the ground surface data, and gradually move to the trial of estimating the vegetation biomass in the pastureland.



## 塩害防止のための薬草栽培におけるエンドファイトの活用

### Utilization of endophyte for cultivation of medicinal plants for preventing salinization

依田幸子、川端良子（東京農工大学）

#### 1. はじめに

ウズベキスタンは中央アジアに位置する二重内陸国であり、灌漑による農業が営まれてきた。しかしソ連時代から続く大規模な綿花栽培や古い灌漑設備などにより塩害が進行している（Kulmatov・Khasanov, 2021）。乾燥や塩類耐性を持つ植物は、塩害の進行した地域で栽培する作物として、代替作物の可能性を有している。

マオウ(*Ephedra* 属)はウズベキスタンや中国等、中央アジアに自生する薬草である。漢方として古くから利用されてきたが、日本はこれを 100%中国からの輸入に依存している(山本ほか 2021)。しかし現在中国が国内需要を優先するため輸出を厳しく制限しており、日本にとって新たな供給地が求められる。そこでまだ栽培されておらず、岩場や山の斜面に自生する *Ephedra equisetina* の栽培に向け様々な研究が行われている。

本研究では乾燥地に生息する *E. equisetina* が、環境に適応するため細菌などの共生菌を利用すると考え、共生微生物であるエンドファイトに注目し、乾燥耐性や成長促進の役割をもつエンドファイトを明らかにし、その働きを特定することを目的とした。特に本研究では *E. equisetina* からエンドファイトの単離および種の同定を行った。また、過酷な環境に生息する *E. equisetina* の乾燥や塩害に強いという特徴から、根に共生微生物がいるのではないかと考え、森林などで根部に多く見られる糸状菌エンドファイトについて実験を行った。

#### 2. 実験方法

本研究では、①エンドファイトの単離に適した培地と単離法の選定、②単離及び DNA 解析の 2 つの実験を行った。実験は東京農工大学で行われ、*E. equisetina* 苗は昭和薬科大学で発芽、2 年生育したものを使用した。

①適した培地と単離法の選定では、2 種類の培地 Potato Dextrose Agar(PDA)培地と Corn Meal(CM)培地、2 種類の単離法(切片法、粉碎法)において発生した菌の量や種数を比較した。②単離及び DNA 解析では生育に問題のない 6 株を使用し、前の実験結果を基に 2 種類の培地かつ切片法で宿主植物からエンドファイトを単離した。その後、形態的分類と分子的分類を行った。

#### 3. 結果

①適した培地と単離法の選定において、培地による発生率の違いは見られなかった。一方発生した菌の種数は PDA 培地でより多く見られた。単離法においては、切片法はすべての切片から菌が発生したが、粉碎法はほとんど見られなかった。この結果から、*E. equisetina* からのエンドファイト単離には切片法が適していると考えられる。また、PDA 培地と CM

表 1：①適した培地と単離法の選定の結果

|     |         | PDA 培地 |          | CM 培地  |          |
|-----|---------|--------|----------|--------|----------|
|     |         | 根      | 茎        | 根      | 茎        |
| 切片法 | 発生した切片数 | 9(60%) | 15(100%) | 5(33%) | 15(100%) |
|     | 種数      | 2      | 4        | 2      | 4        |
| 粉砕法 | 発生した枚数  | 0(0%)  | 3(50%)   | 0      | 2(33%)   |
|     | 種数      | 1      | 2        | 0      | 1        |

培地からは異なる菌が発生したことから、培地を限定することなく、以後の実験では切片法で2種類の培地を使用し実験を行うこととした。

②単離及びDNA解析では、6株の *E. equisetina* から茎と根それぞれ1株あたり30片ずつ培養し、分子的分類の結果PDA培地から39種、CM培地から23種の菌が発生した。以上2つの実験結果より、*E. equisetina* の単離において代表的なPDA培地とCM培地の両方から、粉砕法に比べ

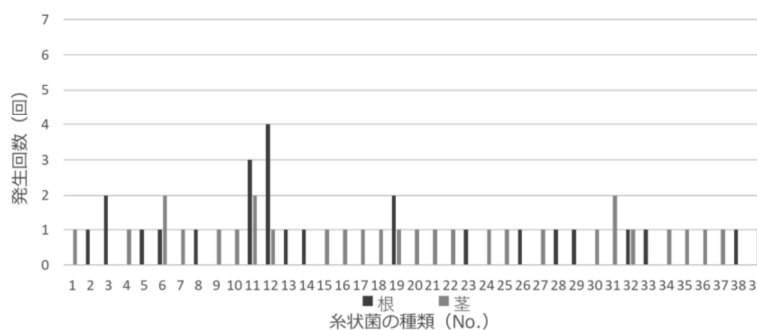


図 1：②単離及びDNA解析における形態的分類の結果(PDA培地)

切片法で多くの菌が発生した。培地による菌種の発生頻度を比較すると、PDA培地はCM培地よりも茎、根ともに多様性が高くなった。CM培地では茎において比較的多様な菌が見られたが、根においては1種の発生頻度が高くなった。この菌は *E. equisetina* の根に生息する優

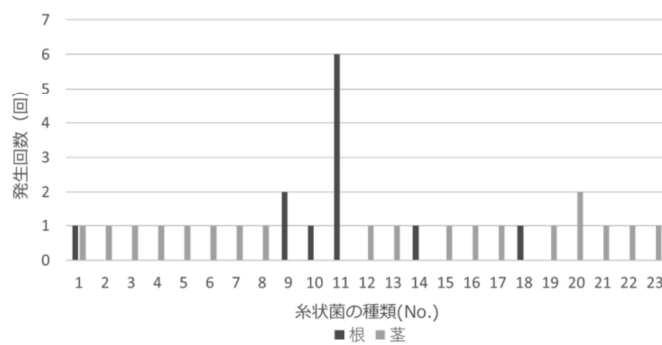


図 2：②単離及びDNA解析における形態的分類の結果(CM培地)

占種の可能性があり、宿主植物の生育に関する何らかの影響を持つ可能性が考えられる。今回単離したエンドファイトの植物内における役割を調査することで、今後エンドファイトを活用し塩害対策として栽培に応用できる植物の可能性が広がることが期待できる。

【参考文献】

Rashid Kulmatov, Sayidjakhon Khasanov, SarvarOdilov, Fadong Li(2021): Assessment of the Space-Time Dynamics of Soil Salinity in Irrigated Areas Under Climate Change: a Case Study in Sirdarya Province, Uzbekistan, *Water Air Soil Pollut*, 232(5)

山本豊, 笠原良二, 平雅代武田修己樋口剛央山口能宏白鳥誠佐々木博(2021): 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告(2), *生薬学会誌* 75(2), 89-105

ウズベキスタンにおける日本品種のチャの栽培に関する研究

Study on cultivation Japanese varieties of tea in Uzbekistan

花好勇太、川端良子(東京農工大学)

1. 導入

中央アジアに位置するウズベキスタンは、お茶の消費量が多い国として知られている。しかし、ウズベキスタンではチャ (Camellia sinensis)は栽培されておらず、茶葉の輸入額は年間 4,000 万ドルを超えている。そのため、ウズベキスタンでチャ栽培が実現すれば、輸入量の削減や農家の新たな収入源につながる事が期待される。

チャは熱帯・亜熱帯地域原産であり、温暖で湿潤な気候を好み pH の低い酸性土壌で生育が良好になる。一方、ウズベキスタンは内陸性気候の乾燥地であるため、降水量が少なく夏季は特に乾燥する。その結果、土壌中の水分が上向きに移動し、毛細管現象によって表層に塩基が蓄積され、土壌 pH が上昇する。また、ウズベキスタンには Chilla と呼ばれる40日間の気候が厳しくなる期間が年 2 回あり、夏の Chilla は 40°Cを超え、冬の Chilla は-10°Cを下回る日が続く。

先行研究ではチャの成長は高 pH と高レベルの塩基を含む土壌で阻害され(Watanabe, 1993)、土壌 pH が 6.5 を超えると茶の木は徐々に成長を停止し、pH が 7.0 を超えると枯れることが明らかになっている(Lia, 2016)。しかし、土壌 pH が 6.5~7.3 の範囲の乾燥地のオーストラリアで、日本品種のチャの栽培に成功した事例も存在する(Seki, 2013)。

そこで本研究では、ウズベキスタンでのチャ栽培実現に向けて日本からウズベキスタンにチャの苗木を送り、実験1のポット栽培と実験2の露地栽培を実施した。本研究の目的は、(実験1)ピートモスの土壌改良としての効果を測定すること、(実験 2) ウズベキスタンにおける日本品種のチャの栽培適性を評価することである。

2. 実験方法

2.1 実験1

2021年4月より、タシケント農業大学にて、ピートモスを用いたポット栽培を実施した。培養土の成分は、ピートモス:土-80%:20%からピートモス:土-20%:80%まで10%ずつ変え、品種:「さやまかおり」と「ふくみどり」の苗木を各成分で 15 本ずつ定植した。ピートモスは土に混ぜると pH を下げる効果があるため、酸性土壌を好む植物の土壌改良として広く使われており、ウズベキスタンでも比較的安価で容易に入手することができる。肥料は硫酸 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(20,5%)を 1 株あたり 5g 供給した。実験開始後、生育差などの栽培データを収集した。

2.2 実験2

2021年4月より、ウズベキスタンの 5 カ所の露地で実施した。5 カ所の栽培場所は、Chilla からの被害を防ぐため、標高の高い山間部を選び、土壌 pH は 6.5~7.0 の範囲であった(図1)。チャの苗木は、タシケント地方アハングラン地区で 150 本、タシケント地方ボストンリック地区ボギストンで 200 本、タシケント地方ボストンリック地区フムゾンで 100 本、カシュカダリヤ地方シャフリサプス地区で 100 本、スルハンダリヤ地方アルティンサイ地区で 100 本定植された。実験2では、実験



図 1. 実験 2 の栽培場所の地図

Iと同様、品種:「さやまかおり」と「ふくみどり」を使用した。肥料は硫酸 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(20,5%)を 1 株あたり 5g 供給した。実験開始後、生存株数や株の状態など、栽培データを収集した。



### 3. 結果と考察

#### 3.1 実験1

図2は、培養土の成分変化に対する成長差を表しており、このデータは、実験開始から約3カ月後の2021年7月14日に測定したものである。図2からわかるように、ピートモスの割合が増えるに連れて、「さやまかおり」と「ふくみどり」の樹高の値も増加した。

これらの結果から、ピートモスはお茶の生育に好影響を与え、土壌改良として有効であることが示唆された。この結果の要因として、ピートモスを使用することで土壌のpHが下がり、アルミニウムが活性化し、お茶の生育に良い影響を与えたと推測される。この結果の他の要因としては、土壌pHが下がることで硝化活性が抑制され、土壌中にアンモニア態窒素が土壌中に多く残ったことも考えられる。

#### 3.2 実験2

図3は、露地栽培の生存株数の推移を示したものである。夏のChillaの後の2021年10月時点では、ボギストン地区を除いて多くのチャ樹が生存していた。しかし、冬のChillaの後の2022年10月時点では、多くの茶樹が枯死した。5カ所の露地に合計650本を植え、2021年10月には514株、2022年10月には僅か44株、生存していた。

これらの結果から、pH6.5以上では「さやまかおり」と「ふくみどり」は生育が損なわれる可能性があり、定植前にpHを下げるなどの土壌改良を行う必要があると考えられる。また、気候に関しては、特に冬のChillaがチャの生育に悪影響を与えたと考えられ、冬季の対策を検討する必要がある。本研究では、一年生苗を定植したが若木は気温障害を受けやすいので、2年生以上の苗木を植えることは冬季の対策になりうる。

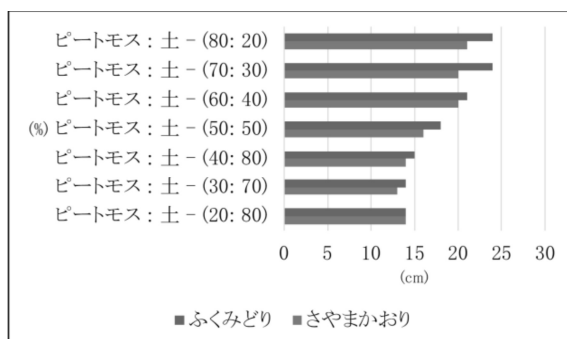


図2. 培養土の成分変化に対する樹高の値

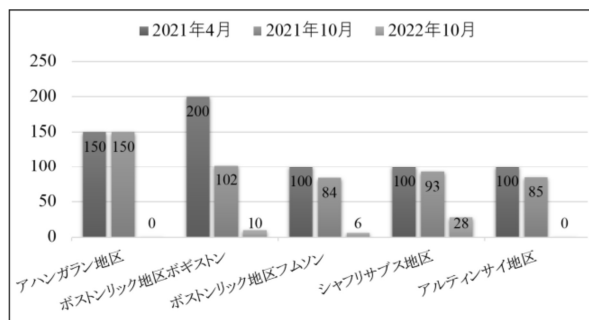


図3. 露地栽培の生存株の推移

#### 4. 結論

ポット栽培では、ピートモスの割合が増加するほど生育は良くなり、ピートモスは「さやまかおり」と「ふくみどり」に対する土壌改良材として有効であることがわかった。また、土壌改良なしでの一年生の「さやまかおり」と「ふくみどり」の露地栽培は困難であり、栽培適性があるとは言い難い結果になった。本研究の結果を踏まえ、pHを下げるなどの土壌改良を行った上で、2年生以上の苗木を定植し栽培する検討が必要である。

#### 5. 参考文献

- Watanabe Naohisa. 1993. Effects of Calcium Source Applied to Tea Field on the Soil and Nitrogen Absorption of Tea Plant. Jpn,J,Soil Sci,Plant Nutr, 64. 134-140.
- Shiyu Lia, Haixia Lib, Changliang Yanga, Yandan Wanga, Hui Xuec, Yanfen Niud. 2016. Rates of soil acidification in tea plantations and possible causes. Agriculture, Ecosystems and Environment. 60-66.
- Seki Yuji. 2013. World Soil / Tea Cultivation in Australia. Food watch Japan. <<https://www.foodwatch.jp/soilscience092>>

## 植生被覆回復による土砂生産抑制を目的としたダム体積土砂有効利用

Effective utilization of dam volume sediment for the purpose of suppressing sediment production by recovering vegetation cover

○緒方天斗(宮崎大学 工学研究科), 入江光輝(宮崎大学)

○Takato Ogata (University of Miyazaki, Graduate school of Engineering), Mitsuteru Irie (Miyazaki University)

### 1. 背景と目的

気候変動による乾燥化や集水域の土地利用改変, 斜面崩壊などにより植生被覆度が低下した地表では降雨時の土砂流出量が極度に増大する. さらに用水や発電等を目的として建設されたダムでは集水域から河川に運搬された土砂が堆積し, 貯水容量の減少による機能の低下が著しい.

本研究では堆砂進行が著しい宮崎県の渡川ダムを例として, 貯水池に堆積した土砂を活用して集水域の土砂生産量を植生回復により抑制する方法について基礎的な検討を行うとともに, 対策を講じた場合の便益による貯水池浚渫費用の負担軽減の可能性について試算した. 同ダム集水域の土地被覆は主に森林であるが, 地質的に大規模な斜面崩壊が頻繁に生じている. また, 近年の国産木材需要増に準じて急速な皆伐が進む. これらによって裸地化した地表面に速やかな植林が望まれるが, その費用は特に育苗期に多くかかる. そこで, 本研究では浚渫処理, 造林のコストを抑えるため, 渡川ダム底泥を有効利用しつつ, 裸地の土砂生産を抑制するための造林に使える資材の作製を試みた.

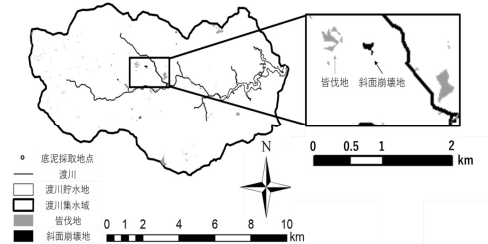


図-1: 宮崎県渡川ダム貯水池とその集水域

### 2. 実験概要

#### (1) 試料特性

試料は2021年に, 図-1に示す地点でエクマンバージ採泥器により船上から採取したものをを用いた. 試料を粒度分析した結果, 本研究で用いる試料は, 粘土分が約25%, シルト分が約70%を占めた.

採泥後, 天日干しで十分乾燥させた. セラミックの試料として用いるのは, 粉碎機に通して粉々にし, 0.25mmのふるいを通るものとした.

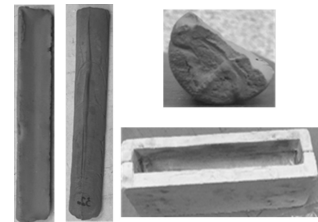


図-2: セラミックボードと石膏型

#### (2) 多孔質セラミックボード作製手法

竹上らはゲルキャスト法による多孔体の作製を提案している(竹上 2005). しかし, ここで固化剤として用いられるエポキシ樹脂は高価であるため, 付加価値の高い多孔質セラミックスを作製するには適していない. そこで, 坂元は乾燥時間とコストを抑えるため, スラリー内部に通電することで発生する熱により, 短期間での乾燥を可能にし, 同時に混合したベーキングパウダーの発泡を促すことで多孔体を作製した(坂本 2020). 同手法では, スラリーを内部より急速に乾燥させることで, 樹脂を添加せずともひび割れを発生させずに孔の構造を保持することを示した. 一方, 多孔質セラミックスを用いた栽培法として, 桑垣らはセラミック栽培を提案している(桑垣 1998). 同手法は, 多孔質セラミックスのもつ小さな空隙により発生する毛管力を利用した栽培法である. 本研究では坂元の手法を基に, 石膏モールドイングでセラミック栽培に使える内径15mm高さ200mmの半円柱型に成形した.

基本配合は底泥と珪砂の重量比が3:1, 含水率は30~32%とした. ベーキングパウダーを0.675wt%添加し, 全重量の0.6%分の分散剤を添加した. これを攪拌後, 絞り器に充填し, 減圧による脱泡を行った. その後石膏型に充填, 脱型し, 100°Cの乾燥炉で12時間乾燥, 1000°Cの電気炉で1時間焼成を行った.

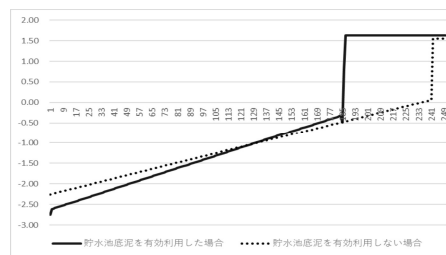
### 3. 実験結果

本研究で作製した多孔質セラミックボードを評価するため, 桑垣らを参考に吸水能を調べた.

吸水能はセラミックボードの下端を水深10mmの水に浸透して, 一定時間ごとに吸水高を測定することで求めた. その結果, 作製した全セラミックボードで高い吸水能を確認できた. これはスギの育苗に用いられるセラミック苗の規格に適応し, スギの苗長に十分対応できると考えられた.

#### 4. 貯水池底泥を使用した土砂生産抑制の採算性評価

ここでは斜面崩壊や皆伐による地表面の裸地化によって著しく流域土砂生産量が増加すると考え、それら裸地域を速やかに植生被覆(植林)し、かつ、その後の斜面崩壊リスクを低減するような貯水池底泥の活用方法を提案する。その時の植林等の費用増加を評価するとともに、見込まれる土砂生産量の削減量を便益として評価し、その底泥の再利用量と採算性について議論した。



##### (1) 採算評価手順

手順としては、(1)植林後のスギの成長曲線に基づいて、皆伐後に速やかに植林が行われた場合の植生被覆回復速度を推定、(2)衛星画像解析に基づき各年の裸地域の年別分布図を作成、(3)年別分布図の比較により、(1)で推定した回復速度以下の期間で裸地から緑被状態へと回復した場所は「その後植林を伴った皆伐地」、長期にわたり裸地状態が継続する領域は通常の造林では「回復困難な斜面崩壊地」と分類した。このとき、ある年の「回復困難な斜面崩壊地」の周辺ではその数年後に「回復困難な崩壊地」の拡大が見られた。したがって、これらを「無対策による斜面崩壊拡大域」と定義した。(4)「その後の植林を伴った皆伐地」では現行の育苗方法に補助金を拠出し、本研究で提案した底泥セラミックボードを使用した育苗が進められるものと仮定した。(5)植林域内の作業道は、改質された底泥を充填した土嚢により、対侵食性を向上することとした。それに使用される底泥の量を試算するとともに、その施工費に対し補助金が拠出されると仮定し、セラミックボードへの育苗法改変に対する補助と合わせて対策コストとした。

|            | 有効利用した場合 | 有効利用しない場合 |
|------------|----------|-----------|
| 浚渫費用(億円)   | 185.0    | 232.4     |
| 残土処理費用(億円) | 212.6    | 321.5     |
| 鉢作製費用(億円)  | 16.7     | 0.0       |
| 土嚢作製費用(億円) | 55.4     | 0.0       |
| 植林費用(億円)   | 65.09    | 0.00      |
| 合計         | 534.8    | 553.9     |

便益は、今後、同ダムでは浚渫による容量回復が必須であるという仮定のもと、流域での土砂生産量削減による浚渫コストの削減分と、回復した利水容量から見込まれる発電量増加を勘案して評価した。

##### (2) 収支の算出

渡川ダムに対して一組の浚渫用重機群(本多 2014)を導入した場合を想定し、それによる土砂除去量から年平均流入堆積土砂量を差し引いた実質堆砂削減量に基づいて、現存堆砂量を半分にするまでに要する年数を試算すると、250年を要すると見積もられた。これを基準として、集水域に前述の堆積土砂有効利用による植生回復および新規斜面崩壊抑制策を施した場合の事業期間の短縮とコストにおよぶ影響を評価した。結果を図-3、表-1に示す。堆積土砂を有効利用することにより残土処理費用が削減できるが、育苗や森林作業道の整備に必要とされるダム堆積土砂の量は年間平均堆砂量に比すると十分に小さい。また、現状ではコストのかけられていない森林作業道整備に新たにコストを乗せる仮定で試算しているため、総費用的には基準とした全く対策しない場合よりも多くのコストが必要となると考えられた。また、ここでは土砂生産量の多くを占める新規の斜面崩壊の発生頻度は前述の対策により制御できないと仮定して試算しているため、対策が流入量削減に及ぼす効果も限定的で、事業期間も大きくは短縮できないと考えられた。

#### 5. まとめ

本研究で作成したセラミックボードはスギ育苗に用いられるセラミック苗の規格に適応すると考えられた。また、貯水池底泥を使用した場合の採算性評価を行った結果、有効利用を行わない場合の方がわずかにコストは低かった。一方で、便益については貯水容量回復による発電量増加のみを勘案している。実際にはダムによる濁水長期化の軽減により下流域の水産業や環境に及ぼす好影響が期待される。こうした複合的な便益や収益を定量的に勘案していくことが今後望まれる。

##### 参考文献

- 竹上弘彰, 藤正督, 高橋実: ゲルキャストによる多孔体セラミックス成形とその応用, セラミック基盤工学研究センター年報, Vol. 5, 33-40 (2005)
- 坂元花徳: 貯水池底泥を利用した多孔質セラミックスの低価格・作製迅速化の検討, 2018年度宮崎大学工学部社会環境システム工学科卒業論文
- 桑垣瑞, 赤井龍男, 本城尚正: 多孔質セラミックボードによる植物栽培法(I)-セラミックスの吸水能と給水システムについて-, 森林応用研究 Vol. 7, 151-154, (1998)
- 本田将人: ダム堆砂対策工法の概要, ダム水源地土砂対策技術研究 [https://www.doshaken.com/event/images/pdf/H26\\_presen2.pdf](https://www.doshaken.com/event/images/pdf/H26_presen2.pdf) (2014)

## Estimation of discharge in the alluvial fan for evaluating the potential for artificial groundwater recharge in Balkh Afghanistan

Manizha SARWARY, Mitsuteru IRIE (University of Miyazaki)

### 1. Introduction and study area

Balkh province is located in the northern region of Afghanistan and is characterized by a semi-arid environment, which means that the region receives low levels of rainfall, on average 200mm per year, and has limited water resources. The water supply in Balkh province is mainly dependent on two sources, the Balkhab River, which has a snow-fed mountain river regime, and groundwater. However, due to increasing demand and climate change, groundwater in the province has been under pressure in recent years.

The alluvial deposits in the south of the province have the potential to recharge groundwater through inundation that comes from the upstream snowmelt. However, most of the current flow is diffused on the alluvial fan and evaporates, which reduces the effectiveness of recharging process. To enhance the efficiency of the recharge process the authors propose regulating the inundation of the alluvial fan by using discontinuous levees to direct water to limited waterways and recharge the groundwater. **Fig.1** depicts proposed solution.

In this study as the first step, we attempted to estimate the amount of inflow into the alluvial fans, which is the boundary condition for the flood simulation. Since direct estimation is not feasible due to the lack of observed discharge data, we used the discharge data from the Balkhab River, which flows on the west side of the study area and has 5 hydrometeorological stations for measuring discharge and climate parameters. We looked for a sub-basin of the Balkhab River Basin (BRB) that has a similar seasonal variation of the snow cover ratio to the target catchments and estimated the amount of inflow into the alluvial fans, based on the runoff from the sub-basin.

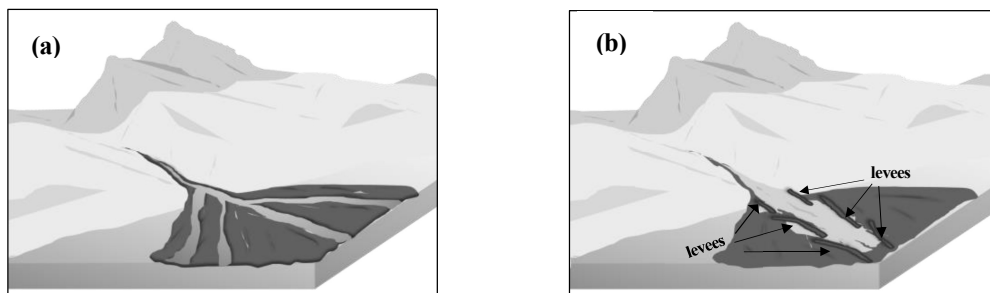


Fig 1. Diagram of the conditions before and after implementing the proposed improvement for groundwater recharge.

(a) Inundation in the alluvial fan without controlling structures under current condition

(b) Inundation on the alluvial controlled with discontinuous levees

### 2. Materials and methods:

In the study, we used a combination of remotely sensed data and observed discharge data in the sub-basin of BRB to estimate water discharge in the target catchments.

For this purpose, we obtained daily snow cover distribution data for four years (2015-2018) with a 1km resolution from the National Snow & Ice Data Center database. Next, we identified a potential reference sub-basin between Pul-i-Baraq and Delmarogh stations that

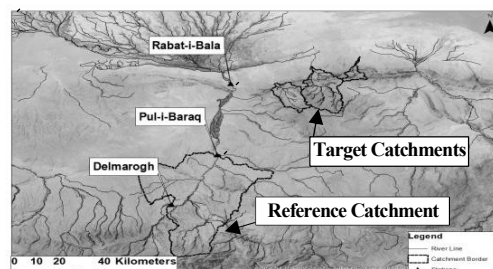


Fig 2. Study site

is similar in climate patterns and source of snowmelt to the target catchments (Fig.2). Then, we used GIS modeling to analyze the four years of daily snow cover area data for the reference and each target catchment. We also calculated the ratio of the snow cover area to the total area of each catchment. Fig.3 shows the seasonal fluctuation of the snow cover ratio of each catchment in 2015. We figured that the Balkhab river sub-basin has a similar fluctuation of the snow cover ratio with the target catchments, with a correlation coefficient is 0.80.

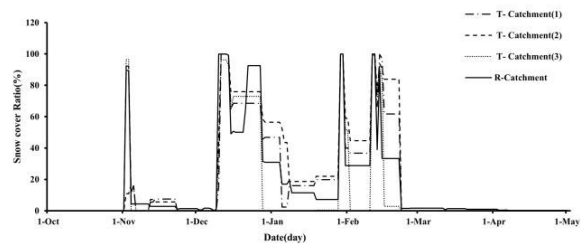


Fig 3. 2015 Snow ratio fluctuation

Based on the similarity in snow ratio variation we assumed that the discharge of each target basin and the sub-basin of BRB varies in proportion to the catchment area. Having said that, we estimated discharge in the target catchments using the recorded discharge data (2015-2018) from the two stations (Pul-i-Baraw and Delmarogh) in the sub-basin of BRB. This was done by finding the specific discharge (discharge per unit area) in the reference sub-basin and multiplying by the catchment area of each target catchment.

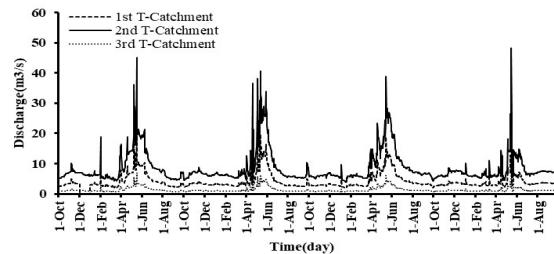


Fig 4. Daily discharge in the target catchments

### 3. Result and discussion:

The study successfully simulated the water flow in the targeted catchments. The result is presented in Figure 4, which shows that the peak discharge occurs during the months of April, May, and June. The fact that the peak discharge occurs during the months of April, May, and June we expect because Snowmelt typically peaks during the spring months, leading to higher water inflow and discharge in the alluvial fans.

### 4. Conclusion:

Here we conducted a simulation of water inflow into three alluvial fans in Balkh province, based on observed discharge data in the sub-basin of BRB with similar snow characteristic. The simulation results indicate that snowmelt is a significant factor in the water inflow and discharge patterns of the alluvial fans, and catchments with similar snow cover trends are likely to have similar discharge trends. However, other factors such as topography, temperature, and soil moisture can also impact the trend of discharge.

The study findings can be used later for further investigations to deepen our understanding of water inflow and flood simulation in alluvial fans.

### References:

[1] Senoo, H. & Ishikawa, T. (2018) Hydraulic function of the kasumi levee system on the Kurobe Alluvial Fan of the 19th century. 9<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics, Lyon-Villeurbanne, France, vol.40, id. 06032, doi: 10.1051/e3sconf/20184006032.

[2] Hoseini, M. M. M. & Irie M. (2022) Prediction of the discharge in Pech River for the flood warning system, based on the time series of snow cover area and meteorological data, Journal of Arid Land Studies, vol. 32, pp. 151-154.

[3] Hussainzada, W. & Lee, H. S. (2021) Hydrological Modelling for Water Resource Management in a Semi-Arid Mountainous Region Using the Soil and Water Assessment Tool: A Case Study in Northern Afghanistan, Hydrology, 8(1), 16, doi:10.3390/hydrology8010016.

**Examining the Coupled Effect of Diatomaceous Earth and Lime in Expansive Soil**

ALEMSHET Bekele Tadesse, Y. FUKUBAYSHI, A. KOYAMA, D. SUETSUGU (University of Miyazaki)

**1. Introduction**

Due to many characteristics, such as low bearing and shear strength, low permeability, and high compressibility, expansive soils are undesirable for geotechnical engineering structures such as road embankments. Furthermore, these soils are considered problematic to civil engineering structures because of their moisture-sensitive behavior of swelling when they absorb moisture and shrinkage when they lose moisture. Such characteristics are primarily developed due to the influence of montmorillonite clay minerals, which exhibit water affinity.

Due to such characteristics, expansive soils become a huge technical problem and critical issue in road embankment construction and are considered natural hazards and pose a massive challenge to geotechnical engineers and geologists. To mitigate these problems and fulfill the engineering requirements of embankment structures, traditional additives such as cement, lime, bitumen, and others such as fly ash, kiln dust, stone dust, sawdust, alum, slag, paper sludge ash have also been used alone and in combination. However, the effect of diatomaceous earth on expansive has not been studied well.

Diatomaceous earth (DE), as it is illustrated in Fig. 1, is characterized by its high surface area, porosity, and low density. Also, DE has been used as a road surfacing material due to its high silica content (Izevbekhai et al., 2021). Since silica is a significant component of DE, this study assumed that it would enhance the calcium silicate hydrate effect in the expansive soil-lime matrix. Hence, this study examines the coupled use of Diatomaceous earth and hydrated lime to investigate the expansive soil's swelling potential, swelling pressure, shear strength, and microstructure study.

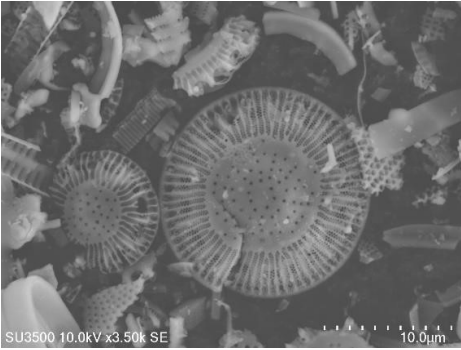


Fig. 1 SEM Image of Diatomaceous Earth

**2. Materials and Methods:**

Yanaizu Expansive natural soil (YES), Diatomaceous earth (DE), and hydrated lime (HL) are used in this study. The expansive natural soil was screened through a 2mm sieve for homogeneity of tests and specimen size.

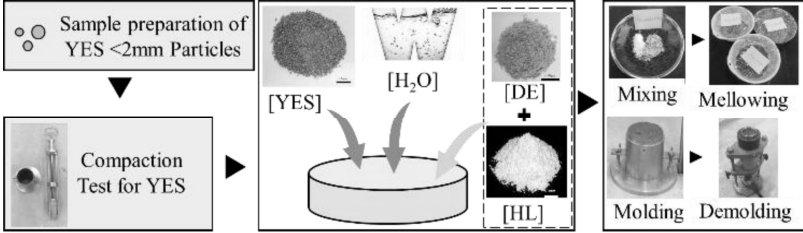


Fig. 2. Overall Sample Preparation Mechanism of Specimens

A standard compaction test was done per JGS0711, and 1.151g/cm<sup>3</sup> MDD and 41% OMC were obtained for untreated soil specimens. The sample preparation mechanism is shown in Fig. 2.

A modified oedometer-based swell-consolidation test as per ASTM D4546, direct shear test according to JGS0560, Suction as per ASTM D5298, and microstructure tests for untreated and treated soil specimens. For swell consolidation and suction test, samples were prepared using airdried soil (passing 2mm sieve) mixed with distilled water at optimum moisture content adjusted based on initial airdried moisture content, homogeneously mixed, and then wrapped in a container for 24hr in a moisture-controlled room at a humidity above 60% and temperature about 24°C. After 24hr, the mixture was compacted in a standard compaction mold according to the maximum dry density, and soil specimens were further extruded using a consolidometer ring and trimmed carefully. Then the samples were used for a one-dimensional swell consolidation test.

The designated percent dry soil mass of powder has been added to the moist soil mixture and homogeneously remixed for the DE and HL-treated specimens. The DE-Soil and HL-Soil mixture was then compacted in the standard compaction mold according to the maximum dry density of Yanaizu expansive soil and further extruded using a consolidometer ring and trimmed. After three days of curing, a direct shear test was conducted to examine the strength improvement of Yanaizu Expansive soil after DE, HL, and DE + HL addition. The sample preparation procedure is the same as the modified swell-consolidation test. The dimensions of the soil specimen used for the swell-consolidation test, direct shear test, and suction test are 60mm in diameter and 20mm high.

### 3. Result and discussion:

The study determines the swelling potential and pressure of treated and untreated soils from the swell consolidation test, and a noticeable one-dimensional (1D) swell of yanaizu expansive soil and DE-treated soil mixture is observed. The one-dimensional swell of DE-treated soils was also enhanced, which might be the influence of YES on the DE. However, HL-treated and combined DE-HL-treated specimens 1D swell is very low, which signifies the reduction in swelling. Also, the required swelling pressure to keep the soil in a compacted initial stress state of the coupled DE-HL-soil mixture showed a significant reduction. Also, the study examines soil micromorphology of untreated and treated expansive soil using the Scanning Electron Micrography (SEM) test; as we can see from **Fig. 3**, the untreated soil microstructure particle arrangement shows a flocculated/dispersed in edge-to-edge or edge-to-face orientation. The treated soils with 5%DE, 4%HL, and 5%DE + 4% HL additives illustrate aggregation or face-

to-face association of the microparticles like a deck of cards. However, to show more benefits of DE to improve the expansive soil behavior, the study will further investigate considering the bigger grain size of DE and adding water absorptive additives.

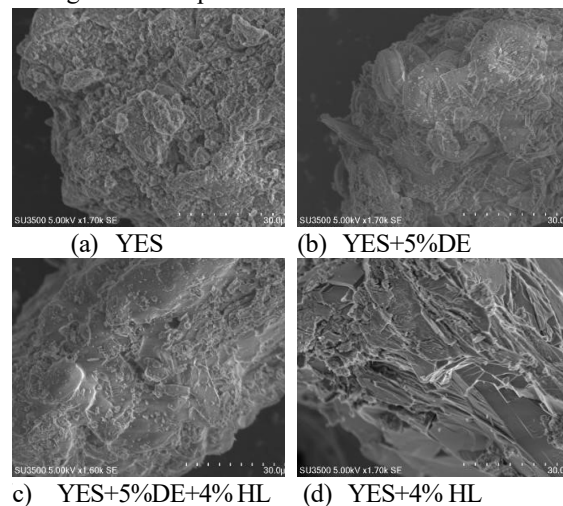


Fig. 3 SEM images of Untreated and Treated soil

### 4. Conclusion:

Finally, it can be concluded that the coupled DE-HL and HL-treated soil specimens have good mechanical performance in reducing the swelling behavior of the expansive soil and enhancing the shear strength. Also, the microstructural SEM test signified that the micromorphology of the treated specimens showed a change in rearrangement from a flocculated orientation to an agglomerated arrangement. However, DE alone requires further examination to utilize as a soil stabilizer.

### References:

- [1] 1. Al-Khafaji, R., Dulaimi, A., Jafer, H., Mashaan, N. S., Qaidi, S., Obaid, Z. S., & Jwaida, Z. (2023). Stabilization of Soft Soil by a Sustainable Binder Comprises Ground Granulated Blast Slag (GGBS) and Cement Kiln Dust (CKD). *Recycling*, 8(1), 10.
- [2] 2. Izevbekhai, O. U., Gitari, W. M., & Tavengwa, N. T. (2021). Optimization of silica extraction from diatomaceous earth using the central composite design of response surface methodology. *South African Journal of Chemistry*, 75, 80–90.
- [3] 3. Baman, D., & Dash, S. K. (2022a). Stabilization of expansive soils using chemical additives: A review. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 14(4), 1319–1342.

## ジブチ共和国アンブリワジにおける水循環モデルの構築

## Water Cycle Modeling in Ambouli wadi, Djibouti

柴田理佳\*, 鈴木伸治\*\*, 渡邊文雄\*\*, 島田沢彦\*\*

Haruka SHIBATA\*, Shinji SUZUKI\*\*, Fumio WATANABE\*\*, Sawahiko SHIMADA\*\*

\*: 東京農業大学大学院/Graduate School of Tokyo University of Agriculture

\*\*: 東京農業大学/Tokyo University of Agriculture

## 1. はじめに

ジブチ共和国は気温が高く、乾燥している。年間降水量が約 50～200 mm 程度と非常に少ない一方（表 1）、集中豪雨が発生し、土石流などの洪水被害を起こすことがある。降雨に依存した作物栽培は成立せず、表流水がほとんどないことから、国民の 98%が井戸を媒介とした地下水に頼っている（JICA/NTCI, 2014）。

表 1 2000～2011 年のジブチ共和国（ジブチ市）の平均年降雨量（JICA/NTCI, 2014）

| 年       | 2000  | 2001 | 2002  | 2003 | 2004  | 2005 | 2006  | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|---------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|
| 降雨量(mm) | 143.8 | 48.2 | 201.4 | 90.7 | 207.6 | 96.2 | 182.5 | 33.8 | 66.5 | 33.5 | 55.5 | 88.8 |

ジブチ共和国の水資源データベースは、座標誤差や地下水位、水質の未観測などの問題を抱えており、実測データのみでの評価は困難である（JICA/NTCI, 2014）。本研究では、統合型水循環シミュレーターの GETFLOWS を利用し、解析範囲の水循環図を作成することを目的とした。

## 2. 方法

GETFLOWS は、株式会社地圏環境テクノロジーが提供する統合型水循環シミュレーターである。一般的な地下水解析、河川流出解析、洪水・氾濫解析、地表水、地下水の相互作用解析、汚濁物質を含む移流分散解析、油槽解析、熱解析などの広範な分野における地圏流体モデリングと数値シミュレーションを可能とする。

図 1 の流れで、解析範囲のポリゴン作成、属性情報付与の作業を事前に行う必要がある。



図 1 GETFLOWS を実行するためのフローチャート

## 3. GETFLOWS を実行する準備

## 3-1 解析範囲について

アルタ州アンブリ地域集水域の一部（縦 6.26 km、横 16.26 km）を解析領域とした（図 2）。年間降水量は 150～200 mm、土地被覆の殆どは裸地であり、まばらなアカシアなどの低木、岩石、沖積扇状地が見られる。地質は、沖積堆積物群のほか、風化した玄武岩、その下層に存在する新鮮な玄武岩などである（Tosaka et al., 2022）。

## 3-2 平面格子の作成・属性付与

平面格子の作成には地図情報システム（ArcGIS）を用いた。平面格子を元に格子分割プログラムを実行し、生成されたセンターポイント、コーナーポイント及びリージョンにそれぞれ属性情報を付与した。センターポイントに表層地質データ、コーナーポイントに地形標高データ、リージョンに断層ラインなどを反映させるが、本研究では表 2 の表層地質データと地形標高データを割り当てた。

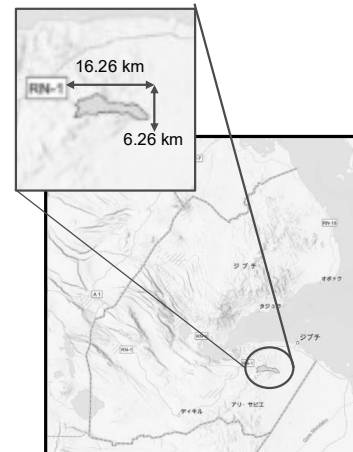


図 2 解析領域



### 3-3 平面格子の3次元化

センターポイント、コーナーポイント及びリージョンの格子情報と各属性情報が入力された CSV ファイルを元に、地圏環境テクノロジーが提供する「GetflowsToolbox」を利用して3次元格子を生成した。大気層・地表層・表土層の層厚設定・基盤岩類の設定（モデル最下面標高・層数・層厚増加比率）は鈴木（2021）のものを参照した。地層レイヤーは、7層の基盤岩の上に堆積層があることとし、土地利用設定情報は、全て裸地とした。

### 3-4 GETFLOWS での解析

作成した3次元格子を元に GETFLOWS を実行した。本研究では土地利用・被覆、地形情報、地質情報を3次元格子に入力し、それらをもとに時間的・空間的補間をすることで、格子間流量を求めることを目標とした。格子間流量とは、指定された範囲及び面の流量であり、流量出力範囲は、流域範囲のうち上から2層の地層レイヤーを出力するよう設定した。

反映させる降雨量として2020年度にジブチ共和国で観測されたもの（図3）と、定常で週に0.84 mm 降らせたものを用意し、違いを比較した。

## 4. 結果

実際の降雨量を反映させたシミュレーションでの格子間流量は、強い降雨のあった月に流量が増える様子が確認できた（図4）。定常の降雨量の場合、格子間流量は月毎に増えていった（図5）。

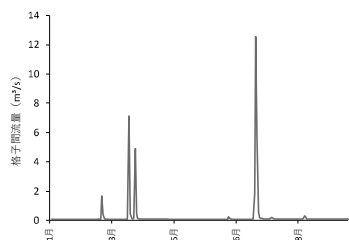


図4 2020年度降雨量を反映させた格子間流量

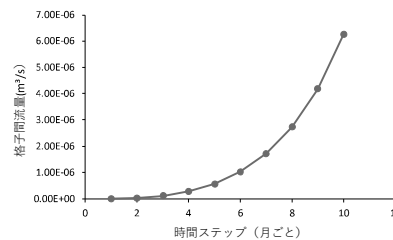


図5 週0.84 mm 降らせた場合の格子間流量

## 5. まとめ

実際の降雨量を反映させたシミュレーションでは、強い降雨のあった月に流量が増える様子が確認でき、定常の降雨量の場合、格子間流量は月毎に増えていった。両者の流量のオーダーが大きく異なり、その原因については今後の課題である。GETFLOWSで、土地利用・被覆、地形情報、地質情報を3次元格子に入力し、それらをもとに時間的・空間的補間をすることで、格子の間を流れる流量を求めることができることが分かった。

## 6. 引用文献

- 鈴木 綾太 (2020) : ジブチ・アロウ集水域における流域水循環解析と水資源管理に関する研究, 令和2年度東京農業大学修士論文
- Hiroyuki TOSAKA, Aurelien HAZART, Toru YORITATE, Sergio Azael MAY CUEVAS, Sawahiko SHIMADA, Yasuhiro NAKANISHI, Fadoumo A. MALOW (2022) : Water resources modeling of the Ali Faren catchment in the Ambouli watershed, Djibouti, 沙漠研究/32 卷 (2022) S 号
- 独立行政法人国際協力機構 (JICA), NTC インターナショナル株式会社 (2014) : 南部ジブチ持続的灌漑農業開発計画プロジェクトファイナルレポート

表2 ポリゴンに読み込ませたデータ

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| 集水域の標高データ | JAXA だいち (ALOS)<br>AW3D5 m 解像度有償版                                        |
| 土地被覆データ   | ESA 欧州宇宙機関 気象・地球観測衛星<br>Sentinel-2<br>マルチスペクトルイメージャ 13band<br>2022年9月27日 |

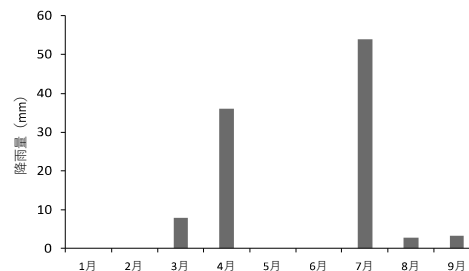


図3 2020年の月別降雨量

# ジブチ共和国南部沙漠地帯の蒸発特性

## Evaporation characteristics in the southern desert region of the Republic of Djibouti

倉光太一\*, 鈴木伸治\*\*, 渡邊文雄\*\*

Taichi KURAMITSU, Shinji SUZUKI, Fumio WATANABE

\*: 東京農業大学大学院/Graduate School of Tokyo University of Agriculture

\*\* : 東京農業大学/Tokyo University of Agriculture

### 1. はじめに

本研究の対象地であるジブチ共和国は、アフリカの角と呼ばれる地域に位置する極乾燥地であるため、歴史的に農業が発展せず、貧困は重要な問題である。そこで政府は、食の安定供給を図るため農業開発を進めているが、水収支の重要な要素の1つである蒸発量の情報はほとんどない。その理由として1年を通して接地気層に明瞭な水蒸気圧勾配が形成されないことや、乾燥層が形成されるなどによって、測定が難しいためである。そこで本研究では、土壤物理性の観点から乾燥層内の水蒸気フラックスを求め、①ジブチ共和国南部沙漠地帯の蒸発量算定、②当地域の蒸発特性を明らかにすること、を目的とした。

### 2. 乾燥層

乾燥層とは、強い日射等により土壤表層が乾いていく速度に下層からの水供給速度が追いつかず形成される、非常に乾いた層である。乾燥層が形成されると蒸発面が地表面下に移動し、水は乾燥層内を水蒸気拡散係数に従い移動するため蒸発量が小さくなる(図1)。

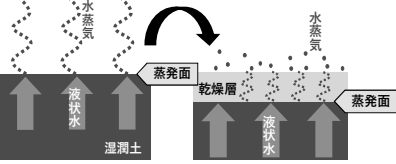


図1 乾燥層形成時の土壤面蒸発

### 3. 野外観測地概要

ジブチ南部のクルチマレを調査対象地とした。この地域は沙漠地帯にあり、土壤は壤質砂土である。2014年に観測した土壤水分量と地温データを用いて蒸発量を算定した。土壤水分量は地表面から深さ5cmの測定値、地温は地表面温度と深さ5cmの地温の平均値を用いた。

### 4. 不飽和透水係数と乾燥層の特定

土壤が非常に乾燥していくと、土壤水の移動は不飽和透水係数から水蒸気拡散係数に従うようになる。この水移動の形態が変化する土壤水分量の境界値を求め、乾燥層の特定を試みた。

#### 4-1 不飽和透水係数試験

縦に2つに割れる円筒型塩ビパイプに対象地土壤を充填し、毛管飽和させた。その後、水頭法を利用して重力排水した。排水終了後、蒸発を48(t<sub>1</sub>)、120(t<sub>2</sub>)、124(t<sub>3</sub>)、148(t<sub>4</sub>)時間継続させ、蒸発試験終了後、カラム上部の表面から数mm単位で供試体土壤を切断して炉乾燥法で含水比を求め、乾燥密度を乗じて体積含水率に換算するとともに、別途チルドミラー露点法で求めた水分特性曲線から水ポテンシャルを求めた。これらの測定により土壤の不飽和透水係数(K(ψ), cm/s)を長谷川(1999)の方法で求めた。

その結果、対象地土壤の水ポテンシャル(ψ, MPa)と不飽和透水係数の関係式を得た(式1)。

$$K(\psi) = 4.0 \times 10^{-11} \psi^{-1.521} \tag{式1}$$

#### 4-2 深さ毎の水蒸気圧分布

蒸発試験時(124時間後)の深さ毎の水蒸気圧分布を示す(図2)。表層約20mmまで大きな水蒸気圧勾配ができていた。これは水蒸気が土壤中の深さ約20mmから地表まで拡散していたことを示す。なお水蒸気圧の算出には(式3)を用いた。

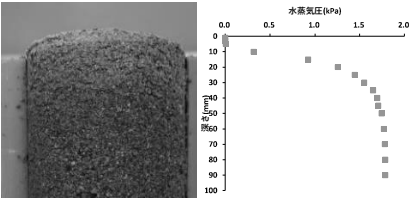


図2 土壤断面と水蒸気圧分布

$$p_v = p_{v0} \cdot e^{\frac{\psi}{RT}} \quad (\text{式 2})$$

ここに、 $p_v$  は水蒸気圧 (kPa)、 $p_{v0}$  は飽和水蒸気圧 (kPa)、 $\psi$  は水ポテンシャル (MPa)、 $R$  は水蒸気の気体定数、 $T$  は地温 (K) である。

#### 4-3 拡散係数による乾燥層の推定

明確な境界値の水分量を知るため、不飽和透水係数を拡散係数と同様の形にする関数を導入し、液状水の拡散係数の関係を求めた(図 4)。土壌水分量の減少に伴い拡散係数が減少している曲線部分に着目すると、体積含水率 ( $\theta$  ( $\text{m}^3/\text{m}^3$ )) が約  $0.15 \text{ m}^3/\text{m}^3$  の時、極小値となっていた。この極小値は不飽和透水係数の下限値を示し、 $10^{-11} \text{ cm/s}$  のオーダーであった。つまりこの値が境界値であり、それより小さい体積含水率では乾燥層が形成されていると考えた。なお、拡散係数の関数は以下の式を用いた。

$$D(\theta) = K(\theta) \cdot \frac{d\psi}{d\theta} \quad (\text{式 3})$$

ここに、 $D(\theta)$  は拡散係数 ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )、 $K(\theta)$  は不飽和透水係数 ( $\text{cm/s}$ )、 $d\psi/d\theta$  は水分特性曲線の傾き ( $\text{cm}$ ) である。

#### 5. 水蒸気拡散フラックスの定量化

乾燥層の境界の体積含水率が明らかになったため、対象地において境界値未満となる土壌水分量の層を乾燥層とした。1年を通して約 1.4 cm の乾燥層が形成され、無降雨日が続くと厚さが増す傾向が見られた(図 5)。

そして、2014 年の対象地における乾燥層内の水蒸気拡散フラックスを計算したところ、年蒸発量が年降雨量を 60 mm 程度上回り、水収支は負となった。これは無降雨日が長く続く期間であっても  $0.1 \text{ mm/d}$  程度の蒸発が継続的に行われていたためであり、下層からの水蒸気拡散を主体とした持続的な水分供給が考えられた(図 6)。一方で、2023 年 2 月のジブチ市内において、明け方を中心に蒸発量と同程度の凝結量を確認できたことから、水収支に凝結量を加えるとより合理的な結果となるのではないかと考えられる。さらに、降雨の影響がない期間で乾燥層厚さと蒸発量との関係を調べたところ明瞭な負の相関があり、乾燥層が厚くなれば蒸発量が小さくなるのが分かった ( $p < 0.05$ )。

#### 6. まとめ

ジブチ南部の沙漠地帯では、土壌の不飽和透水係数が  $10^{-11} \text{ cm/s}$  オーダーよりも小さい時、乾燥層を形成していた。さらに、1年を通して厚さ平均 1.4 cm の乾燥層を形成しており、その厚さの増大が蒸発を抑制していると考察された。水収支に関しては、年蒸発量が年降雨量を上回り、水収支は負となった。その要因として、下層からの水蒸気拡散を主体とした持続的な水分供給が考えられた。また、大気からの凝結量も水収支に組み込む必要があると考えられる。

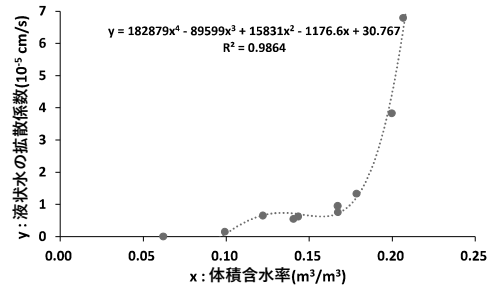


図3 土壌水分量と拡散係数

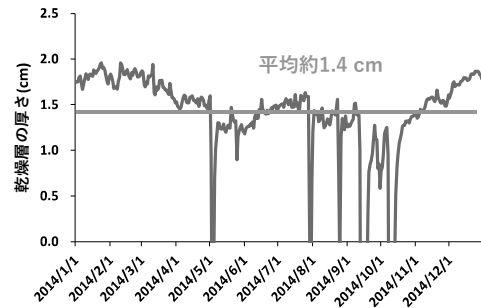


図5 乾燥層厚さの経時変化

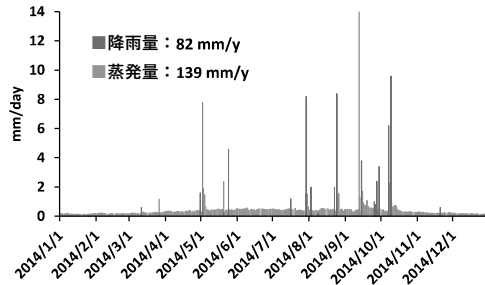


図6 対象地の蒸発量と降雨量

## BSC 緑化工法の微細藻類の生育と水食抑制効果について

Growth of microalgae and prevention of water erosion related to BSC greening method

西村彩花\*, 渡邊文雄\*\*, 鈴木伸治\*\*, 松本壮平\*\*\*

Ayaka NISHIMURA\*, Fumio WATANABE\*\*, Shinji SUZUKI\*\*, Souhei MATSUMOTO\*\*\*

\*: 東京農業大学大学院/Graduate school of Tokyo University of Agriculture, \*\*: 東京農業大学

/Tokyo University of Agriculture, \*\*\*: 茨城県/Ibaraki Prefecture

## 1. 背景

森林が豊かな我が国では土地開発によって人工的な斜面(法面)が形成されやすい。法面の対策工事は、落石防止工と落石予防工の2種類が存在し、その中でも落石予防工は緑化工や構造物工などに分けられる。緑化工は植物を資材とし、景観保全や温暖化への対策が期待されている。

このような背景で、緑化工法の一つとしてBSC工法が開発された。BSC(Biological Soil Crust, 以下BSC)とは、糸状菌類、土壌藻類、地衣類、及び苔などが地表面の土粒子や土塊を絡めて形成する土壌微生物のコロニーのことで、植生遷移を促す働きがあるとされている。しかし、実際にこのBSC工法を施工した現場では、場所によって初期生育のばらつきが確認されており、その原因は土壌水分量が影響していると考えられているが十分な検討がされていない。また、BSCには水食抑制効果があることが確認されているが、その水食特性についても十分検討が行われていない。

そこで本研究では、まずBSCの初期生育特性についてBSCの繁茂量と土壌水分量の関係に着目し検証した。またBSCが土壌の水食抑制に与える効果についても検討した。

## 2. 実験方法

## (1) 初期水分がBSCの生育に及ぼす検討

BSCの繁茂量と土壌水分量の関係について検討を行った。本実験の土壌は土性の異なる二つの土壌で、それぞれ壤土(以下、黒土)、壤質砂土(以下、赤土)を用いた。栽培実験には1/10,000aワグネルポットを用い、土層厚を10cmとして充填した。また、水分条件は土壌pF値をそれぞれ1.8, 2.0, 2.4, 3.0, 3.27の5つに設定し、それらを3つ準備して各ポットに微細藻類を散布した。散布後は、ポットの質量を計測して、その減少した量分の水を補給することで各ポットの土壌水分量を一定にした。

## (2) 人工降雨装置を用いたBSCの水食防止の検討

土壌に繁茂したBSCによる水食抑制効果について明らかにするため微細藻類のBSCが形成された区と裸地の対象区の二つを準備した。一つの試験枠(高さ0.14m、横0.64m、縦0.38m)の中央をアクリル板で区切り、片方をBSC区、もう片方を裸地区とした。また人工降雨実験中は、試験枠下部からの土壌内排水量を計測するためのドレーンパイプを土壌充填時に取り付けた(図1)。なお、本実験には自動走行降雨装置(DIK-6000S-1 大起理化学工業株式会社)を用いた。

また、人工降雨を発生させたときの試験枠は傾斜角10°で、降雨強度は40mm/hを設定した。測定項目は、表面流出水量、土壌内排水量をそれぞれ時間経過ご

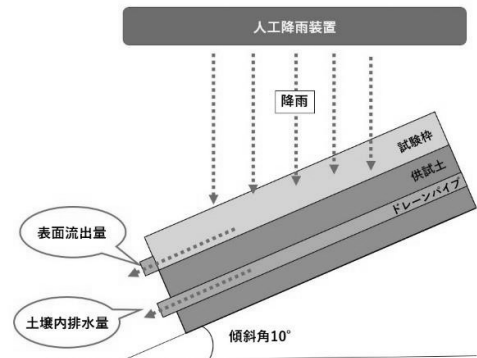


図1 人工降雨実験概略図

とに計測した。土壌流出量は、採取した表面流出水を炉乾燥させてから、残留した土壌の質量を計測した。

### 3. 結果及び考察

(1) 初期水分が BSC の生育に及ぼす影響：5つの水分条件と土性の違いが BSC の繁茂にどのように影響するか検証し、次のようなことが明らかになった。黒土と赤土ともに、水分条件 pF1.8 のポットに BSC の繁茂が確認され、水分量が多いほど BSC がよく繁茂することが分かった。黒土は、水分条件 pF2.0 のポットでも BSC の繁茂が確認された。写真 1 は、2022 年 11 月 10 日時点での黒土(壤土)のポットの写真で、左が pF1.8、右が pF2.4 のポットの写真である。写真 1 から、水分量の多い pF1.8 のポットの方で BSC が広範囲に繁茂していることが確認できた。



写真 1 BSC の繁茂状況

(2) 水食抑制効果について：BSC が形成された土壌区と裸地区を比較した。人工降雨開始から経過時間ごとの表面流出量の変化と、経過時間ごとの土壌内排水量の変化を図 2 と図 3 にそれぞれ示した。また、図 4 は経過時間ごとの土壌流出量の変化について示した。BSC 区では、裸地区と比較して表面流出量が 16% 減少し、土壌内排水量は 10% 増加し、さらに土壌流出量は 1/8 に減少した。このように、BSC 区は裸地区に対して水食抑制効果が大きく異なることが明らかになった。

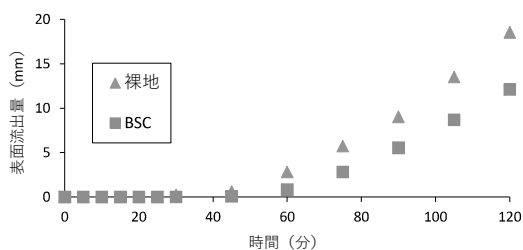


図 2 経過時間ごとの表面流出量の変化

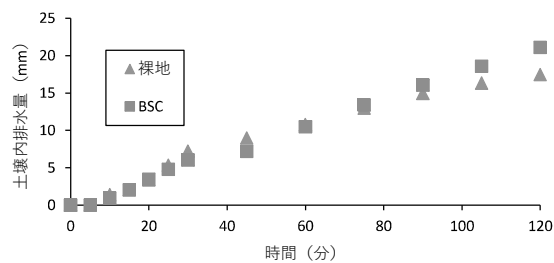


図 3 経過時間ごとの土壌内排水量の変化

### 4. まとめ

本研究では、BSC の初期生育における土壌水分量の影響と BSC の水食抑制効果について検証した。その結果、初期生育において水分量が多いほど BSC が繁茂しやすいこと、また BSC の繁茂状態が良好なほど水食抑制効果を発揮することが確認された。

今後は、初期水分の違いによる影響や生育ステージの異なる BSC の繁茂が水食特性に与える影響も検証していきたい。なお、本研究に用いた微細藻

類の資材は、株式会社日健総本社から提供されたことを記し、ここに感謝の意を表す。

### 参考文献

- ・新田 壮真・今富 裕樹・江口 文陽・徳永 冠哉(2020)：微細藻類を用いたのり面保護工の機能評価，北海道土木技術会，土質基礎研究会，土質基礎に関する「防災技術」技術報告会報告集，平成 31 年 2 月
- ・富坂峰人・土木研究所土砂管理研究グループ(2017)：土壌藻類を活用した環境にやさしい表面侵食防止技術の紹介，平成 29 年度建設技術審査証明新技術展示会発表資料，日本工営株式会社