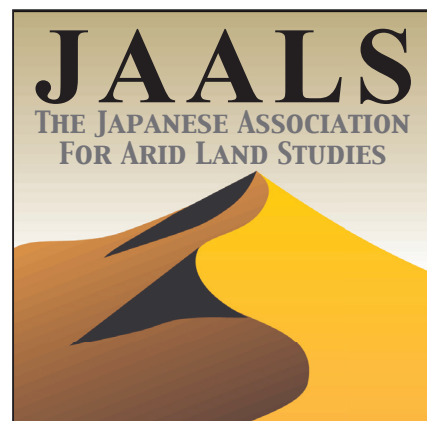


PROCEEDING OF THE 2022 ANNUAL MEETING
THE JAPANESE ASSOCIATION FOR ARID LAND STUDIES

日本沙漠学会第33回学術大会

講演要旨集

第33集



日 程：2022年6月11日(土)～12日(日)
会 場：足寄町民センター・多目的ホール
主 催：日本沙漠学会

日本沙漠学会 第33回学術大会プログラム

北海道足寄町・オンライン

【開催日時】2022年6月11日(土)～6月12日(日)

【会場】

オンサイト：北海道足寄町民センター・多目的ホール

(【WiFi】SSID：ashoro-kyouiku-wifi, パスワード：0156253188)

オンライン (Zoom)：



オンラインポスター掲示 (Google Drive)：

<https://drive.google.com/drive/folders/1gPhtcAVjJ1MR46UGoVoaYmBwHKonTOnZ?usp=sharing>

【プログラム】

6月11日(土)

8:30～10:15

＜口頭発表 セッション1＞ 発表 10 分, 質疑応答 4 分

座長：藤巻晴行 (鳥取大)・真田篤史 (東農大)

10:20～11:45

＜口頭発表 セッション2＞ 発表 10 分, 質疑応答 4 分

座長：依田清胤 (石巻専修大)・石川祐一 (秋田県立大)

11:45～12:15

＜理事会＞ 会議室 3

12:15～13:00

＜総会＞ 大ホール／Zoom「総会」ブレイクアウトルーム

13:30～14:40

＜企画シンポジウム＞ 大ホール／Zoom

15:00～15:20

＜ポスター・ショートプレゼンテーション＞ 発表 3 分 (質疑応答コメントは Google Drive へ)

座長：小長谷有紀 (国立民族学博物館)

16:30～20:00

＜懇親会＞ ハスカップ園

6月12日(日)

8:30 足寄出発 ～ エクスカーション ～ 17:30 新千歳空港 ～ 19:00 酪農学園大学

＜エクスカーション＞

- ・北野牧場 (〒089-3875 北海道足寄郡足寄町茂喜登牛 2712)
- ・足寄町石田めん羊牧場 (〒089-3731 北海道足寄郡足寄町中矢 7-1)
- ・[ますやパン麦音](#) (昼食)



[要旨 PDF へのリンク](#)

【発表プログラム】

6 月 11 日 (土)

08:30 学会長挨拶／森尾貴広（筑波大）
大会委員長アナウンス／星野仏方（酪農大）

セッション 1 (8:35～10:15)	
座長：藤巻晴行（鳥取大）・真田篤史（東農大）	
No.	題目／発表者（発表：10 分，質疑：4 分）
O-01	2018 年 9 月 6～7 日別山と 11～12 日劔御前登山日の高山・高原気象推定 真木太一（九大・北大）
O-02	ジブチ共和国ワジ農業におけるソーラー・風力ハイブリッドポンピングの可能性 ○田島淳（東農大）・佐藤愛琉（大林道路）・實野雅太・鈴木伸治・島田沢彦・渡邊文雄（東農大）
O-03	塩水灌漑条件下における水価格を考慮した灌水量の最適化 ○藤巻晴行（鳥取大）・大西純也（国際農林水産業研究センター）・Hassan M. Abd El Baki（鳥取大）・Toderich, K.(鳥取大)
O-04	Optimization of Cultivated Area in a Water Harvesting System with Plastic Sheet and Tank ○Acham Erukudi, Hassan M. Abd El Baki, Nana Jean Bosco and Haruyuki Fujimaki (Tottori Univ.)
O-05	Forage and grain production of three maize cultivars under surface and subsurface drip irrigation systems (Case study: Karaj, Iran) ○Hamed Ebrahimian ^{1,2} , Fatemeh Heydari ¹ , Teymour Sohrabi ¹ , Haruyuki Fujimaki ² （ ¹ University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran; ² Tottori Univ.）
O-06	5-アミノレブリン酸の種子粉衣処理が塩類ストレス条件下におけるデントコーンの初期生育に及ぼす影響 ○真田篤史（東農大）・小辻龍郎（北大）・寺田順紀・小塩海平（東農大）・丹羽紗也佳・渡辺圭太郎・田中徹（ネオファーマジャパン）

セッション 2 (10:20～11:45)	
座長：依田清胤（石巻専修大）・石川祐一（秋田県立大）	
No.	題目／発表者（発表：10 分，質疑：4 分）
O-07	2017-2019 年における日本企業のアフリカ進出 森尾貴広（筑波大）
O-08	東日本大震災に伴う津波被害への対応：宮城県亘理町の耕作放棄地を利用した 10 年間の活動報告 ○石川祐一 ^{1,2} ・杉本英夫 ^{2,3} ・的場泰信 ² ・押田敏雄 ^{2,4} ・福田淳 ² ・牛木久雄 ² ・西岡哲 ² ・青木雄二 ³ ・宮井隆大 ¹ ・菊地駿介 ¹ ・藤田遼 ¹ ・若宮理 ¹ ・佐々木祥太 ¹ ・長澤昇汰 ¹ ・佐藤萌 ¹ ・矢吹幸子 ¹ ・菅野均志 ⁵ ・森本英嗣 ⁶ ・日高伸 ¹ ・早川敦 ¹ ・高橋正 ¹ （ ¹ 秋田県立大学, ² 日本沙漠学会乾燥地農学分科会, ³ 大林組技術研究所, ⁴ 麻布大学, ⁵ 東北大学, ⁶ 三重大学）
O-09	環境・社会変動下における定住牧畜民の水入手問題とその対応 ―中国内モンゴル自治区スニド左旗の事例から ウニバト（千葉大）
O-10	ウズベキスタンでの干し柿栽培による農家の収入向上について ○川端良子（農工大）, Elbek TOGAYMURODOV (タシケント農業大)・Dilshod Murodillogli KUVONDIKOV (ウズベキスタン農業省)

O-11	セネガル川流域における農家の作物選択行動の評価: 選択実験による接近 ○丸山優樹 (農水省)・Mandiaye Diagne (Africa Rice)・氏家清和 (筑波大)・入江光輝 (宮崎大)
O-12	ケヤキ樹幹内における樹液流動にともなう熱分布動態の解析 ○依田清胤 (石巻専修大)・齊藤忠臣 (鳥取大)・藤巻晴行 (鳥取大)
O-13	遊牧と砂漠化—過去・現在・未来— 篠田 雅人 (名古屋大)

昼食 (11:45~12:15)

総会 (12:15~13:00)

企画シンポジウム「放牧酪農と放牧酪農と SDGs」 (13:00~14:40)	
司会: 星野弘方 (酪農学園大)	
No.	題目/発表者 (発表: 30 分, 質疑: 全演題後にまとめて 10 分)
演題 1	放牧酪農と放牧酪農と SDGs —北海道足寄郡足寄町を事例として— 平田昌弘 (帯広畜産大)
演題 2	牛とともに育む放牧酪農 北野紘平 (足寄町酪農家)
演題 3	放牧酪農による持続的な地域の発展 荒木和秋 (酪農学園大)

ポスターセッション・ショートプレゼンテーション (15:00~15:20)	
座長: 小長谷有紀 (国立民族学博物館)	
https://drive.google.com/drive/folders/1gPhcAVjJ1MR46UGoVoaYmBwHKonT0nZ?usp=sharing	
No.	題目/発表者 (発表: 3 分, 質疑: なし)
P-01	中央アジア絨毯研究からみるウズベキスタンの遊牧文化 ○志田夏美 (京大)
P-02	半乾燥熱帯アフリカ農村部における食生活とその比較 —ザンビア南部州の事例 ○石本雄大 (青森公立大学)・宮寄英寿 (地球・人間環境フォーラム)・梅津千恵子 (京大)
P-03	林間放牧における放牧地への環境影響評価 山崎由理 (鳥取大)
P-04	<i>Cissus rotundifolia</i> の土壌改良資材としての有用性—アルカリ性土壌の中和効果とアレロパシー活性— ○村尾香里・檜谷昂・加藤康太・島田沢彦・中西康博・橘隆一 (東農大)
P-05	ジブチにおける深層地下水の化学的特徴とその分布 ○浅倉康裕・島田沢彦・檜谷昂・中西康裕 (東農大)
P-06	ジブチにおける農園立地環境の農業ポテンシャル評価 ○島田沢彦・佐藤拓巳 (シーエーシー)・後藤永遠 (システムクエスト)・関山絢子 (東農大)

15:20 閉会/森尾貴広 (筑波大)
アナウンス/星野弘方 (酪農大)

【事務局】 第 33 回 日本沙漠学会学術大会実行委員会

事務局 E-mail: jaals2022@gmail.com

大会委員長: 星野弘方 (酪農学園大学教授)



[ポスターへのリンク](#)

2018 年 9 月 6～7 日別山と 11～12 日劔御前登山日の高山・高原気象推定

Meteorological estimation of high mountain and plateau on the days of climbing mountains at Mt. Bessan on 6-7 and at Mt. Tsurugigozen on 11-12 in September 2018

真木 太一（九州大学名誉教授・日本学術会議連携会員・北海道大学農学研究院研究員）

Taichi MAKI (Prof. Emeritus of Kyushu University, Member of Science Council of Japan and Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

1. はじめに

山岳や高原野菜・牧畜に関連深い高山・高原（代表標高 3000m、1000m）の気象推測は、低平地の場合より難しい。高山では大雨が降る一方、雨が止むと風によって急激に乾燥し、沙漠気象のような乾燥状態になるため、高山の岩稜地域では植生が極めて少なくなる。また高山・高原では霧・雲が頻繁に発生して曇雨天が多く、概して降水量が多い一方、低地で雲海（霧）が発生し、高山では晴天になることも多い。このような時は天気予報が外れやすい。東北地方太平洋岸中心に夏季の梅雨期に発生が多いヤマセ風時の霧・雲は背が低く、下層の低地では霧雨が多い一方、2000m 以上の高地では晴天が多い。

2. 解析方法

高山周辺の気象庁の AMeDAS データと槍ヶ岳小屋・南岳小屋の気象データおよび気象庁の高層気象データ、地上・高層天気図を利用した。2018 年 9 月 6～7 日：6 日室堂－別山－劔御前小舎、7 日同小舎－室堂（荒天）。11 日室堂－劔御前小舎、12 日同小舎－奥大日岳－称名滝での気象変化を評価する。

3. 解析結果と考察

（1）9 月 5 日 9 時には 976hPa の低気圧に伴う寒冷前線が北アルプスを通過して日本列島の南岸にあり、9 月 6 日 9 時には同位置に停滞前線となっており残り、7 日 9 時には前線は幾分北上して九州－関東の東西に停滞した。9 月 6～7 日に北ア・別山に登山（真木、2019）。9 月 6 日の別山の天候は晴天で低温の強風が吹いた。夜は暴風雨となり山小屋に吹き付けて隙間風が室内に吹き込み低温化した。7 日は本州に停滞前線が残り暴風雨が続いた。山地に影響されない輪島の高層気象では暴風雨が推測された。

9 月 6 日の最低・最高気温（図 1）と標高の相関は -0.949、-0.982。3000、1000m の最低気温 2.1、14.5℃の低温、最高気温 10.1、24.9℃。7 日は -0.982、-0.959。最低 5.6、16.1℃、最高 11.1、23.1℃と推測。6・7 日の風向は下層で南風、標高とともに西寄りに変わり、10km 高では西南西の偏西風に変化。

6 日の最大風速・最大瞬間風速（図 2）と標高の相関は 0.964、0.568。3000、1000m の最大風速 9.6、4.2m/s、最大瞬間風速 14.4、9.2m/s。7 日は 0.996、0.783 で最大風速 13.0、3.2m/s、最大瞬間風速 19.7、8.2m/s と推測。湿度と標高の相関は 6 日 -0.974、3000m：28.4%、1000m：47.2%で高層は低、下層は高の逆相関。7 日は 0.765 で 3000m：94.4%、1000m：66.4%、下層は低、上層は高。

7 日の降水量と標高の相関は 0.870。3000m：201.2mm、1000m：17.4mm と推定。槍ヶ岳、南岳の降水量は 7～10 日で 715mm、522mm の連続大雨。

輪島の高層の気温と標高の相関は 6、7 日 9 時に -0.995、-0.996。3000、2500、1000m は 6 日 9 時 8.7、10.1、18.9℃。7 日 9 時 9.0、9.9、19.7℃と推測。

6～7 日の湿度は地表付近の高湿から 2000～3000m で 10%程度に乾燥、4000m 以上で概して高湿であった。6 日 9 時の 3000、2500m 高の風向・風速は西南西 15.0m/s、1000m：南西 14m/s。7 日 9 時はそれぞれ南西 30.3、南西 27.1、南西 23.6m/s、南西 15m/s と推測。7 日は暴風雨が続いた。

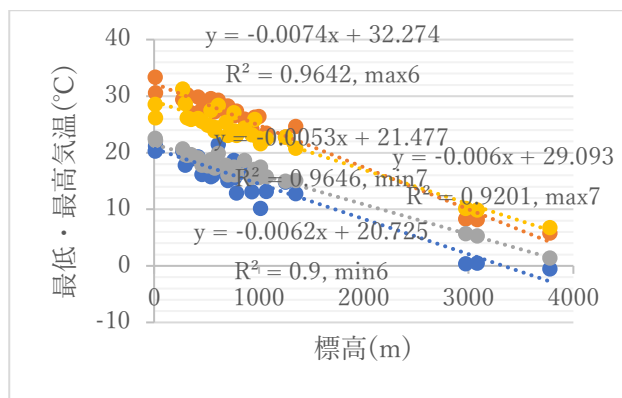


図 1. 2018 年 9 月 6～7 日の最低・最高気温と標高

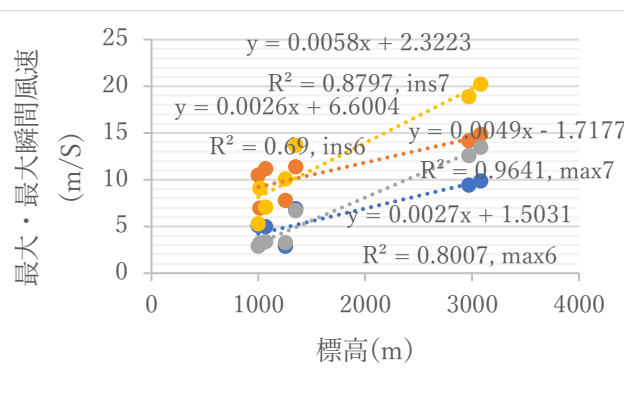


図 2. 最大・最大瞬間風速(1000m 以上)と標高

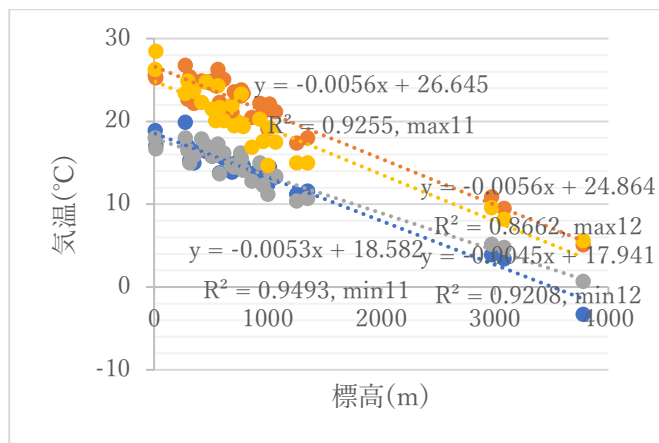


図 3. 2018 年 9 月 11～12 日の最低・最高気温と標高

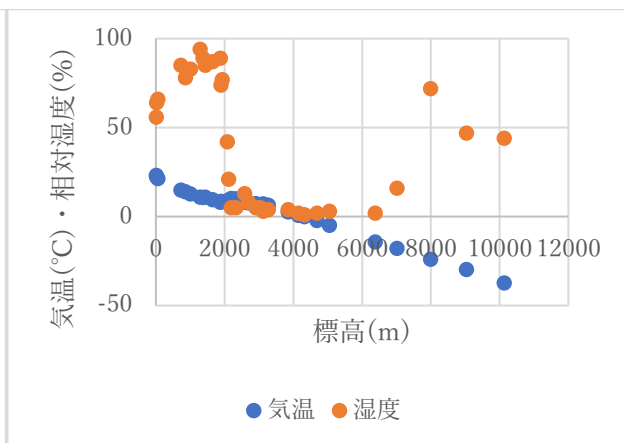


図 4. 2018 年 9 月 11 日 9 時の気温・湿度の変化

(2) 9 月 11 日 9 時には日本海北部の移動性高気圧に被われて概して晴天。12 日 9 時には停滞前線は本州南に移動して、北海道付近の高気圧に被われて晴天から曇天になった。9 月 11～12 日に北アルプス・剣御前(2777m)－奥大日岳(2611m)－大日岳(2501m)に登山した(真木, 2019)。

9 月 11 日の最低・最高気温(図 3)と標高の相関は-0.974、-0.962。12 日は-0.960、-0.931。11 日 3000m、1000m の最低気温は 2.7、13.3°C。12 日 4.4、13.4°C。最高気温は 11 日 9.9、21.1°C。12 日 8.1、19.3°Cと推測。相対湿度と標高の相関係数は 11 日-0.975、12 日-0.976 であり、3000m、1000m の湿度は 11 日 61.4、68.4%。12 日 91.2、76.6%と推測。

下層の風向は 11 日北～北寄り、12 日南～南寄りで、10km は 11・12 日西寄りの偏西風。

高度 3000m の最大風速は 11 日 5.2m/s、12 日 4.7m/s で小と推測。

9 月 11 日の日中は晴天。12 日の午前は晴天、午後曇天、遅くに降雨。

輪島の気温と標高の相関(図 4)は 11 日 9 時-0.988、12 日 9 時-0.997。11 日の 3000m、1000m の気温は 4.48、15.48°C。12 日 9 時は 6.18、17.58°Cと推測。

11 日 9 時の湿度は 3000m、1000m : 5.0%、82.8%、12 日 9 時は 29.7%、84.5%と推測。

11 日 9 時の風向・風速は 3000m : 北北東 5.5m/s、1000m : 北東 10.6m/s。12 日 9 時は 3000m : 西南西 11.7、1000m : 南西 6.3m/s と推測された。

4. おわりに

下層のアメダスデータからの高地の強風評価は難しい場合があるが、高層気象からの推測は山地で乱されていない風が観測されており、妥当な推測が可能であろう。尾根筋や突端部での強風の推測は妥当であろう。アメダス・高層気象データを条件付けして利用すれば、概ね妥当な気象が推定可能である。

引用文献：真木太一. 2019 : 『75 歳・心臓身障者の日本百名山・百高山単独行』, 海風社, pp.165.

ジブチ共和国のワジ農業におけるソーラー・風力ハイブリッドポンピングの可能性

Possibility of Solar/Wind-hybrid Pumping System in Wadi Agriculture in Djibouti

○田島 淳^{*}・佐藤愛琉^{***}・實野雅太^{****}・鈴木伸治^{*}・島田沢彦^{*}・渡邊文雄^{*}

(*東京農業大学地域環境科学部, ***大林道路(株), ****東京農業大学教職課程)

Kiyoshi Tajima^{*}, Airu Sato^{***}, Masataka Jitsuno^{****}, Shinji Suzuki^{*}, Sawahiko Shimada^{*}, Fumio Watanabe^{*}(*Department of Bioproduction and Environmental Engineering, Faculty of Regional Environment Science,
Tokyo University of Agriculture, ***Obayashi Road Corporation,
****Teacher-training Course, Tokyo University of Agriculture)

1. はじめに

著者らは 2008 年にジブチのワジ農業において浅井戸に小型のソーラーポンピングシステムを導入し、灌漑用に用いる場合の有効性と問題点を追跡してきた^{1,2)}。システムの構成要素は、太陽電池モジュール、コントローラ、ポンプ、配管・配線、貯水タンクである。今回は今までの研究で得られた成果を基に、別のサイトで既に稼働している集落用のソーラーポンピングシステムから灌漑用水を供給してもらいパイロットファームを設置する計画を立てた。計画の遂行に当たり、下記の点について事前に把握する必要があった。①既存のシステムの揚水量を推定する、②ポンプの稼働率を上げることで現有のポンプの揚水量を増やす手段を検討し、増水量を予測する、③増加した増水量に水源である井戸が耐え得るかを判定する。

2. 材料および方法

サイトはジブチ共和国のアルタ州アリファレン集落で、既存の井戸には Grundfos 社製のソーラーポンピングシステムが設置されている。しかし、ポンプの型式、太陽電池モジュールの型式は不明である。モジュール 0.77×0.74 m が 12 枚設置されており、総面積は 3.08×2.22=6.84 m² で推定出力はある。コントローラは Grundfos 社製 CU200、貯水槽のサイズは L×W×H=6.55×5.55×3.40 m の天蓋付きで容量は 123.6 m³ である。このサイトに気象ステーションおよび水位センサー（井戸、貯水タンク）を設置し得られたデータ（日射、風速、地下水位、貯水タンク水位）を基に、前述の①～③について検討し取水の可能性について検討を行った。

①既存のシステムの揚水量の推定 貯水タンクは揚水を行いながら、集落の生活用水として使われているため、ソーラーポンプによる揚水量は貯水タンクの水位だけでは算出できない。よって気象ステーションから得られる全天日射の 10 分ごとの測定値と貯水タンクの水位変動から、日射強度と揚水の流量の関係を求め揚水量を推定した。②ポンプ稼働率の向上による揚水量の増加予測 太陽電池モジュールの増設もしくは風力発電機の増設による揚水量の増加量の予測を行った。太陽電池モジュールの増設による揚水量の増加量の予測は、①で得られた日射強度と流量の係数にジブチにおける過去の実測データを基に太陽電池モジュールの発電量と流量の関係を求め揚水量の増加量を予測した。さらに風力発電については、前述の発電量と流量の係数式に、風速と風車の発電量関係（別途実験により求めた）から得られる発電量を代入することで算出した。③については、既存のポンピングシステムでの揚水量と井戸の水位変動の係数に②の結果を加えて取水の可能性の検討を行った。

3. 結果および考察

Fig.1 に、天候が良く貯水タンクの水を使用していないと思われる時間帯における全天日射量と揚水量の関係を示した。この図から求められた近似曲線により、ソーラーポンピングシステムの揚水量を予測することが可能となり、その結果、貯水タンクからの水の使用量も予測することが可能となった²⁾。日射量から推定した年間（2020 年 3 月から 2021 年 2 月）の日揚水量の推定を行った。次に過去のジブチの実験¹⁾から得られた変換効率の平均値 7.954%を基に、ポンプに入力された電力と揚水量の関係を推定した。（Fig.2）。この近似曲線により太陽電池の増設や風力発電機を導入した場合の揚水量を推定し、現状と比較した。Fig.3 に太陽電池の増設（ここでは 12 枚のモジュールを 14 枚とした）による揚水量の日変化の推定結果を、Fig.4 に小型風力発電機（600W）の導入による日揚水量の推定結果を示した。何れの推定もポンプ入力 of 最大値は現状を超えない範囲とし、稼働率の向上のみを評価した。太陽電池の増設ではすべての日で一定

の割合で揚水量が増加しているのに対し、風力発電とのハイブリッドでは、太陽光の値と関係なく増加していることがわかる。しかし、今回のサイトでは昼間の時間帯に風が強く、夜間はあまり吹かない傾向が認められ、期待したほど風力の導入効果がないことがわかった。また、Fig.1 の近似曲線より得られる揚水量と井戸の水位の関係を Fig.5 に示した。揚水量と井戸の水位の低下時刻が一致しており、井戸の水位は1晩ではほぼ回復していることがわかる。井戸の水位の3か月間の水位を Fig.6 に示した。

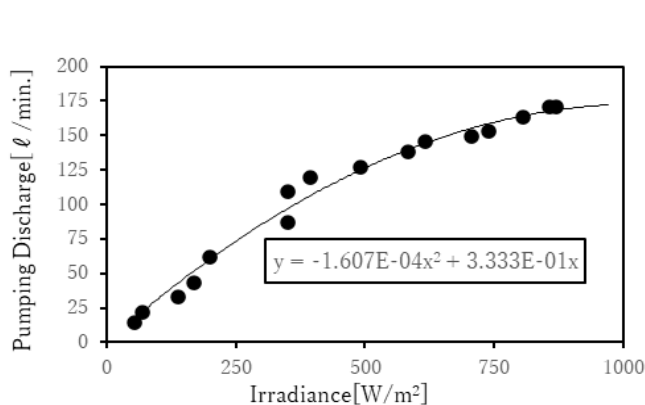


Fig.1 Relationship between Global Solar Irradiance and

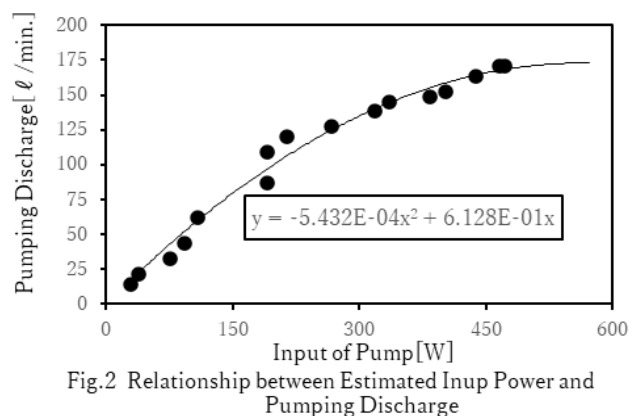


Fig.2 Relationship between Estimated Input Power and Pumping Discharge

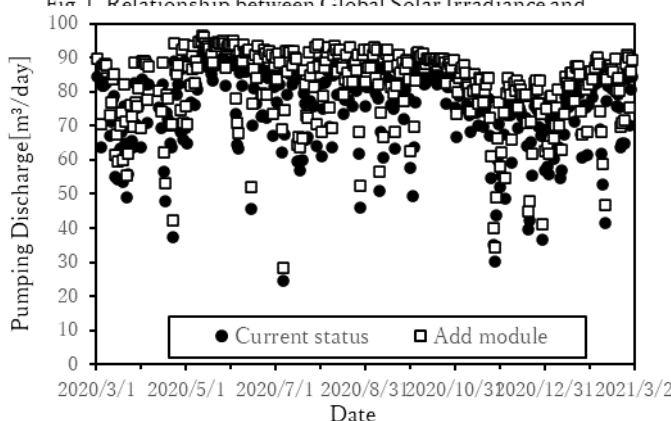


Fig.3 Estimated Pumping Discharge (Case of Add module)

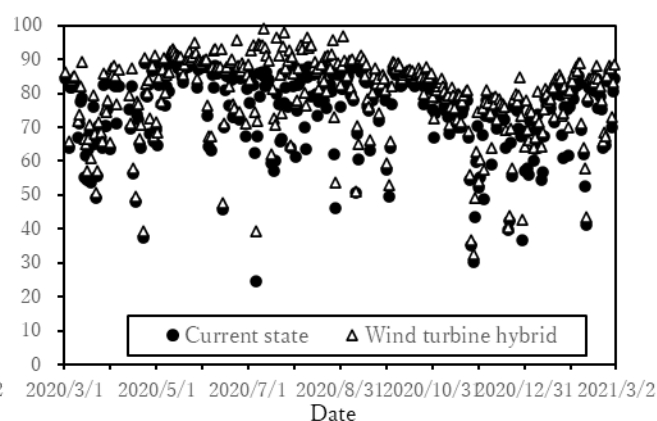


Fig.4 Estimated Pumping Discharge (Case of Wind turbine hybrid)

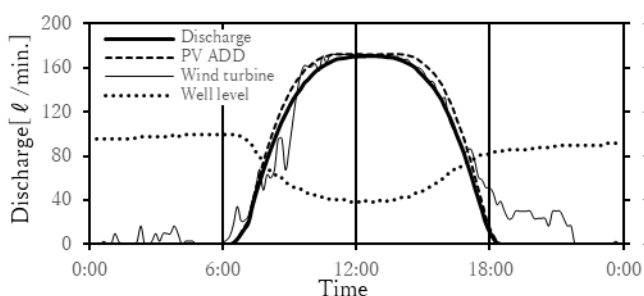


Fig.5 Estimated Pumping Discharge and Well level

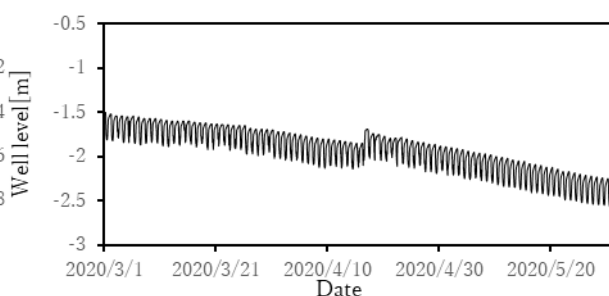


Fig.6 Trend of Well level (2020/3/1-5/31)

4. まとめ

パイロットファームの灌漑用水の確保を目的として、全天日射量から予測した揚水量を基に既存のソーラーポンピングシステムへのモジュールの増設や小型風力発電機の導入による揚水量の増加の可能性を検討した結果、以下の結論を得た。

- (1) 600 W の小型風力発電機の導入による増水効果は、現地の風速の測定結果から年間で 6%であった。(2) 太陽電池の増設による増水効果は、モジュール面積 17%の増設に対して年間で 7%であった。
- (3) 井戸の水位の計測結果から、1 日ごとにほぼ回復しているものの長期的には漸減の傾向が認められた。

引用文献 1) Tajima,K.Sanada,A.Tachibana,R.Watanabe,F (2012) : Effectiveness of Solar Pumping System in the Wadi Agriculture in Northern East Africa : Journal of Arid Land Studies 23(4) pp.180-182
 2) Tajima,K.Suzuki,S.Shinohara,T.Sanada,A.Watanabe,F (2014) : Application Example of a Small Solar Pumping System in the Djiboutian Wadi Agriculture : Journal of Arid Land Studies 22(1) pp.338-339

塩水灌漑条件下における水価格を考慮した灌水量の最適化 Optimization of Irrigation Depth considering the Cost for Water under a Saline Condition

○藤巻晴行(鳥取大学), 大西純也(国際農林水産業研究センター), Hassan M. Abd El Baki(鳥取大学),
Toderich, K.(鳥取大学)

Fujimaki (Tottori University), H., Junya, O. (JIRCAS), Abd El Baki (TU), H. M. , Toderich, K.(TU)

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

Mung bean 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 60 cm. On April 21, seeds were sown below each emitter after leaching with more than 200 mm. Three treatments were established: 1) irrigated with fresh water using an automated irrigation system using two soil moisture probes installed below 10 cm (F), 2) same as above but irrigation water contained NaCl at 2 g/L and leaching was carried out once in maturity stage (C), 3) irrigation depth was determined with the scheme and 2 g/L NaCl solution was used for irrigation water (O).

Each treatment had three replicates. After May 21, irrigation using the saline water started for treatments C and O. To evaluate if WASH_2D can predict water flow and solute movement under such a condition, soil moisture and salinity sensors, ARP WD3-WET-5Y, 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 shown in Fig.1. Treatment F received the largest amount owing to the largest transpiration rate without any stresses. Treatment O received the larger amount than treatment C to avoid severe salinity stress. Leaching for treatment C was carried out so that the totally applied amount be nearly the same as that of treatment O. Figure 2 compares net income under producer price of 0.9 \$/kg, saline water price of 0.1 \$/m³, and fixed miscellaneous costs at 50 \$/ha. Treatment F gained the highest gross income owing to the largest yield (0.49 t/ha). Treatment C gained the lowest income and yield probably owing to delayed leaching. If we set a 1.3 times high water price for the fresh water, net income of treatment O was nearly the same as that of treatment F.

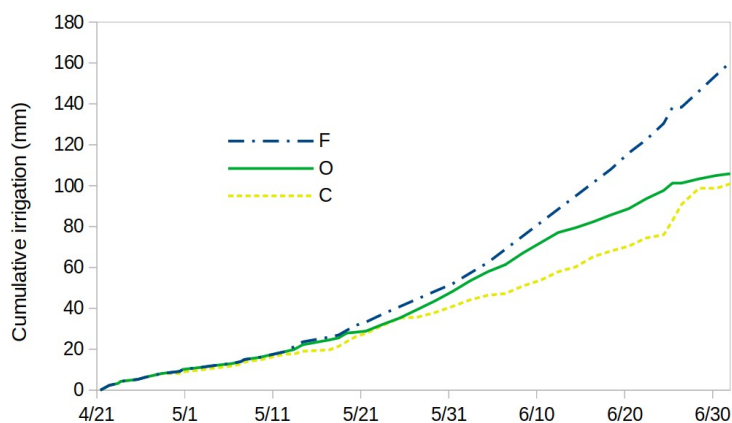


Fig.1 Comparison of cumulative irrigation

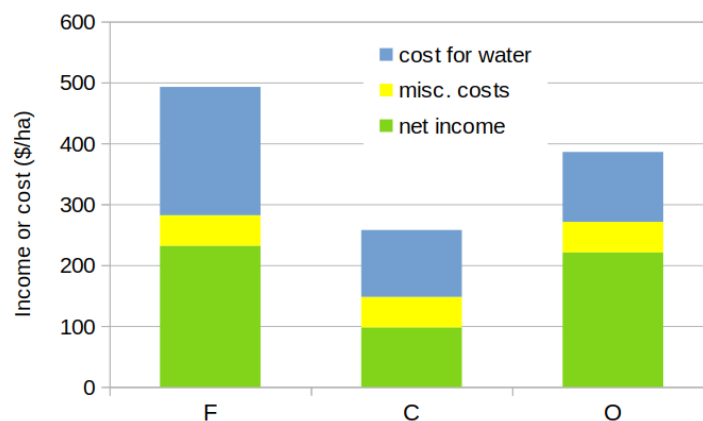


Fig.2 Comparison of net income

Optimization of Cultivated Area in a Water Harvesting System with Plastic Sheet and Tank

○Acham Erukudi, Hassan M. Abd El Baki, Nana Jean Bosco and Haruyuki Fujimaki

Tottori University

Keywords: Supplemental irrigation, automated irrigation, drip irrigation, drought, peanuts

1. Introduction

Rainfed agriculture in the semi-arid tropics is a fragile and risk-prone ecosystem due to high spatial and temporal variability of rainfall. Rainfall is concentrated in a short rainy season (approximately 3 to 5 months), with few intensive rainfall events that are unreliable in temporal distribution that is manifested by high deviations from the mean rainfall [Wani et al.2011]. In rain-fed agriculture in semi-arid regions, supplemental irrigation may stabilize crop production by mitigating drought stress. In hilly sites having poor access to canal or ground water, water harvesting would be viable option. In sandy field having high intake rate and low available water, the combined use of plastic sheet and tank may enhance collectivity and effective use of collected water.

However, methodology of how to determine cultivated area has yet to be established. The purpose of this study was to present a methodology to determine cultivated area under combined use of plastic sheet and tank.

This study presents results from a selected experiment hilly site in Arid Lands Research Centre, Tottori University sand dune field, in a water harvesting bank for supplemental irrigation of rainfed cultivation. This experiment was conducted in simulation of rainfed agriculture in dry sub-humid/ dryland conditions.

2. Materials and Methods

2.1 Study area and experimental set up

Three water harvesting systems having the same area of plastic sheet and tank capacity of 300 L, were used to automatically irrigate three treatments having different cultivated areas, 10.5 m²_(A), 21 m²_(B), and 31.5 m²_(C), corresponding ratio of catchment to cultivated area (CCR) were 1.20, 0.60 and 0.40, respectively through a drip irrigation system. The polyethylene tank was located at a place lower than the lower edge of the plastic sheet. Gutter was attached to the lower edge of the plastic sheet and water delivered to the tank and down to the cultivated area through pipe by gravity. The amount of harvested or irrigated water in each treatment was evaluated using water level sensors. Two soil tensiometers were installed for each treatment at a depth of 10 cm from 5 June to 2 September 2021 and at a depth of 20 cm from 2 September to 26 November beneath the emitter. Irrigation was made when the average suction value was above 50 cm by automatically opening solenoid valves using CR300 datalogger.

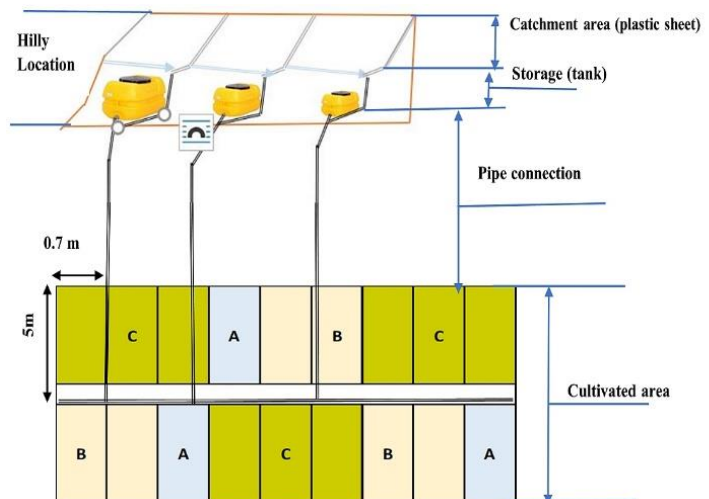


Figure 1: Experimental design

2.2 Cultivation

Peanut were sowed on 1st June 2021 along drip tubes with a crop/emitter and lateral spacings of 20 cm and 70 cm, respectively. A N-P-K fertilizer of 8-8-8 in solid form was applied to all the treatments on 14 June while Dolomite fertilizer (Ca²⁺ and Mg⁺) was applied on 18 June. A N-P-K fertilizer in liquid form was applied at the 36 and 70 days after sowing to all treatments with a concentration of 1 g/L. First and second growth surveys were conducted on 21 August and 7 October, respectively. Harvest was done on 26 November.

3. Results & Discussion

Cumulative depths of irrigation for treatment A, B, and C were 179, 107, and 85 mm, respectively, while cumulative inflow depths were 209, 119, and 90 mm, respectively. Treatment A had the largest yield per area 735 kg/ha compared to other treatments B (536 kg/ha) and C (149 kg/ha), while B had the largest total yield of 1.13 kg. Cumulative irrigation was combined with effective rainfall of 181 mm to obtain total water supply. Water use efficiency for treatments A, B and C were 0.00029, 0.00022 and 0.00007g/L, respectively. As shown in Figure 2, yield increased linearly with total water supply beyond a threshold, implying that rainfall alone is not enough, and supplemental irrigation is quite effective to enhance water productivity. Optimum CCR was then obtained by fitting relationship between CCR and total yield (kg) with the gaussian or parabolic function, as shown in Figure 3. Both fitting gave around 0.84. Considering cultivation cost, which is nearly proportional to cultivation area, economically optimum CCR would be smaller than the value.

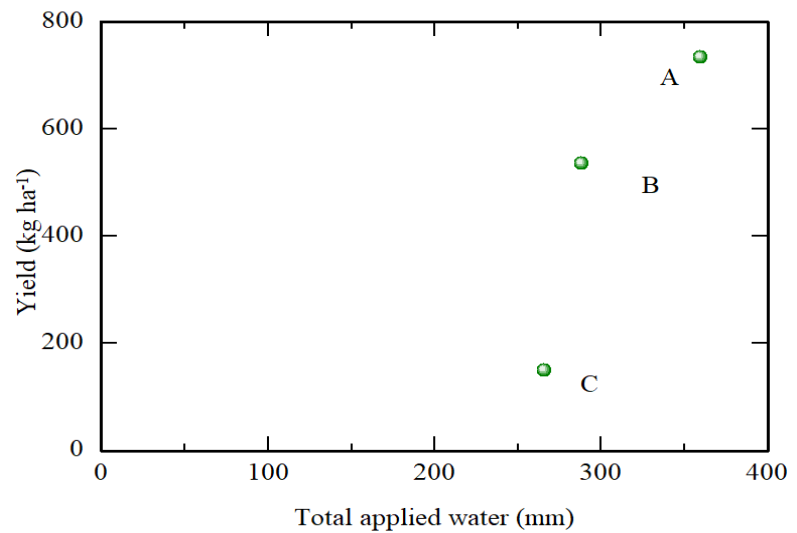


Figure 2: Totally applied water versus yield levels for each treatment.

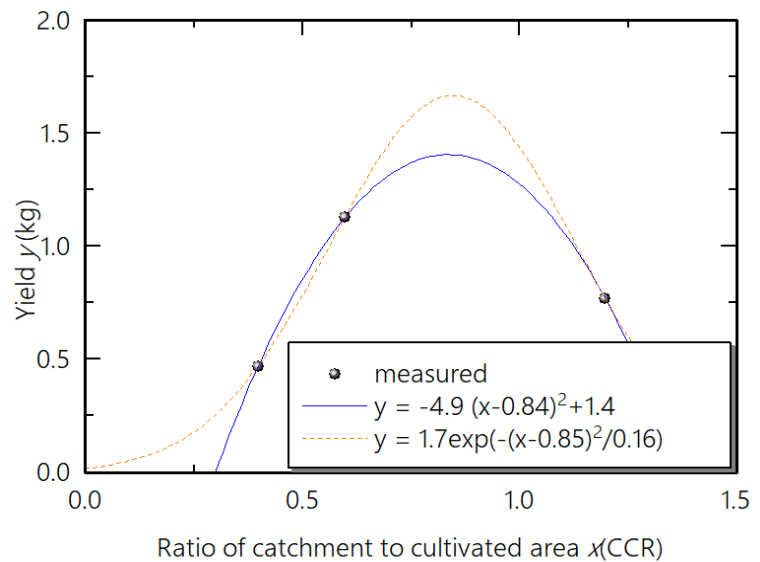


Figure 3: Relationship between CCR and yield under a storage capacity of 24mm.

4. Conclusion

The results of this experiment show the use of rainwater harvesting for supplemental irrigation increases water productivity and by examining three largely different CCR under various combinations of soil, climate, and crop, we may find the optimum CCR for each condition..

References

SP Wani., J Rockstrom & B Venkateswarlu. (2011): New Paradigm to unlock the potential of Rainfed Agriculture in the Semi-arid Tropics

Forage and grain production of three maize cultivars under surface and subsurface drip irrigation systems (Case study: Karaj, Iran)

○Hamed Ebrahimian^{1,2*}, Fatemeh Heydari³, Teymour Sohrabi⁴, Haruyuki Fujimaki⁵

- 1- Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
- 2- Visiting associate professor, Arid Land Research Center, Tottori University, Tottori, Japan.
- 3- Graduate student, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
- 4- Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
- 5- Professor, Arid Land Research Center, Tottori University, Tottori, Japan.

*Corresponding Author Email: ebrahimian@ut.ac.ir

Keywords: on-farm water management, drip-tape irrigation, water use, crop yield, dryland.

Introduction

One of the ways to increase water productivity in agriculture sector is using proper crop cultivars and modern irrigation systems. It is vital to increase crop production with less irrigation water to supply enough food for the current and future population, particularly in arid and semi-arid regions (Gany et al., 2019). Therefore, various on-farm water managements (e.g., irrigation scheduling and drip irrigation) and different crop cultivars have been introduced in order to reduce water consumption and increase crop yield and water productivity (Mirzaee et al., 2021; Wang et al., 2021). A few limited studies have been conducted to compare different maize cultivars under different irrigation systems. In this study, the crop yield of three different maize cultivars in term of majority group were evaluated under surface and subsurface drip irrigation (DI and SDI, respectively) in a semi-arid region.

Materials and methods

The field experiments were conducted at the experimental field at the College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. The local climate is classified as semi-arid with an average annual rainfall of 251 mm, an average annual temperature of 14.1°C and an elevation of 1,296 m. Experiments were carried out during the end spring and summer of 2017, when there was no effective rainfall. Irrigation water was supplied from groundwater (well). Soil texture was clay loam and the electrical conductivity of irrigation water was 0.7 dS/m. In this study, three maize cultivars with different majority groups were chosen including KSC704 (late), KSC600 (intermediate-late) and KSC400 (early-intermediate). The split-plot design was implemented based on randomized complete blocks with three replications. The planting date of all cultivars was the same (13 June 2017). Planting density was 74500 plants/ha. Irrigation was applied according to the daily needs of the plant during the growing season by the FAO 56 guidelines (Allen et. al., 1998). Daily meteorological data required for calculating crop evapotranspiration were taken from the meteorological station located at the experimental field during the growing season. Irrigation interval and lateral pipe spacing were 3 days and 75 cm for both irrigation systems, respectively. The SDI emitters were installed 25 cm below the soil surface. The distance between the drippers on the pipe was 30 cm. All practices required for maize growth such as fertilizer application and pest and weed control were performed. Water use and forage (wet matter), biomass (dry matter), and grain yield of each cultivar were measured. To measure the yield of dry matter (biomass), plant samples were dried for 72 hours at 70° Celsius. The grain weight was measured at 14% moisture.

Results and Discussion

Early cultivar consumed less water than late cultivars due to the length of its growth period (Figure 1). Water consumption of the maize cultivars under full irrigation was varied between 5330 and 6280 m³/ha for biomass production and between 6350 and 6710 m³/ha for grain production. The KSC600 and KSC400 cultivars had the greatest and lowest values of irrigation volume for forage (and grain) production due to their longer and shorter growth period,

respectively. Table 1 presents the values of crop production for all cultivars under both irrigation systems. The results indicated that SDI resulted in greater grain yields than DI. The highest value of biomass production was observed for KSC600 (26.9 ton/ha). The KSC400 and KSC600 cultivars produced the lowest values of biomass and grain in both irrigation systems, respectively. KSC704 with SDI resulted in the highest grain production (15.9 ton/ha).

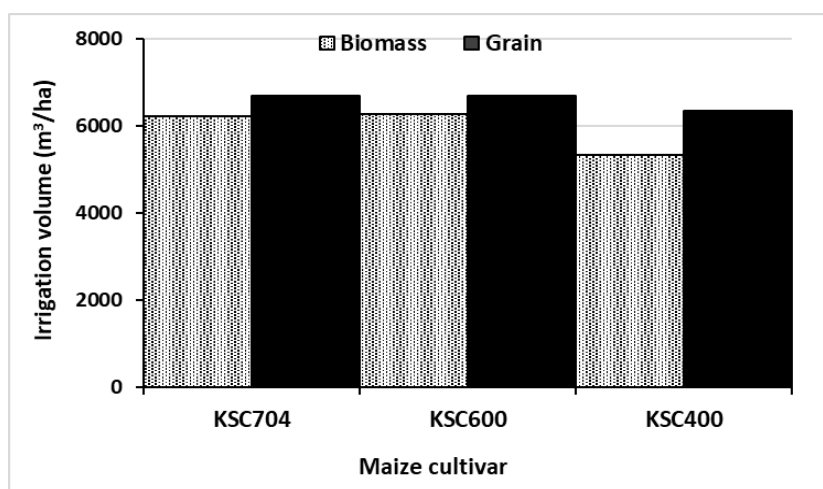


Figure 1. Average irrigation volume of different maize cultivars for biomass and grain production.

Table 1. Comparison of surface and subsurface drip irrigation systems in terms of forage, biomass and grain production.

Irrigation system	Cultivar	Forage (t/ha)	Biomass (t/ha)	Grain (t/ha)
DI	KSC704	56.7	20.7	13.2
	KSC600	43.8	22.2	6.6
	KSC400	51.1	17.9	14.1
SDI	KSC704	56.6	19.5	15.9
	KSC600	62.8	26.9	8.4
	KSC400	46.3	16.2	14.8

Conclusions

As a conclusion, the type of maize cultivar had a significant effect on yield and water use in both irrigation systems. According to the results, water application under subsurface drip irrigation could be decreased because of its less evaporation loss as compared to surface drip irrigation system. It is also suggested comparing different maize cultivars under different stresses (such as drought, salinity and nutrient) and different conditions (e.g., soil, climate and irrigation system).

References

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300(9), D05109.
- Gany, A. H. A., Sharma, P., & Singh, S. (2019). Global review of institutional reforms in the irrigation sector for sustainable agricultural water management, including water users' associations. *Irrigation and Drainage*, 68(1), 84-97.
- Mirzaee, E., Ebrahimian, H., Ghameshlou, A. N., & Raja, O. (2021). Evaluation of crop yield and water productivity of different hybrids of maize with drip-tape irrigation. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(1), 161-173. (in Persian with English abstract)
- Wang, D., Li, G., Mo, Y., Zhang, D., Xu, X., Wilkerson, C. J., & Hoogenboom, G. (2021). Evaluation of subsurface, mulched and non-mulched surface drip irrigation for maize production and economic benefits in northeast China. *Irrigation Science*, 39(2), 159-171.

5-アミノレブリン酸の種子粉衣処理が塩類ストレス条件下における デントコーンの初期生育に及ぼす影響

Effects of seed coating with 5-Aminolevulinic acid on seedling growth under salinity stress
in maize

○真田篤史¹⁾・小辻龍郎²⁾・寺田順紀¹⁾・小塩海平¹⁾・丹羽紗也佳³⁾・渡辺圭太郎³⁾・田中徹³⁾

1) 東京農業大学国際農業開発学科、2) 北海道大学大学院、3) ネオファーマージャパン株式会社
Atsushi SANADA¹⁾, Tatsuro KOTSUZI²⁾, Naoki TERADA¹⁾, Kaihei KOSHIO¹⁾, Sayaka NIWA³⁾,
Keitaro WATANABE³⁾, Tohru TANAKA³⁾

1) Tokyo University of Agriculture, 2) Hokkaido University, 3) Neopharma Japan Co., Ltd

5-アミノレブリン酸（以下、ALA）の処理が植物体の生育に及ぼす影響は、これまで様々な作物において調査が行われている。塩類ストレス条件下での ALA の効果を評価した試験もあるが、地上部を中心に評価した報告が多く、地下部の発達についてはあまり試験が行われていない。そこで、本試験では、塩類ストレス下で ALA を処理した際の根の発達について、より詳細な評価を行うことを目的とする。なお、ALA の処理方法としては葉面散布が多く、植物体への吸収が早く、効果も即効的で、非常に有効な処理方法であるが、植物体内に吸収されない量も多い。そこで今回の試験では、ALA の利用効率を高めることを目的として種子粉衣により処理を行い、その際の植物体の生育に及ぼす影響を調査した。

（材料と方法）

供試植物は、デントコーンを用いた。デントコーンの種子は、ALA を粉衣した後、砂と土を 3 : 2 の割合で充填した根箱に播種して栽培された。なお、すべての根箱の土には 1% の濃度で NaCl を添加した。栽培期間は、2021 年 3 月 11 日から 3 月 31 日までの 21 日間であった。ALA の種子への粉衣は、15 g ha⁻¹（ALA15 区）および 150 g ha⁻¹（ALA150 区）の濃度で行い、ALA を粉衣しない無処理区も設けた。栽培期間中は、草丈、葉数、茎幅、SPAD の測定を経時的に行った。また、根の発達についても、根箱の亚克力面をスキャンして撮影した。

3 月 31 日にすべての植物体を抜き取り、地上部は生育調査に加えて葉面積や乾物重などの調査を行った。地下部は、スキャナー上で根を広げ、スキャン画像を撮影し、画像解析ソフト WinRHIZO で根の表面積、根数、根長を測定した。WinRHIZO での解析時には、根の太さを 0.5mm より大きいものと、0.5mm 以下に分けて解析しており、それぞれ種子根や種子近辺から発生する根（0.5mm より大きい）と側根（0.5mm 以下）を想定している。地下部はその後乾燥し、乾物重を測定した。

（結果と考察）

試験期間中の地上部の生育は、全ての調査項目について、ALA の処理による生育の違いは見られなかった。多くの植物は、種子に蓄えられた養分が本葉 3 枚程度まで生育を補助するため、処理による効果が見られなかったと考えられる。

播種後 21 日目に抜き取り調査を行い、その結果を表 1 に示した。地上部の調査項目については、処理による違いが見られなかったが、SR 比（shoot/root 比）は ALA15 区で無処理区と比べて有意に大きくなった。

抜き取り後の根について詳細な調査を行い、根数について表 2 に示した。総根数と 0.5mm 以下の太さの根数は、無処理区で ALA150 区よりも有意に多かったが、0.5mm より太い根の根数は差が見られなかった。そのため、総根数の増加は、細根の増加に起因するものと考えられる。次に、根長につい

て表 3 に示した。根長は、総根長、太さごとの根長共に、無処理区で ALA150 区より有意に増加し、ALA の施用により根長が伸びる傾向が見られた。最後に、根の表面積について表 4 に示した。表面積は、総表面積、太さごとの表面積共に、無処理区で ALA 処理区よりも大きくなった。以上の結果から、無処理区では根の表面積が有意に大きくなり、特に細根の増加が大きく影響していると考えられた。

植物の根は、ストレスに遭遇するとエチレンを生成し、細根の発生を促すことが知られている。今回の試験でも、塩類ストレスにより無処理区では細根の生成が促進されたと考えられるが、ALA 処理はストレスを緩和する効果があり、ALA 処理区において細根の過剰な生成が抑制されたと考えられる。抜き取り調査時の SR 比が無処理区で小さかったことも、無処理区で細根の生成が促進されたことに起因すると推察された。一方で、地上部の生育は処理区間で違いが見られなかった。このことは、根からの養水分吸収量が処理区間で同様であることを示している。したがって、少ない根量の ALA 処理区で、根量の多い無処理区と同様の養水分吸収が行われたということは、ALA 処理区の根の方が、養水分吸収効率が良いと言える。

Table 1. Shoot and root growth variables of maize seedlings at 20 days after sowing as affected by different concentration of 5-ALA treatments.

ALA application rate (g ha ⁻¹)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Leaf number per plant	Dry wt (mg plant ⁻¹)		Shoot:Root ratio (wt/wt)
				Shoot	Roots	
0	37.3	5.38	3.7	188	19.6	14.2 b ^a
15	38.8	5.28	3.7	195	15.9	17.8 a
150	37.0	5.11	3.6	183	15.6	16.7 ab

^aMeans in a column followed by the same lowercase and uppercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ and < 0.10 , respectively (Fisher's protected LSD test).

Table 2. Lateral root number of maize seedlings at 20 days after sowing as affected by different concentration of 5-ALA treatments.

ALA application rate (g ha ⁻¹)	Root number per plant		
	Total	> 0.5 mm	≤ 0.5 mm
0	338.2 a	8.6	329.6 a
15	251.8 ab	9.8	242.0 ab
150	166.0 b	8.8	157.2 b

^aLateral roots were sorted in two diameter classes: roots more than 0.5 mm and less than 0.5 mm in diameter generally represent primary and seminal, and lateral roots, respectively.

^bMeans in a column followed by the same lowercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Fisher's protected LSD test).

Table 3. Root length of maize seedlings at 20 days after sowing as affected by different concentration of 5-ALA treatments.

ALA application rate (g ha ⁻¹)	Root length (cm)		
	Total	> 0.5 mm	≤ 0.5 mm
0	1729.6 A	510.2 a	1219.4 A
15	1156.8 AB	325.4 b	831.4 AB
150	1033.9 B	355.5 ab	678.3 B

^aLateral roots were sorted in two diameter classes: roots more than 0.5 mm and less than 0.5 mm in diameter generally represent primary and seminal, and lateral roots, respectively.

^bMeans in a column followed by the same lowercase and uppercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ and < 0.10 , respectively (Fisher's protected LSD test).

Table 4. Root surface area of maize seedlings at 20 days after sowing as affected by different concentration of 5-ALA treatments.

ALA application rate (g ha ⁻¹)	Root surface area (cm ² plant ⁻¹)		
	Total	> 0.5 mm	≤ 0.5 mm
0	257.9 A	159.7 A	98.1 a
15	169.5 B	105.7 B	63.8 ab
150	157.4 B	106.2 B	51.1 b

^aLateral roots were sorted in two diameter classes: roots more than 0.5 mm and less than 0.5 mm in diameter generally represent primary and seminal, and lateral roots, respectively.

^bMeans in a column followed by the same lowercase and uppercase letter are not significantly different at $P < 0.05$ and < 0.10 , respectively (Fisher's protected LSD test).

2017-2019 年における日本企業のアフリカ進出

Extension of Japanese Enterprises in Africa from 2017 and 2019

森尾貴広 (筑波大学)

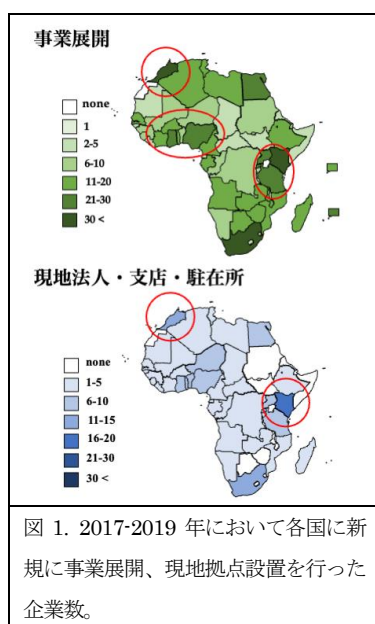
Takahiro MORIO (University of Tsukuba)

アフリカ大陸諸国は今世紀中を通じた人口の増加や人口増加や著しい経済成長による市場拡大への期待から、日本を含む各国企業の投資や進出が盛んに行われている。1993 年より日本政府の主導で定期的開催されているアフリカ開発会議 (TICAD) における共同宣言、行動計画においても、この傾向を反映し、2008 年に開催された TICAD IV より、アフリカの経済成長への取り組みがより強調されるようになった。

2016 年にナイロビで開催された TICAD 6 は初のアフリカ大陸での開催のみならず、アフリカの経済成長に寄与するために日本企業のアフリカ進出を強力に後押しすることが謳われ、支援の対象から投資・ビジネスパートナーとしてのアフリカに大きく舵を切ったことでも意義を残している。また、日本貿易振興機構 (JETRO) が同時に開催した「ジャパンフェア」では過去最大の約 100 社が参加し、アフリカの市場に直に露出し、企業活動を紹介・アピールする機会となった。

本研究は TICAD 6 以降の日本企業のアフリカ諸国への進出傾向をアフリカ開発銀行およびアフリカビジネスパートナーズが公開している「アフリカビジネスに関わる日本企業リスト」の各年度版を基に分析し、TICAD 6 の影響を考察する。また、アフリカ大陸への進出が著しい中国の対アフリカ直接投資の傾向と比較し、両国の進出戦略の共通点、相違点を考察する。

2017 年から 2019 年の間に新規にアフリカにおける活動を展開、および現地拠点を設置した企業動向を



みると、従前から多くの企業活動が見られた南アフリカに加え、ケニア、モロッコで著しい増加が見られていた。特に、現地拠点の新規設置件数ではケニアが南アフリカを上回り最も多かった (図 1)。これは TICAD 6 の現地開催にともなう日本企業と現地カウンターパートとのコミュニケーションの機会の創出がその後の連携と進出のきっかけとなったことも考えられる。実際、JETRO ジャパンフェア参加企業 84 社のうち、64 社が 2017 年以降アフリカのいずれかの国への進出・展開の拡大を果たしていた。

「アフリカビジネスに関わる日本企業リスト」に掲載されている 656 社の 54 か国における 5 年分の活動を、それぞれの国・年で活動が見られる場合を 1、見られない場合を 0 とした 656×270 (54×5) のマトリクス上に展開し、国別・企業別クラスター解析を行った。国別のグループ化においては、南アフリカ、次いでケニア、エジプト、モロッコの企業の進出が盛んな国、東部、南部、北部アフリカ諸国とナイジェリア、ガーナ、セネガルを含むグループ、西部、中部アフリカ諸国を含む 4 グループに分類された。各グループにおける企業の進出パターンを調べると、東部、南部、北部アフリカ諸国への企業進出に比べ、中部、西部アフリカ諸国への進出が立ち後れていることを表していた。

国毎・年度毎の進出パターンの類似性で企業をグループ化したところ、9 グループのうち 3 グループは複数か国に進出するものであった。そのうち 3 社からなるグループ (Gr6) は 2013 年からアフリカ大陸全域に進出しており、15 社のグループ (Gr1) は 2017 年以降に広域への進出が見られてたもの、64 社のグループ (Gr2) は 2017 年以前より 1 か国あるいは複数国進出し、それ以降にさらに進出国を拡大したものであった。

複数か国への進出パターンを調べるために、任意の 2 か国の各年度における Gr2 に含まれる 64 社の進出動向の類似性を相関係数で表し比較したところ、2013 年から 2016 年の間、2017 年から 2019 年の間での相関は比較的高いものの、2013-2106 年と 2017-2019 年の間の相関が低くなっており、2016 年、2017

年を境に進出パターンが異なったことを示唆している。進出パターンの変化要因としては、進出企業の大
幅増加あるいは減少、進出企業の構成の大幅な変化が考えられるが、進出企業の増加に起因する場合が多
く見られた。2017 年以降に同時に新規進出する 2 か国の組み合わせは、南アフリカを除く南部アフリカ
諸国において最も多く見られた（図 2）。このことはこれらの企業が南部アフリカに進出の際には同時に

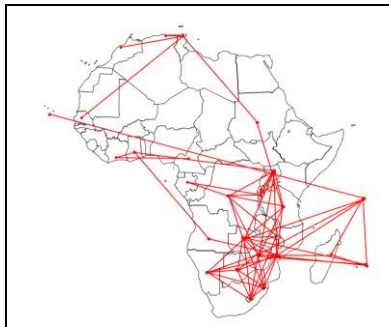


図 2. Gr2に含まれる企業 64 社によく現
れる 2 か国同時進出パターン。

複数か国に進出する傾向にあることを示唆する。加えて、コンゴ民主共
和国、ザンビア、ウガンダ、タンザニア間、およびセイシェル、マダガ
スカル、モーリシャス、タンザニア、ザンビア、ジンバブエ間において
同様なパターンが見られた。他のアフリカ地域においては、北アフリカ
ではチュニジアとモロッコ間、中部アフリカではブルンジ、ガボン、コ
ンゴ民主共和国、ウガンダ間で見られる一方で、西部アフリカ諸国間では
こうした傾向が見られなかった。

日本企業の進出パターンが日本特有のものであるかを明らかにするため
に、中国の直接投資残高の国別傾向と比較した。図 3 で示すように、
日本と中国の国別進出傾向は多くの国で似通っているものの、例えばコ
ンゴ民主共和国における中国の進出が突出している他方で日本のチュニ
ジアへの進出が著しいなど、日本および中国それぞれに特徴的な進出が見られた。

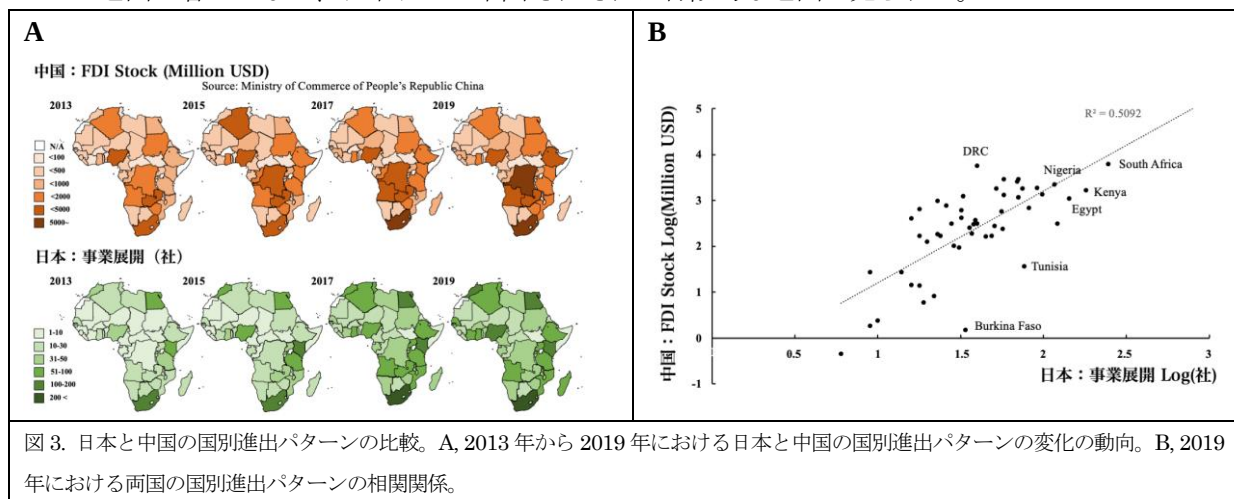


図 3. 日本と中国の国別進出パターンの比較。A, 2013 年から 2019 年における日本と中国の国別進出パターンの変化の動向。B, 2019
年における両国の国別進出パターンの相関関係。

東日本大震災に伴う津波被害への対応:

宮城県亘理町の耕作放棄地を利用した 10 年間の活動報告

Countermeasures to the Tsunami Damage Caused by the Great East Japan Earthquake:
Report on 10 years' activities using abandoned cultivation land in Watari, Miyagi

○石川祐一^{1), 2)}・杉本英夫^{2), 3)}・的場泰信²⁾・押田敏雄^{2), 4)}・福田淳²⁾・牛木久雄²⁾・西岡哲²⁾・
青木雄二³⁾・宮井隆大¹⁾・菊地駿介¹⁾・藤田遼¹⁾・若宮理¹⁾・佐々木祥太¹⁾・長澤昇汰¹⁾・佐藤萌¹⁾・
矢吹幸子¹⁾・菅野均志⁵⁾・森本英嗣⁶⁾・日高伸¹⁾・早川敦¹⁾・高橋正¹⁾

(1) 秋田県立大学, 2) 日本沙漠学会乾燥地農学分会, 3) (株)大林組技術研究所, 4) 麻布大学,
5) 東北大学, 6) 三重大学)

Yuichi ISHIKAWA^{1), 2)}, Hideo SUGIMOTO^{2), 3)}, Yasunobu MATOBA²⁾, Toshio OSHIDA^{2), 4)},
Atsushi FUKUDA²⁾, Hisao USHIKI²⁾, Tetsu NISHIOKA²⁾, Yuji AOKI³⁾, Takahiro MIYAI¹⁾,
Shunsuke KIKUCHI¹⁾, Ryo FUJITA¹⁾, Satoshi WAKAMIYA¹⁾, Shota SASAKI¹⁾, Shota NAGASAWA¹⁾,
Moe SATO¹⁾, Sachiko YABUKI¹⁾, Hitoshi KANNO⁵⁾, Hidetdugu MORIMOTO⁶⁾, Shin HIDAKA¹⁾,
Atsushi HAYAKAWA¹⁾, Tadashi TAKAHASHI¹⁾

1) Akita Prefectural University, 2) Commission of Agricultural Development for Arid Lands, The
Japanese Association for Arid Land Studies, 3) Obayashi Corporation, 4) Azabu University,
5) Tohoku University, 6) Mie University

1.はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により液状化・地盤沈下・津波が引き起こされ、居住空間、公共交通機関、および産業インフラに甚大な被害がみられた。太平洋に面した 6 県の約 24,000 ヘクタールの土地が被害を受け（内閣府、2011 年）、とくに宮城県が被害総額の 64% を占めた。

日本沙漠学会（JAALS）乾燥地農学分会（CADAL）では、これまで培ってきた乾燥地や砂漠化進行地域の修復に関する知識を津波の被災地支援に適用させるべきとの考えの下、被災地の有効活用を提案するため 10 年間にわたって震災復旧支援に取り組んできた。本報告では、これまでの活動を振り返り 1) CADAL、JAALS による産学民の情報共有活動、および 2) ヤナギバイオマス生産のために耕作放棄地を利用する活動を紹介したい。

2. CADAL, JAALS による活動

2.1 2011-2012 年の年次講演会・シンポジウム

2011 年に講演会「東日本大震災地震の状況と復興：沙漠の技術は大地震に適用可能か」を東京で開催し、NPO、国立研究所や民間企業の研究者が収集した現地情報を会員や地域に入れたい人々に提供した。また、2012 年に「東日本大震災からの復興と土壌修復への期待：沙漠の技術を使った岩沼市での実証活動」と題したシンポジウムと現地見学会を宮城県岩沼市で開催し、津波による塩害を受けた農地での除塩試験の有効性を議論する機会とした。

2.2 2014-2015 年の経団連支援による研究プログラム実施と住民への情報公開

経団連自然保護基金の支援を受け、宮城県亘理町で津波浸水と地盤沈下地域の回復と利用に関する実現可能性調査を実施した。本調査では津波堆積物利用試験ならびに耕作放棄地でのバイオマス生産試験(3. に後述)の 2 試験を行った。

宮城県農業振興課が実施した沿岸農地 344 箇所の地域土壌調査を基にした解析の結果、海岸線から 2km 以内の農地に 5cm 以上の厚さの堆積層が見られた(Kanno, 2015)。津波堆積土は除去後に屋外で盛土保管されたが、もう一つの被害である地盤沈下の解決のために堆積土の再利用が試みられた(杉本ほか、2015)。盛土期間の異なる堆積土に堆肥や木材チップを混合し野菜を栽培した。土壌塩濃度は盛土 1 年未満でも十分に低下したことから、津波堆積土は早期に再生可能であることが示された。

本調査で得られた成果を地域住民や自治体に広めるために 3 回のシンポジウムと現地視察を 2014～

2016 年に開催した。毎回約 20 名の参加者が集まり、地域復興に関する試行錯誤や議論に関心が寄せられた。

3. 耕作放棄地を利用した早生ヤナギによるバイオマス生産

3.1 試験圃場と試験概要

亘里町に試験圃場を 2 カ所(以降 NT, AH)設営した。サイト NT では、2.2 経団連の支援活動の一環として、2015～2017 年度までの 3 年間試験を行った。一方サイト AH では 2017～2020 年度の 4 年間試験を行った。エゾノキヌヤナギ(KKD, HB471 系統)、オノエヤナギ(SEN 系統)、ホソバコウリュウ(FXM 系統)からサイトの状況に合わせて植栽した。いずれのサイトも砂質土壌であった。春先に 1 処理区 4～6 連で苗木を挿し木することで定植した。樹高と胸高直径を、約 2 ヶ月に 1 回測定した。試験終了時にすべての植物体を土壌表面直上で収穫し、各処理区 4～6 個体を秤量し収量を決定した。

Table 1. Comparison between sites NT and AH.

Site	NT	AH
Trial Period	April 28, 2015- September 13, 2017	June 1, 2017- January 20, 2021
Former land use	Factory yard	Private house
Area (m ²)	612	166
Planted species (clone)	<i>Salix pet-susu</i> (KKD, HB471) <i>S. Sachalinensis</i> (SEN) <i>S. Pseudolinearis</i> (FXM)	<i>Salix pet-susu</i> (KKD) <i>S. Pseudolinearis</i> (FXM)
Planted numbers	720	192
Treatment	Mulching	Arbuscular mycorrhizal fungi, Biochar

3.2 結果と考察

サイト NT では、FXM、KKD、HB471、および SEN の樹木収量はそれぞれ 19.1、14.4、8.9、および 5.0t D.W. ha⁻¹ y⁻¹ に達し、サイト AH では KKD および FXM の収量はそれぞれ 10.7 および 9.0t D.W. ha⁻¹ y⁻¹ であった。両サイトの KKD は砂質の低肥沃土壌においてもマルチなどの栽培技術の最適化により、日本エネルギー学会の示した早生種の収穫目標 5～15t C ha⁻¹ y⁻¹ と同程度の収量を得ることができた。

4. まとめ

東日本大震災から 10 年間の活動を紹介した。現地見学会やシンポジウムを通じて、塩害の改善や低肥沃土壌の活用について、地域関係者や農家との間で情報交換を行うことができた。こうした活動が、地域の人々の復興支援にもつながったと考えている。津波被災農地の広範な有効利用の一環として、早生ヤナギを用いた栽培試験を実施し、バイオマス生産を試みた。とくにエゾノキヌヤナギ(KKD 系統)は、砂質土壌であってもバイオマスの収量目標をクリアすることから、この系統の栽培は、津波に見舞われた農地を粗放的に利用するための選択肢の一つとなり得る。今後は、今回の試験で得た知見を、さらなる砂漠化防止研究や活動に活かしていきたい。

謝辞

本活動・調査の遂行にあたり、試験地の提供をいただいた森一郎氏・齋藤桂子氏・宍戸春彦氏、圃場管理を担当いただいた株式会社タケエイ大多和正宏氏・高橋昌也氏・丹羽昌義氏・南部栄利氏、菌根菌資材を提供いただいた株式会社環境総合テクノス栗栖敏浩氏、環境分析を担当いただいたユーロフィン日本環境株式会社辻博和氏にこの場をお借りして感謝申し上げます。本活動・調査の一部は経団連自然保護基金ならびに JSPS 科研費(20K06349)の助成を受けて行われました。

引用文献

- Kanno, H. (2018): Impact of the 2011 Tohoku-oki earthquake tsunami on cultivated soil in Miyagi Prefecture, Northeastern Japan: An overview, *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, 47, 341-354.
- 杉本英夫・南條正巳・菅野均志: 津波塩害のうちの除塩および土壌修復技術に関する研究、日本沙漠学会第 26 回学術大会(25 周年記念大会)講演要旨集, 15-16.

環境・社会変動下における定住牧畜民の水入手問題とその対応

—中国内モンゴル自治区スニド左旗の事例から

The problems of water access and responses of sedentary pastoralists under environmental and social changes:
a case study of Sonid Left Banner, Inner Mongolia, China

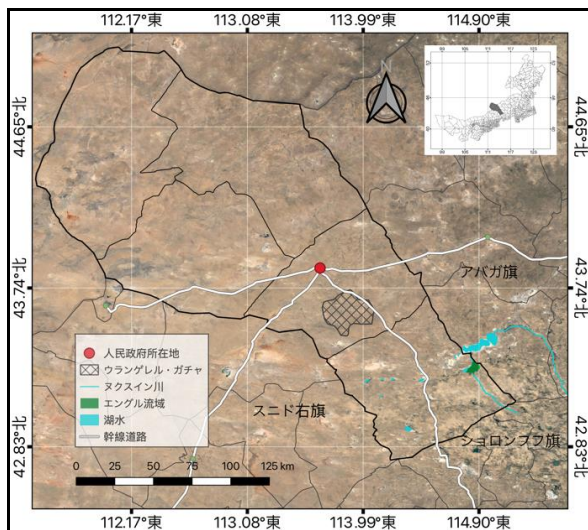
ウニバト（千葉大学大学院生）
Unibat（Chiba University）

1. 問題所在と目的

中国内モンゴルでは 1980 年代から土地の実質的私有化とそれにとまう牧地の囲い込みによって、牧畜民は定住化している。牧畜民の定住化は、土地荒廃（Humphrey and Sneath 1999）、牧草や飼料の購入負担増や飼料栽培の拡大（児玉 2013）などさまざまな問題を引き起こしている。なかでも、本稿でとりあげるのは定住化による家畜飲用水の入手問題である。

牧畜民は定住化により井戸へのアクセスが比較的容易と困難な世帯が生じた。牧畜民にとって井戸は生活用水としてだけではなく、家畜の飲用水源として欠かせないものである。井戸のない世帯は別世帯の牧地にある井戸から必要な水を運んで来なくてはならない。他方で、年平均降水量の減少や年平均気温の上昇など現象が観察されている。干ばつも年々増加するなかで、地下水位の低下が起きている。

本研究の目的は井戸へのアクセス困難な世帯の事例から、牧地分配の経緯および水入手の実態とその問題点を明らかにする。



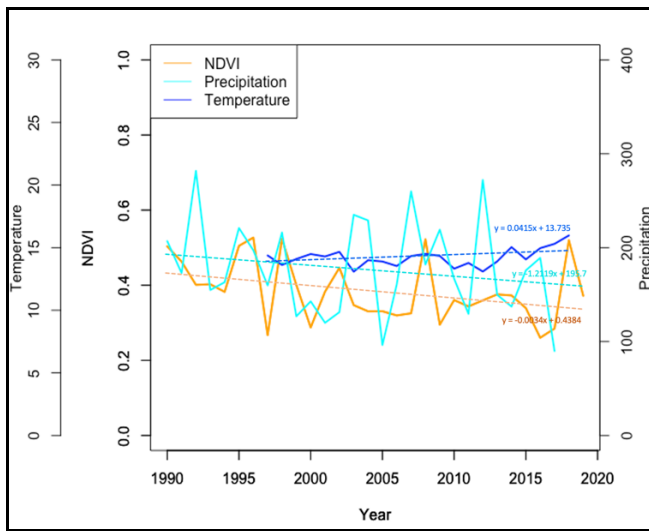


図 1 スニド左旗の人民所在地と調査地

図 2 平均降水量、気温、NDVI の変化

2.調査対象地

事例として取り上げるのは中国内蒙古自治区（以下、内モンゴル）シリンゴル盟スニド（蘇尼特）左旗マンドルト鎮ウランゲレル・ガチャである（図 1）。ウランゲレル・ガチャは水資源が少なく、分布も非均衡である。利用可能な浅井戸数は 4 基、深井戸数は 22 基である。深井戸 22 基中 20 基の水質が悪く、家畜には利用可能であるものの、人間の飲用にも適すのは 2 基のみである。年平均降水量は 188mm である。

ウランゲレル・ガチャの総面積は 41,466.7 ヘクタール（62 万 2000 畝）、世帯数は 98 戸、人口は 415 人である（2021 年）。主な生業は牧畜である。

2.1 自然環境の変化

図 2 は、調査地における年間平均降水量、平均気温と NDVI 値を示すものである。1990 年から 2019 年にかけて降水量は減少と平行 NDVI 値も減少傾向にある。しかし、年間平均気温は上昇している。

2.2 社会環境の変化

牧畜民の定住化は土地の分配によって決定的となった。まず、1984 年にガチャの中心地を除き、15～18 区画と共有地 2 区画に分割された。1996 年に宿営地集団が完全に解体され、牧畜民はこの年から分配された土地内で家畜を放牧するようになる。よって井戸へのアクセスできない世帯が生じた。

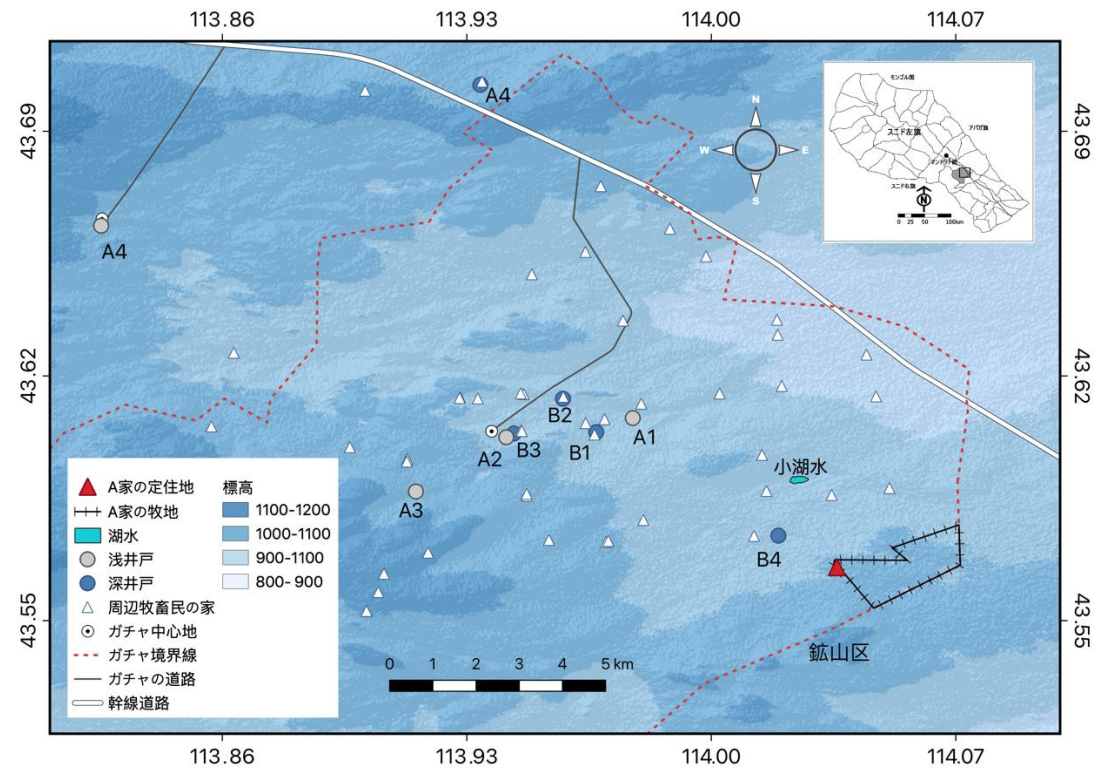


図3 A家の定住地と井戸の位置

3.牧地に井戸がない世帯：A家の事例から

A家は2021年3月の調査時点で、水運搬作業を行って24年になった。

A家周辺にある井戸は浅井戸A1、A2、A3、A4の4基と深井戸B1、B2、B3、B4、B5の5基である(図3)。浅井戸A1、A2、A3は所属ガチャの共有井戸で、浅井戸A4は別のガチャの中心地にある井戸である。浅井戸A1は2018年に枯渇した。浅井戸A2とA3の水質はよく、生活用水と家畜の飲用水として使われている。

深井戸のなか水質が一番良いと言われているのは深井戸B5で、生活用水と家畜用に使用されている。深井戸B1、B2、B4は水質がよくないため、家畜用としてのみ使用されている。深井戸B3の水質はB1、B2、B4より良いが、やはり家畜用のみの使用である。

4.考察

考察結果では、A家は水を手入れするため水運搬作業に多大な労力と費用が発生していることと水入手への負担は年々重くなっていることが明らかになった。

その原因を自然的環境と社会的環境に分けられる。2003年までは家畜の移動によって牧地近隣にある湖水をすることができていた。しかし、2003年から牧地の柵が普及され、家畜の移動による飲水ができなくなる。そのため、人力的な運搬による水の必要量が増加した。また、2018年にA家から一番近くにある浅井戸A1が枯渇によりもっと遠くにある井戸までに行けなければいけないことになった。水運搬手段であるトラックを大型化することで運搬回数を減らすことができた。さらに、大型電気ポンプによる井戸水のくみ上げによって手間と時間が大幅に減っている。しかし、負担軽減の代償は費用の増加である。

5.引用文献

Humphrey, Caroline and David Sneath(1999) *The End of Nomadism?* Duke University Press.

児玉香菜子(2013)「定住モンゴル牧畜民の現在—過放牧論の解体」藤田昇・加藤聡史・草野栄一・幸田良助編『モンゴル草原生態系ネットワークの崩壊と再生』京都大学学術出版, 353-393。

ウズベキスタンでの干し柿栽培による農家の収入向上について

Income improvement of farmers by growing dried persimmons in Uzbekistan

○川端良子（東京農工大学）・Elbek TOGAYMURODOV（タシケント農業大学サマルカンド校）・
Dilshod Murodillo ogli KUVONDIKOV（ウズベキスタン共和国農業省）

Yoshiko KAWABATA (Tokyo University of Agriculture and Technology), Elbek TOGAYMURODOV (Samarkand Branch, Tashkent State Agrarian University), Dilshod Murodillo ogli KUVONDIKOV (Ministry of Agriculture, Republic of Uzbekistan)

1. はじめに

ウズベキスタン共和国の人口は、約3,250万人で、20年程で1.5倍となっており、若者人口の増加が著しい。農業は、ウズベキスタンの主要な経済的側面の1つで、GDPに対する農業部門の貢献は25.5%であり、2019年の総雇用の28%を占めている。ウズベキスタンの人口の50.2%は農村地域に住んでおり、主に農業部門に従事している。農村部の総労働力と生産年齢人口の70%以上が農業部門に従事しており、彼らは農業から主な収入を得ている（Statistics of Uzbekistan, 2018）。人口の半分が農村に居住していることから、地域開発には農業復興が欠かせない。しかし、都市と地方の所得格差は近年拡大の一途を辿っており、多くの農家で外国への出稼ぎ労働者がおり、現金収入を彼らからの仕送りに頼っているのが実情である。現金収入のほとんど見込めない地方農家では、旧ソビエト連邦時代より子供の教育年数も減り、義務教育しか受けられない子供たちが増加しており、人材育成のためにも収入向上が欠かせない。

ウズベキスタンの農業は、100ha規模の大規模な農業法人、国から土地を借り、労働者を雇用している数10ha規模のフェルメル、1ha以下の小農デフカンによって行われている。農業人口では、デフカンが7割以上を占める。また、2019年の総農業生産量の70%は、農地全体の11.3%しか所有していないデフカン農家によるものであった（Statistics of Uzbekistan, 2018）。しかし、外国のドナーによる政府系への援助は主に農業法人、フェルメルを対象としており、小農のデフカンへの海外からの援助は非常に少ない。そのため、デフカン農家は地方マーケットや仲買に安価に農産物を販売するしか現金収入の方法がない。

サマルカンド州は人口約390万人、14世紀から16世紀に中央アジアを中心としたティムール朝の首都サマルカンド市を要するウズベキスタン共和国内第2の州である。世界遺産に指定されている古都サマルカンド市は、近年観光産業が益々盛んとなり発展している。一方で、サマルカンド市以外のサマルカンド州では、果樹栽培が盛んで、特にブドウの栽培が盛んである。また、ワイン工場、ジュース工場、ソーセージ工場など農産品加工産業が発展してきている。しかし、小農であるデフカン農家の現金収入は少なく、農業に必要な肥料などの経費を差し引くと農業で得られる現金収入はわずかである。そのため家族内で農業以外の職業についた人たちが得た現金収入に頼っている。以上のことから、デフカン農家の生計向上による現金収入の増加は非常に重要な課題である。

一方、ウズベキスタンでの柿栽培はソビエト連邦の1970年代ごろから盛んになったといわれている。近年の政府の政策によりさらに植樹が進み、tridge.comによると2019年現在の生産量は9万4千トン、世界第6位で、直近5年間で生産量が42.5%増加し、柿の生産量第10位までの国で最も増加量が多い。

一方、ドライフルーツ生産が盛んであるにもかかわらず、干し柿を作成しているところはほとんどない。ナマンガン州にヨーロッパからの援助の受け皿となっている協同組合が干し柿を作成している。しかし、柿をスライスして干したものをロシアに輸出しているのみで、日本のような干し柿を試験的に生産したが、販売には至っていない。また、ウズベキスタン国内のドライフルーツ市場で干し柿は販売されていない。そこで、柿栽培の盛んなウズベキスタン共和国サマルカンド州の小農であるデフカンを対象に干し柿による農家の副収入向上について検討する。

2. 予備調査

2021年9月にウズベキスタン共和国サマルカンド州オクダリオ地区とパスタルガン地区（図1）でそれぞれ農家10軒、合計20件で干し柿に関する聞き取り調査を行った。また、干し柿がウズベキスタン人に受け入れられるかを調べるために、日本にいるウズベキスタン人15名（成人男子8名、成人女性7名）に日本の干し柿の試食アンケートを行った



図1. 調査地域

3. 結果

ウズベキスタン共和国サマルカンド州オクダリオ地区とパスタルガン地区の農家20軒全員が、市場に運ぶガソリン代にもならないため自家消費のみで、残りは放置した状態だと答えた。また、スライスして干したことがあるが、日本の干し柿のようなものを作ったことがないと答えた。

一方、日本にいるウズベキスタン人に日本の干し柿についての試食アンケートの結果、全員から「おいしい」「ウズベキスタンでも受け入れられると思う」との回答を得た。

4. 考察

予備調査の結果、ウズベキスタン共和国で日本仕様の干し柿を作り販売することで、農家の副輸入が向上する可能性が確認できた。

ウズベキスタン共和国サマルカンド州の小農であるデフカン（Dehqon）は約71万世帯で、この内パスタルガン地区6万5千世帯、オクダリオ地区3万世帯である。そこで、この2地区から柿の木を所有するデフカン農家各50件、合計100件に、干し柿作成の指導を行い、農家の副収入がどのように向上するかを検討する。

オクダリオ地区はサマルカンド州全体を統括する農業普及協同組合のある地区である。一方、パスタルガン地区は、サマルカンドで最も柿栽培の盛んな地区で、材料を集めやすいためこの2地区を選択した。サマルカンド州はブドウを中心とした果樹栽培が盛んで、干しブドウ国内生産量トップで、ドライフルーツを作る設備も充実している。干し柿生産の時期には、干しブドウ生産は終了しており、干しブドウの設備を利用できる。2019年の農業省のデータによると柿も年間5千トンほどの収穫があり、干し柿製造が可能である。一般に、1本の柿の木から100kg程度の実になる。干し柿にすると20%ぐらいになるため、1本の柿から20kg程度の干し柿ができる。デフカン農家が3~5本の柿の木を保有していれば、60~100kgぐらいの干し柿を作成できる予定である。よく似ているといわれているデーツの販売価格は1kg5ドルぐらいなので、原価を3割と考えれば90~150ドルぐらいの副収入の可能性が見込まれる。

ウズベキスタンの農家のうち海外からの援助の届きにくい小農であるデフカンを対象とし、干し柿技術を伝え、農家の生計向上について今後検討していく。

セネガル川流域における農家の作物選択行動の評価：選択実験による接近

Evaluation of farmers' preferences for crop choice along the Senegal River banks: A choice experiment application

○丸山優樹（農林水産省 農林水産政策研究所）・Mandiaye Diagne (Africa Rice)・氏家清和（筑波大学）・
入江光輝（宮崎大学）○Yuki Maruyama (Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries),
Mandiaye Diagne (Africa Rice), Kiyokazu Ujiie (University of Tsukuba), Mitsuteru Irie (University of
Miyazaki)

1. 背景と目的

西アフリカ諸国では、コメ食文化の拡大が顕著である。しかし、輸入に依存した食料政策を推進してきた結果、コメの自給率は低迷している。2008年の食料危機では、国際的なコメ価格の高騰により、飢餓状態に陥る国も発生した。西アフリカ諸国にとって、一定の自給率を確保し、国際市況の変動に頑強な食料供給体制を構築することは、持続的な経済発展を実現するために喫緊の課題となっている（丸山ら, 2019）。

このような背景をもとに、国産米の生産力強化に向けた取り組みが活発化している一方で、現地生産されたコメが消費者のニーズに合っておらず、コメの自給率向上が進展しない現状にある。その結果、国産米の市場価格は低迷し、価格維持政策や在庫費用など財政負担が増加するだけでなく、コメよりも市場価格の高く、収益性の見込める野菜栽培に転換する農家も増えつつあり、悪循環が生じている（Brosseau et al., 2018）。この状況の改善に向け、消費者のコメニーズを評価するのみならず、農家の作物選択に関する意思決定要因の評価も同時並行的に行う必要がある。

本研究では生産面に着目し、コメ消費国であるセネガルの農家を対象に、作期ごとの作物選択行動に関して、選択実験を適用した調査に基づき評価を試みた。

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28%に留まる。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二期作導入を主たる目的とした稲作振興に注力している。本研究では、セネガル川デルタ・セネガル川ファレメ流域整備開発公社（Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal et des Vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé: SAED）が管理する稲作農家リストを活用し、ランダムに抽出された同地域一帯の農家405戸（回答率99.7%）に対して聞き取り調査を実施した。

農家の作物選択の評価には、仮想的な状況下で農家が作付けを希望する作物を選択してもらう選択実験を適用した。セネガルでの稲作と野菜作の実態把握に関しては、Brosseau et al. (2018) と SAED (2018)

によって整理されており、気候条件や栽培期間の関係で、作期ごとに栽培可能な主要作物は、暑乾季（2月から6月）ではコメ、玉ねぎ、トマト、オクラの4作物、雨季（7月から10月）ではコメ、オクラ、サツマイモの3作物、冷乾季（11月から1月）では玉ねぎ、トマトの2作物に限られている。そのため、これらの作物を考慮し、作期ごとに異なる設問を作成し、各作期で栽培可能な作物によって選択肢を固定するラベル型選択実験を適用した。なお、各設問の最

表 1: 選択実験における各作物の属性及び水準定義

属性	定義	ラベル	水準
生産者価格 [FCFA/kg]	収穫した作物を市場や業者に売るときの 1kgあたりの価格	コメ	「90」、「110」、「130」、「150」、「170」、「190」
		玉ねぎ	「120」、「135」、「150」、「165」、「180」、「195」
		トマト	「20」、「35」、「50」、「65」、「80」、「95」
		オクラ	「100」、「180」、「260」、「340」、「420」、「500」
		サツマイモ	「85」、「100」、「115」、「130」、「145」、「160」
生産量 [tons/ha]	1ヘクタールあたりの作物の平均生産量	コメ	「3」、「5」、「7」
		玉ねぎ	「10」、「20」、「30」
		トマト	「30」、「40」、「50」
		オクラ	「6」、「8」、「10」
		サツマイモ	「40」、「50」、「60」
生産期間 [months]	作物を作付けしてから全て収穫されるま での期間	コメ	「4」、「5」、「6」
		玉ねぎ	「4」、「5」、「6」
		トマト	「4」、「5」、「6」
		オクラ	「2」、「4」、「6」
		サツマイモ	「4」、「5」、「6」
銀行融資の有無	作物を生産するうえで、銀行から生産費 用の一部を借用する制度の有無 (生産後に利息も含め返済が必要)		融資あり、融資なし
出所) 筆者作成			

後に「休耕する(作物を生産しない)」という選択肢も加えた。また、各選択肢を構成する作物の属性及び水準については、現地での聞き取り調査をもとに、表1のように設定した。

3. 分析手法

本選択実験によって得られた選択データをもとに、ランダム効用理論により農家の作付け意思決定モデルの構築を試みた。選択セット $C=\{1,2,...,J\}$ の中で、回答者 n が選択肢 i から得られる効用 U_{ni} は、(1)式で表されると仮定する。

$$U_{ni} = V_{ni} + e_{ni} \quad (1)$$

但し、 V_{ni} は属性によって決定される効用確定項である。 e_{ni} は効用確率項を示し、第一種極値分布に従うと仮定した。そのため、回答者 n が選択肢 i を選択する確率 L_{ni} は、(2)式のように条件付きロジットモデルによって表すことができ、その中の V_{ni} は、線形の効用関数として(3)式のように定義される。但し、 β_{ni} と X_{ni} は各々、選択肢 i の選好パラメータのベクトルと属性ベクトルを示す。そして、 β'_{ni} は選好パラメータのベクトル β_{ni} の転置を表している。また β_{0i} は、各作物の定数パラメータ(Alternative specific constant: ASC)であり、休耕する(作物を生産しない)と比較した各作物の生産に対する効用を表現している。

$$L_{ni} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_{j \in C} \exp(V_{nj})} \quad (2)$$

$$V_{ni} = \beta_{0i} + \beta'_{ni} X_{ni} \quad (3)$$

4. 結果

作期ごとに推定した主効果モデルの結果を表2に示した。但し、銀行融資の有無以外の属性は連続変数としている。分析結果の属性水準間での相対評価になっており、一意性を担保するうえで、ASCは、休耕する(作物を生産しない)、銀行融資の有無に関する属性では、融資ありの水準を基準に設定している。ASCを比較すると、暑乾季では、稲作が最も重要視され、次いで玉ねぎ栽培が好まれている。雨季作では、稲作が好まれる一方で、サツマイモは負値をとっており、休耕に比べ、生産が軽視されている。そのため、稲作または休耕に二分される傾向にある。最後に冷乾季では、玉ねぎ栽培が重要視されている。これらの結果より、暑乾季ならびに雨季においては、依然として稲作が好まれている一方で、収益性や生産性等の観点から玉ねぎ栽培に転換する農家が存在する可能性が示唆された。

表2: 主効果モデルによる推定結果

変数	暑乾季(2月から6月)		雨季(7月から10月)		冷乾季(11月から1月)	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
コメ	3.108	0.146 ***	0.835	0.101 ***	-	-
玉ねぎ	1.482	0.168 ***	-	-	1.116	0.217 ***
トマト	0.564	0.211 **	-	-	0.256	0.194
オクラ	0.814	0.170 ***	-0.105	0.114	-	-
サツマイモ	-	-	-0.898	0.263 ***	-	-
銀行融資なし	-0.097	0.041 *	-0.026	0.038	-0.052	0.047
生産量[tons/ha]	0.010	0.004 **	0.012	0.005 *	0.009	0.003 ***
生産期間[months]	0.019	0.021	-0.025	0.016	-0.015	0.027
生産者価格[FCFA/kg]	0.000	0.000	0.002	0.000 ***	0.005	0.001 ***
対数尤度	-5219.8		-6398.5		-4109.8	

註1) ****, ***, **, * はそれぞれ有意水準0.1%, 1%, 5%, 10%を表す

註2) 1JPY=5FCFで換算した
出所) 推定結果より筆者作成

参考文献

- Brosseau, A.G.L., Saitou, K., Van Oort, A.J., Mandiaye, D. & Goot, J.C.J. (2018) Exploring trade-off and synergy for improving irrigated rice-based farming systems in the Senegal River Valley. Proceeding for Science Forum 2018, Stellenbosch, South Africa, 1-5.
- 丸山優樹, 氏家清和, Cherif Ould Ahmed, Bouya Ould Ahmed, 入江光輝 (2019) 「モーリタニアにおける消費者のコメ選好に関する評価: 選択実験による接近」『フードシステム研究』25(4), pp.193-198.
- SAED. (2108) Vallée du Fleuve Sénégal: COMPTES D'EXPLOITATION DE PRODUITS AGRICOLES.

ケヤキ樹幹内における樹液流動にともなう熱分布動態の解析

Dynamics of heat distribution associated with sap flow in a trunk of *Zelkova serrata*

○依田清胤（石巻専修大・理工）・齊藤忠臣（鳥取大・農）・藤巻晴行（鳥取大・乾地研）
Kiyotsugu Yoda (Ishinomaki Senshu Univ., Fac. Sci. Eng.), Tadaomi Saito (Tottori Univ., Fac. Agri.),
Haruyuki Fumimaki (Tottori Univ., ALRC)

はじめに

樹木の水利用は地球の水循環に重要な役割を果たしている。樹液流計測はその解析手法のひとつで、樹液流量の算出による蒸散量の推定、大気・土壌水環境の変動に対する樹木の応答特性の解析、個体樹液流量の積算による林分蒸散量の推定など、さまざまな解析に展開することができる。

樹液流計測についてはこれまでさまざまな手法が開発されてきたが、その多くは樹液の流れにともなう熱の伝導・伝達を利用したものである。これらの手法のなかでも、熱消散型（グラニエ式）計測系は安価で扱いも手軽、必要な投資エネルギーも少なく長期計測が可能であるなどの特性により、もっとも汎用的な手法となっている。いっぽう樹液流量を算出する補正式の精度、樹体内の樹液流分布の不均一性や樹種依存性など、この手法の不確実性も指摘されている。

そこで本研究では、グラニエ式計測系による樹液流動にともなうケヤキの樹体内熱分布動態の解明を試みるとともに、当該計測系の不確実性の解消を図るため、加熱および参照プローブの温度信号を独立に抽出して比較解析を行った。

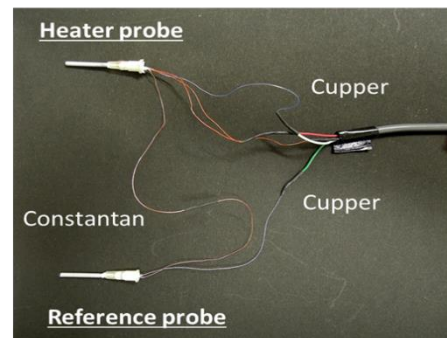
材料と方法

植栽されたケヤキ成木（推定樹齢 30 年、樹高 8m、胸高直径 25 cm）を計測対象とし、幹の地際から高さ 3m の位置に上下 10 cm の間隔で加熱プローブと参照プローブを挿入し、両プローブをそれぞれ独立にデータロガー

（Campbell, CR1000X）に接続し、プローブごとに出力信号を独立に記録した（図 1 下）。計測は 2018 年 10 月から 2020 年 9 月まで 2 秒間隔で連続的に実施した。同時に、対象木周辺の気象因子（気温、相対湿度、光合成有効放射、風速、大気圧、露点温度、降雨量）を記録し、気温と相対湿度から飽差を算出した。記録された各プローブの信号から 10 分間隔で平均値を算出し、解析に用いた。

両プローブの計測信号および各気象因子の計測値から時系列トレンドを除去することによって日周期の信号を抽出し、各信号間での相互相関行列から距離尺度行列を求め、凝集型階層クラスター分析を施すことによって、各信号間での日周変動の類似性を検討した。

Granier original probe



Granier separate probe

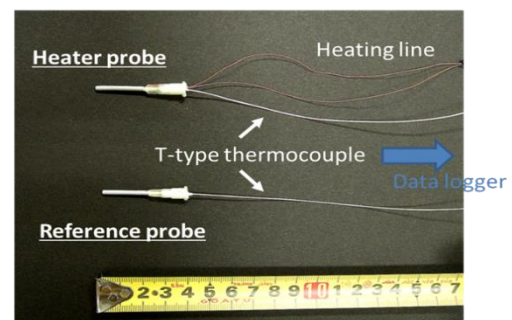


図 1. グラニエ式計測系の正規プローブ（上）と分離した加熱および参照プローブ（下）

Original temperatures of GH, GR, dT and AT

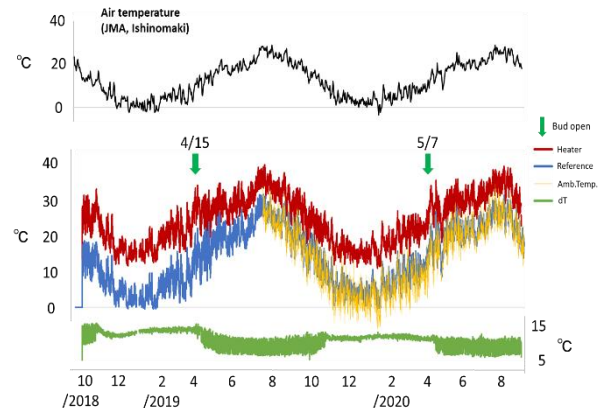


図 2. 気温、加熱および参照プローブの温度および算出された両プローブの温度差の季節推移

結果と考察

両プローブの温度の季節推移は外気温の季節変動とよく一致した（図2）．冬季（落葉期間）においては両プローブ信号の時系列トレンドに加えて日周変動もよく一致した（図3）．一方，開葉期間および落葉期間には両プローブ信号の時系列トレンドにずれが生じていた．また信号差分値基準線（ $\Delta T_{\max}$ に相当）は開葉期には下方へのシフト，落葉期には上方へのシフトを示し，各期間における両プローブの時系列トレンドのずれがこれら $\Delta T_{\max}$ のシフトをひき起こす原因となっていることが推定された．

凝集型階層クラスター分析の結果，開葉期間（2019年8月～10月）には参照プローブの信号と外気温およびデータロガーの温度との間で日周変動に強い類似性がみられた（図4）．この期間，加熱プローブ信号の日周変動はこれらの信号との類似性は低かった．一方，落葉期間（2020年1月～3月）には，参照プローブと加熱プローブの信号間で日周変動に高い類似性がみられる一方で，外気温およびデータロガーの温度との類似性は低かった．これらの解析結果から，月単位の時系列トレンドのみならず，日単位の周期変動においても，冬季の落葉期間には加熱プローブと参照プローブの両信号は高い類似性を示すが，開葉期間には両信号の類似性が低下し，この特性が信号差分基準線（ $\Delta T_{\max}$ ）の季節変移に影響を及ぼしていると考えられた．

また落葉期には両プローブ信号の日周変動の振幅に一時的なずれが生じ，これが落葉期における ΔT の疑似的変動を引き起こす原因となっていることが推定された．

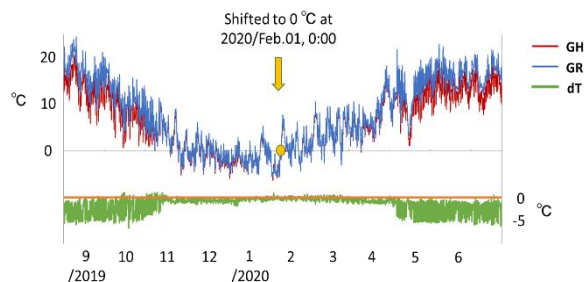


図3．冬季とその前後の開葉期，落葉期において重ね合わせた加熱および参照プローブの温度信号とその差分信号

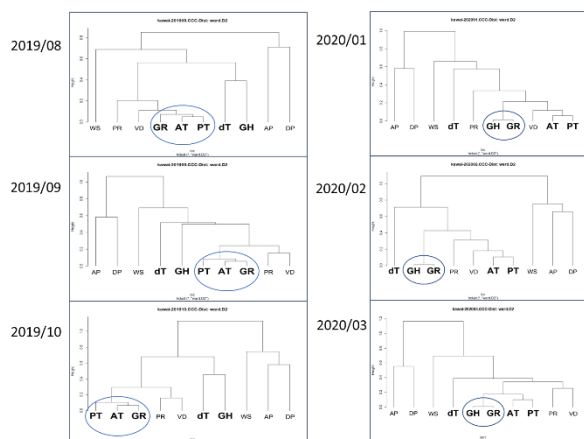


図4．凝集型階層クラスターの分析結果．AP：大気圧，AT：気温，DP：露点，dT：両プローブの信号差分値，GH加熱プローブの温度，GR参照プローブの温度，PR光合成有効放射，PT：データロガーの温度，VD：飽差，WS：風速

遊牧と砂漠化 —過去・現在・未来—

Nomadic pastoralism and desertification: Past, present and future

篠田 雅人 (名古屋大学)

Masato SHINODA (Nagoya University)

1. はじめに

人類史の中で、世界の気候植生地域には、その自然資源に適合した農法（農業様式）が発生、変化したが、農業の自然改変力が再生能力を上回る場合は、その地域特有の砂漠化を引き起こした。このような農法の変化と砂漠化の過程は、森林、疎林、草原・砂漠の3時系列に類型化され、中央ユーラシアでは草原・砂漠の時系列がみられる（篠田，2021）。同地域では、数千年前から遊牧が行われ、深刻な砂漠化は発生しなかったが、ソ連時代の大規模な穀作やかんがい農業は同地域には適合しない農法であり、その結果として、風食や土壌塩類化といった同系列特有の砂漠化を引き起こした。現在、モンゴル国では市場経済の中で家畜数が急増し、草原の収容力をすでに超えているものと考えられるが、この状況が続くと、最終氷期以降形成されてきた草原生態系が砂漠化する可能性があり、早急な対応が必要である（篠田，2022）。

2. 遊牧の原理

遊牧は遊動を表す「遊」と牧畜を表す「牧」が結びついた生業である。これは草原を「広く薄く」利用する営みであり、長期的には、草原への負荷を分散することで、砂漠化を回避し、それを持続的に利用することであり、短期的には、局地的な気候ハザード（干ばつ、ゾド（寒雪害）、砂塵嵐など）を回避することにつながる。

このような「広く」の空間スケールと「薄く」の放牧圧には動的な（経年変化する）最適マッチングがあるはずであるが、まずは、それらの平均的関係をほかの生業と比較してみよう。図1は、乾燥地の様々な生業で1世帯当たりに利用される土地面積とそこで生産される植物量との関係である。この植物量は天水農業の場合は降水量に読み替えることができ、上で述べたように、サバンナ（疎林）と草原・砂漠の境界はおよそ年降水量500mm、草原と砂漠の境界は250mmである（篠田，2021）。この図から、遊牧が広く薄く土地を利用する生業であることがわかり、狩猟採取→遊牧→移動耕作→かんがい農業の順でより集約的となる。

人口や家畜が増え土地面積が小さくなると（左向き太矢印）、植物（農業）生産量の減少（下向き太矢印）、すなわち、砂漠化（植生劣化、土壌劣化）が発生する。また、かんがい農業では天水に加え多量のかんがい水が投入され、それに見合った農業生産が一時的には見込めるが、それは土壌塩類化により長続きしない（下向き太矢印）。

3. 遊牧の持続性と災害・草原管理

地球温暖化は産業革命以降の環境問題であるのに対し、砂漠化は人類史の時間スケールの中で始まり、

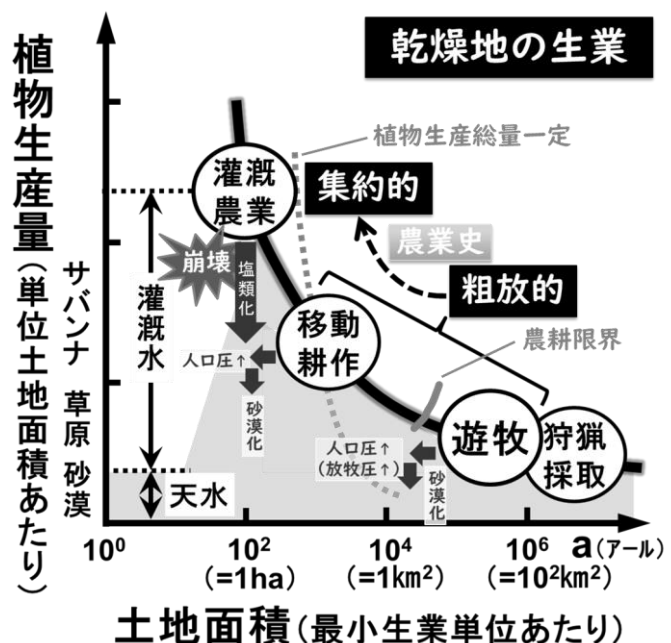


図1 乾燥地の生業が必要とする土地面積と植物生産量との関係（篠田，2022）。

その活動の強化・拡大とともに進行してきた（篠田，2021）。いわば，人類史上最古の環境問題のひとつである。したがって，この歴史をたどることは，人類史そのものを俯瞰し，現在から未来に向かって，社会の将来を展望することにつながる。

世界の歴史をふりかえると，農業やそれが支えた古代文明が終焉を迎えた事例はいくつもあげることができる。ユーラシアの草原やツンドラは一部を除いては深刻な砂漠化の影響が及んでいない地域である（篠田，2021；図 3）。遊牧は数千年前にユーラシア草原で発生し，今日まで続いてきた。モンゴル国では，基幹産業のひとつとして生き残っている。

モンゴルの遊牧社会の持続性を考えるとき，しばしば繰り返されてきたゾドなどの異常気象（ハザード）に対して，その影響を持ちこたえられる草原・遊牧システムの存在が必要条件であり，それを支えるために不可欠なものは災害管理だ。

一般的に「災害リスク＝ハザード（災害を起こす外力）×脆弱性」といわれる。つまり，同じハザードが発生したとしても脆弱なシステムはリスクが大きい。遊牧社会の持続性を考える場合，ハザードとしての異常気象の発生史を知ることが必要だが，草原・遊牧システムの脆弱性と関係する遊牧知識・技術や草原の牧養力がかつてどのようなものであったかを知ること重要だ。また，そのシステムを支配している社会体制についても考慮が必要である。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（Nandintsetseg *et al.*, 2018）。社会経済的には，1991 年のソ連崩壊にともない，計画経済から市場経済への体制転換が家畜数・牧民世帯の急増をもたらし，過放牧となって草原生活の脆弱性を高めた。これが，頻発する干ばつやゾドといった異常気象とあわさって，家畜死をもたらしたのだ（図 2）。

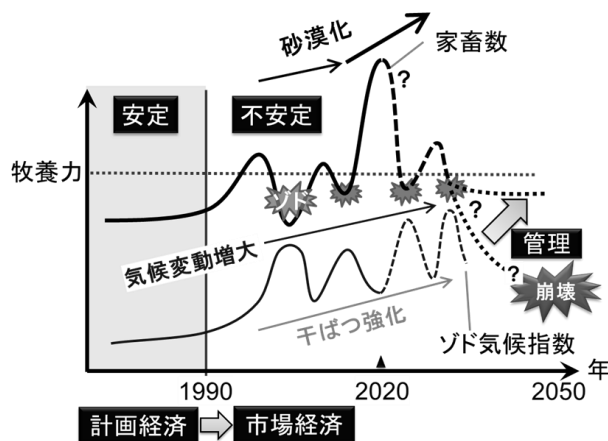


図 2 モンゴル国の気候・社会変動にともなう家畜数変動の模式図（Nandintsetseg *et al.*, 2018 より作成）。

4. 遊牧の過去・現在・未来

本発表と関連して，日本沙漠学会・2022 年度公開シンポジウム（10 月 15 日）において，「遊牧を考える―過去・現在・未来」というテーマを扱う予定である。遊動と牧畜が結びついた生業は，世界の辺境地において，広く薄く草原を利用することで数千年にわたり続いてきた。各界のスペシャリストが，皆さんとともに遊牧の過去・現在・未来を俯瞰することで，その起源・原理・持続性に迫り，「遊牧の行く先はどこか，持続的遊牧は可能なのか」を問いかける。

引用文献

篠田雅人（2021）：人類と砂漠化。「沙漠研究」31：45-61.

篠田雅人（2022）：遊牧と砂漠化。「沙漠研究」32：17-23.

Nandintsetseg B., Shinoda M., Du C., Munkhjargal E. (2018): Cold-season disasters on the Eurasian steppes: Climate-driven or man-made. *Scientific Reports*, 8: 14769.

中央アジア絨毯研究からみるウズベキスタンの遊牧文化

Nomadic Culture of Uzbekistan through the Studies of Central Asian Carpets

志田 夏美（京都大学・日本学術振興会特別研究員 DC1）

Natsumi SHIDA (Kyoto University・JSPS Research Fellow DC1)

現在のウズベキスタンの領域には様々な遊牧部族集団が暮らしていた。ソ連期の定住化により彼らの生活様式は著しく変容したものの、現在も主たる生業は家畜飼育であり、部族的系譜は今なお重要視されている。本発表では、「遊牧民の伝統」といわれる絨毯に関する民族誌サーベイから、中央アジアに暮らす牧畜民の多様性を明らかにし、しばしばオアシス文化に注目が集まりがちなウズベキスタンの遊牧文化に光をあてる。

中央アジア絨毯研究は、帝政ロシア併合をきっかけに民族手工芸の分野で発展したものである。現地で標本資料を収集した初期の研究者たちは、収集品を博物館に所蔵する際に、製品の特徴に応じて民族部族別に分類整理してきた。中央アジアでは、主にアムダリア流域とシルダリア付近に暮らす牧畜民の女性が絨毯づくりに従事する。民族別にいえば、ウズベク、カラカルパク、アラブ、トルクメン、クルグズ、カザフ、タジクなどである。とりわけウズベキスタンの領域においては多様な民族部族集団が絨毯づくりに従事し、カシュカダリア草原のアラブ、フェルガナ盆地のクルグズ、サマルカンド地域のウズベク諸集団、ヌラタ山間部のウズベク・トゥルクマン、スルハンダリア州のコングラト（ダシュティ・キプチャク系ウズベク）が主要な絨毯生産者にあげられる。中央アジア絨毯研究においては、現在も製品を集団別に説明することが一般的であり、その分類法や研究手法はソ連期のものを踏襲している。

従来の研究者が分類してきたように、絨毯には、製品の種類や織り技法、モチーフやデザインなどの側面で、たしかに集団ごとにある一定の特色がみられるようだ。一方で、とりわけ絨毯生産が盛んな地域では、その主要な生産集団がつくる製品の特色を混住する他の集団が模倣するなどの影響関係もみられる。このような場合、ソ連期に確立し今なお疑われることなく用いられている集団別の特徴づけ（分類法）は、はたして実態をどの程度反映できているといえるのだろうか。発表者はこの点を疑問に感じてきた。そこで、近未来に実施するフィールドワークでは、農牧接壌地帯における参与観察を通じて、作られたモノと作り手のアイデンティティの結びつきを考察することを試みる。それによって、ソヴィエト民族学者が構築してきた「民族文化」や「伝統」という枠組みと日常的な生活文化の様式の間にみられる矛盾や融合、交差といったヒトとモノの動態を明らかにしたいと考えている。本発表は、その前段にあたるものであり、現在のウズベキスタンの領域に暮らした牧畜民が過去にどのような生活を送っていたのかを明らかにするものである。

本発表の主たる一次資料である S. M. Dudin の調査報告書 [2021 (初出 1903)] は、中央アジアの牧畜民を描いた最初期の民族誌である。彼は、遊牧民の居住地域ではもっぱら絨毯製品を収集したという。民族誌には同様に、遊牧生活では細やかな用途に応じて多様な形状の絨毯製品がつくられ、使用されていたことが描かれている。本発表では、「伝統文化」の情報源ともいえる民族誌から、絨毯製品の具体的な利用法を再び描きなおすことによって、ウズベキスタンの遊牧文化の一端を明らかにする。

参考文献

- Dudin, S. M. 1928. "Kovrovye izdeliya Srednei Azii," *Sbornik Muzeya antropologii i etnografii* 7, pp. 71-166.
- Dudin, S. M. 2021. *Otchet S. M. Dudina o poezdках v Srednyuyu Aziyu v 1900-1902 gg.* Moscow: Mardzhani.
- Gyul', E. 2019. *Kovry Uzbekistana: Istoriya, estetika, semantika.* Tashkent: Art Flex.
- Moshkova, V. G. 1970. *Kovry narodov Srednei Azii kontsa 19 - nachala 20 vv.* Tashkent: Izdatel'stvo "FAN" UzSSR.

半乾燥熱帯アフリカ農村部における食生活とその比較 ―ザンビア南部州の事例

Dietary habits and their comparison in rural area of semi-arid tropics of Africa:

A case study of Southern Province, Zambia

○石本雄大（青森公立大学）・宮寄英寿（一般財団法人地球・人間環境フォーラム）・梅津千恵子（京都大学）

Yudai ISHIMOTO (Hirosaki University), Hidetoshi MIYAZAKI (Global Environmental Forum),

Chieko UMETSU (Kyoto University)

1. はじめに

半乾燥熱帯アフリカでは降雨変動が大きく、自然環境に強く依存する農村部住民にとり、栄養不良はいまだに深刻な課題である。本研究では、ザンビア南部州農村部における食生活の把握を通し、栄養摂取を理解するため、通年の食事データを分析する。また、複数地点の比較から、地域性についても検討したい。

2. 調査概要

調査地はザンビア南部州チョマ県に位置する1ヶ村であり、居住する8世帯を対象とした。調査期間は、2009年6月から2010年5月までの12ヶ月間であった。

季節は、雨季と乾季に明瞭に分かれ、雨季は11月から4月までの6ヶ月間である。ザンビア南部州に位置し、調査地に最も近い国立気象観測所のあるチョマ（Choma）における1981～2010年の平均年雨量は766 mmであり、2009-2010年度の年降水量は1,067 mmであった。

調査方法として、食品多様性スコア（DDS：FAO2011）を用いた。DDSは、ある食品群に該当する食品が1日あたり少なくとも1度調理されれば1点と各世帯で記録される。記録頻度としては、1週間毎日の摂取食品を隔週ごとに世帯員が記録した。世帯による食品へのアクセスを計測するDDSが、Household Dietary Diversity Score（HDDS）であり、HDDSにおいて食品が分類される食品群は穀類、イモ類、野菜類、果実類、肉類、卵類、魚介類、マメ類、乳類、油脂類、菓子類、香辛料類の12群である（FAO 2011）。これらのうち、野菜類は、濃緑葉野菜類、ビタミンAを多く含む野菜類、その他の野菜類といった食品群を集約した値である。また、DDSや野生資源利用を分析し、同期間に調査の実施された本調査地と比較サイトの食事を検討した（図1）。

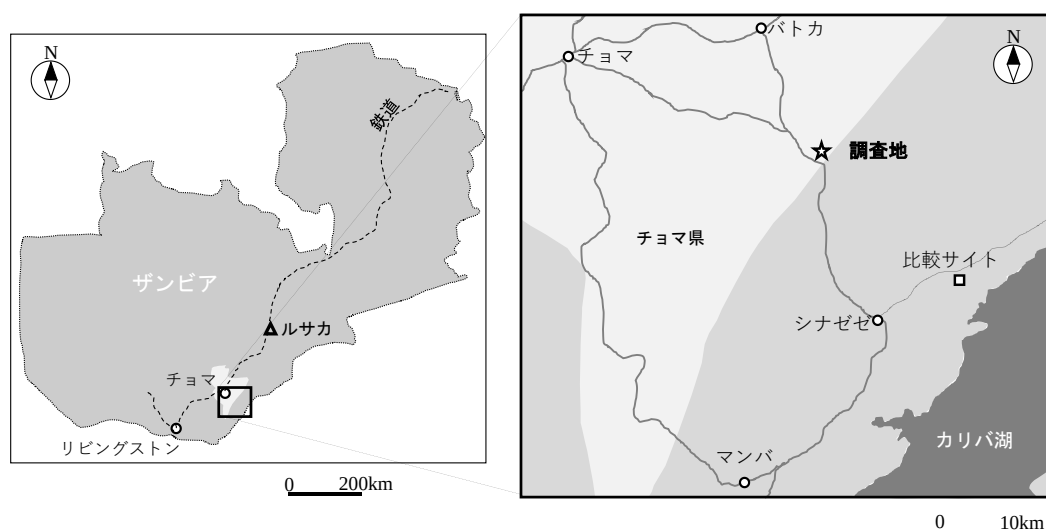


図1 調査地および比較サイト

3. 食事調査の分析

食材数による全体分析により、延べ食材数7,004点のうち、主な食品群では穀類48.5%、緑色葉野菜類18.6%、その他の野菜類8.9%、マメ類3.7%、肉類2.6%、魚介類2.2%を記録したこと、また穀類のうち、トウモロコシ99.2%、コムギ0.4%、コメ0.4%を記録したことが明らかとなった。すなわち、穀類が最も

利用され、中でもトウモロコシの利用が大部分を占めた。

DDS による全体分析により、穀物は主食として毎日消費されることが明らかとなった。また、植物性食品は動物性食品よりも高い値を記録した。これは、副食での使用頻度の違いにより生じた。また、動物性食品では魚介類が高い傾向にあった。これは、利用日が肉類では集中傾向に、魚介類では分散傾向にあったためであった。

続いて野生生物資源利用を分析すると、延べ食材数 7,004 点のうち、その利用は 2.6%を示し、うち植物性食材は 184 点、動物性食材は 4 点利用された。食品群ごとに利用点数をみると、緑色葉野菜類の野生生物利用が最も多く、138 点を記録した。緑色葉野菜類全体に占める割合をみると、採集物は 10.6%を占め、ピーク月には 21.1%にも上った。

4. 近隣地域との比較

食材利用をさらに理解するため、本調査地と約 25km に位置する地域（石本ら 2021）の値を比較した。

DDS の比較により、HDDS の変化の傾向は類似するが、通年で本調査地の値が上回ることが明らかとなった。これらの差の原因を探るため、各食品群の DDS で検討すると、野菜類およびイモ類で本調査地の値が上回っていた。

野生資源利用を比較すると、緑色葉野菜類は両地域で最も利用され、いずれの土地でも全食材数の 2%以上と高い割合を占めた。ただし、比較サイトの方が 5 割ほど高かった。また利用植物数は、本調査地で 5、比較サイトで 11 であり、野生植物利用の詳細は場所により大きく異なるといえる。

5. おわりに

自然環境依存の大きいザンビア農民にとり栄養摂取は深刻な課題である。そこで本研究では、ザンビア南部農村での栄養摂取を理解するため、通年の食事データを食材数と食品摂取多様性スコアにより分析し、近隣地域と比較した。

食事を分析すると、穀類が利用食材の約半数を占め、毎日の食事で主食として消費されていた。また、穀類以外では緑色葉野菜類やその他の野菜類といった植物性食品が動物性食品より高頻度で利用された。加えて、野菜栽培は浸透しているが、食事において野生植物は高頻度で利用され、未だ重要な食材であるといえる。食材利用を近隣地域と比較すると、HDDS の変化傾向や野生資源利用は類似するが、詳細は場所により異なっていた。

本研究は、10 年以上前の調査結果を分析しており、近年の食生活変化の把握が今後の課題と言える。

<参考文献>

Food and Agriculture Organization (FAO) (2011) Guidelines for measuring household and individual dietary diversity. Rome, Italy: FAO of the United Nations.

石本雄大, 宮寄英寿, 梅津千恵子 (2021) ザンビア南部における小規模農家による栄養摂取の季節変動と改善策の検討ー食品摂取多様性スコアを用いてー, 農耕の技術と文化 30: 201-220.

※本研究は、総合地球環境学研究所「社会・生態システムの脆弱性とレジリエンス」プロジェクト、および、JSPS 科研費 20H00440 の研究成果の一部である。

林間放牧における放牧地への環境影響評価

Assessment of environmental impact of forest grazing

山崎由理（鳥取大学農学部）

Yuri Yamazaki (Faculty of Agriculture, Tottori University)

1. はじめに

国土の7割以上が森林である日本では、豊富な林床植物の飼料としての利用や下刈り効果、食料自給率の向上などの点から、育林作業の省力化と低コスト肉牛生産を結合させた林間放牧が古くから行われてきた。これまで、畜産サイドおよび林業サイドからの林間放牧によるメリット・デメリットが議論されてきており、近年はアニマルウェルフェアの観点からも評価されている。とくに、「食の安全・安心」の担保が重要視され健康への意識が高まるなか、放牧による健全な家畜生産への需要が今後大きくなることは必至である。また、家畜放牧による環境への影響評価に関する事例は少ないものの、樹種の侵入が問題視されていた半自然草地において放牧頭数や放牧期間の調整が自然草地の草地性生物相の再生に有効であることが報告されるなど、放牧畜産は自然生態系の保全管理方法のひとつとしても期待できる。

発表者は、2018年より北海道日高振興局に位置するK牧場および様似川流域において、林間放牧による窒素除去機能に注目し河川水質調査行ってきた。その結果、日高管内の他の水系と比較しても様似川の水質は比較的良好であり、K牧場では周辺の森林流域の水質とほとんど差がみられなかった。また、放牧地や林間からの土壌流出が確認されなかったこと、放牧地周辺ではエゾシカやキタキツネ、ヒグマなどの野生動物が多く目撃されることなどから、窒素除去機能だけでなく複数の生態系サービスの機能を有する可能性を感じた。放牧畜産は山間部や耕作放棄地の利用、山林の管理などが期待されることから、農業と国土保全の面からもその普及が推奨されているが、環境への正の効果に関する具体的な調査事例は非常に少ない。放牧畜産による環境への正の影響および負の影響を定量的に評価し、生態系サービス間のシナジーを向上させるための放牧管理方法の確立は持続可能な農業の進展に向けての大きな課題であるといえる。

本発表では、K牧場の放牧地および林間の現状把握として2021年7月に実施した土壌および植生の基礎調査の結果を報告する。

2. 調査概要

調査対象地は北海道日高振興局に位置するK牧場である。K牧場の放牧地および採草地面積は約100haであり、肉用牛を周年林間放牧により飼育している。肉用牛の品種はアバディーン・アンガスであり、2021年現在の使用頭数は100頭である。なお、K牧場では放牧地および放牧地内に点在する林と山裾の森林部を利用しており、放牧牛は放牧地と林間を自由に移動できる。また、冬期間（11月下旬～3月下旬）を除いて昼夜放牧を行っており、放牧期間中の給餌は行われていない。

K牧場の放牧地は林や河川などで複数に分かれており、とくに牧場内を通る国道によって北側と南側の放牧地が二分されている。これらの放牧地は草地造成以来40年以上無更新で管理されており、顕著な植生の悪化などが見られない限り、基本的には施肥は行われていない。本研究では、複数の放牧地のうち比較的面積の大きい①南側放牧地、②北側放牧地、③南側林間および④北側林間を調査対象とした。また、これまでに実施した放牧牛の行動調査および農家への聞き取り調査から放牧牛の利用頻度が高いことが分かっている①南側放牧地は、放牧地を4つの区画に区分（①-1～①-4）し各区分で調査を行った。

対象の放牧地および林間においてそれぞれ5～10箇所の土壌試料を採取した。土壌採取時には、土壌水分、pH、ECおよび位置情報を取得し、同地点において植生調査（目視による植被率観測）を実施した。なお、調査に使用した計測機器はデジタル土壌酸度計（シンワ測定株式会社）、土壌ダイレクトEC計（Hanna instruments）および土壌水分測定器（竹村電機製作所）である。また、K牧場内の土壌分類は黒ボク土および褐色低地土である。

採取した土壌を研究室に持ち帰り、ATPおよびC/N比を測定した。ATPとは、すべての生物の細胞内に存在するATP（アデノシン三リン酸）を酵素などと組み合わせて発光させ、その発光量（Relative Light Unit；

RLU) を測定する方法のことである。本研究では、浦嶋ら (2017) を参照し簡易的な ATP 計測を実施した。ふるい分けをした土壌試料 2g に 200mL の蒸留水を加え 1 分間攪拌・懸濁し、その懸濁液の中心部付近から土壌懸濁液をマイクロピペットで市販の ATP 測定キット (ルシパック Pen-AQUA) に採取・添加し、小型ルミノメーター (ルミテスター PD-30) を用いて発光量 (RLU (relative light unit) 値) を測定した。ATP 測定キットに土壌懸濁液を添加して 1~5 分間において 1 分ごとに RLU 値を測定し、その最大値を取得した。C/N 比は、乾燥させた土壌を鉢と乳棒を用いてすり潰し、1 サンプル 0.5g を容器に入れ、炭素・窒素・硫黄分析装置 vario MAX cube (Elementar 社製) を用いて測定した。

3. 結果および考察

まず、植被率は①南側放牧地の南端である区画①-1において 50%と低く (Fig.1), 植生が枯れ土壌が露出している箇所が散見された。また、南側放牧地では①-1 から①-4 にかけて植被率が高くなり、マメ科牧草の割合が増えるなどの変化が見られた。②北側放牧地は南側放牧地において最も植被率が高い①-4 と同程度であり、③および④の林間では南側と北側で植被率に大きな差はみられず、クマイザサが優先していた。

土壌調査において pH はすべての地点で 6.0~7.0 の範囲を示した。土壌 EC は 0.03~0.11mS/cm の低い値を示した。一般的な牧草地の EC と比較しても低い値であることから、更新や施肥管理を行っていない K 牧場では土壌中の栄養塩が低いといえる。

土壌 ATP は①南側放牧地の各区画で大きな差はみられなかった。また、②北側放牧地と比較すると①南側放牧地において大きい傾向にある。土壌 ATP はたい肥などの有機物の施用により増加することが報告されていることから、放牧牛による利用頻度の高い南側においてより多くの牛糞尿が還元されている可能性が考えられる。

土壌 C/N 比はすべての地点において 20 以下となったことから、放牧地に還元される牛糞尿は適切に分解されており、窒素飢餓などの問題は発生していないことが分かった。

K 牧場の放牧地では①南側放牧地の南端の区画において植生が悪化傾向にあるが、今回の調査で対象とした分析項目からはその要因を特定できなかった。南端の区画は放牧牛の滞在時間が短いことが農家の聞き取り調査からわかっている。南側放牧地以外の放牧地へ移動する際にも最も遠い位置にあることから、地理的要因によって放牧牛が滞在を嫌っている可能性も考えられている。この場合には、区画内の植生の生長に対して採食が少ないために、植生の草丈が伸びて牛の嗜好性が悪い状態になる悪循環が発生している懸念が示唆された。

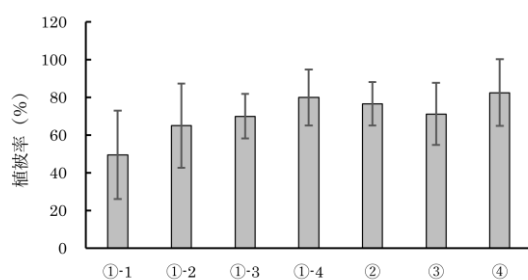


Fig.1 植被率の平均値および標準偏差

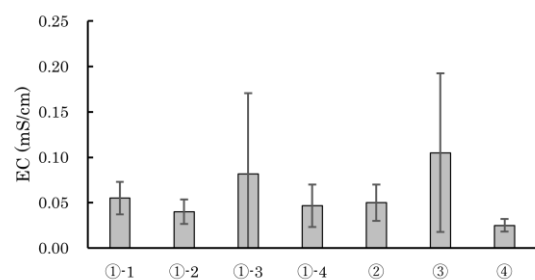


Fig.2 土壌 EC の平均値および標準偏差

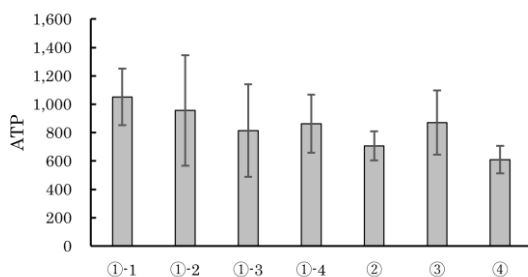


Fig.3 土壌 ATP の平均値および標準偏差

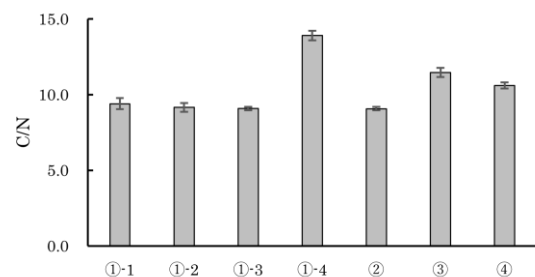


Fig.4 土壌 C/N 比の平均値および標準偏差

***Cissus rotundifolia* の土壌改良資材としての有用性 —アルカリ性土壌の中和効果とアレロパシー活性—**

Usability of *Cissus rotundifolia* as soil ameliorants

-Neutralization of alkaline soils and allelopathy-

○村尾香里・檜谷昂・加藤康太・島田沢彦・中西康博・橘隆一（東京農業大学）

Kaori Murao, Ko Hinokidani, Kota Kato, Sawahiko Shimada, Yasuhiro Nakashima,

Ryuichi Tachibana (Tokyo University of Agriculture)

1. はじめに

乾燥地ではアルカリ性土壌が広く分布し、一般的な植物の生育が困難であることから、作物生産性が低い。このような地域で農業生産性を向上させるためには、農作物の生育に不向きなアルカリ性土壌を中和(中性化)する技術の開発とその普及が不可欠である。この点に関して、東アフリカの乾燥地に自生するブドウ科の *Cissus rotundifolia* (Forssk.) Vahl が土壌改良資材として有用とされている¹⁾。先行研究において *C. rotundifolia* の植物葉の生体 pH は 4 付近と極めて低く、この植物体をアルカリ性の土壌にすきこむと土壌 pH が中性付近まで低下することが示された(檜谷・橘、未発表)。こうした乾燥地に自生する植物を利用した低コスト土壌改良資材の開発と普及は、乾燥地における農業生産性の向上に役立つと期待される。しかし一方で、植物体に含まれる酸性物質がアレロパシー(他感作用)を持つ可能性もあることから、*C. rotundifolia* を乾燥地における土壌改良資材として実用化するためには、その化学特性やアレロパシーについて検討する必要がある。

そこで本研究では、*C. rotundifolia* の植物体の pH 測定、アルカリ性土壌の中和効果、アレロパシー活性の有無、以上 3 項目に関する一連の実験を実施し、*C. rotundifolia* の土壌改良資材としての有用性を検討した。

2. 材料と方法

2.1 植物体の pH 測定

凍結乾燥させた *C. rotundifolia* の葉、茎、根の粉末体を 1 : 10(w/v)の比率で純水と混合し、30 分間振とうさせた。その後、遠心分離し、上澄み液の pH を測定した。

2.2 アレロパシーの検定

アレロパシーの検定にはサンドイッチ法²⁾を用いた。検定植物にはレタスを用いた³⁾。加えて乾燥地での活用を想定しトマトについても検討した⁴⁾。*C. rotundifolia* の乾燥葉 50mg を挟んだ寒天培地に、検定植物の種子を 5 粒ずつ播種した。対照区として無処理の培地と、強いアレロパシー活性が報告されているハリエンジュの乾燥葉を挟んだ培地も同様に用意した⁵⁾。培養条件は 20℃恒温の暗条件下とし、レタス種子は播種後 3 日間、トマト種子は播種後 6 日間培養した。培養後、各検定植物の根長と下胚軸長を測定し、対照区の伸長率と比較することでアレロパシー活性を判定した。

2.3 塩性土壌の中和作用の試験

供試土壌にはジブチ共和国の Ambouli 地域で採取したアルカリ性土壌を用いた。土壌と *C. rotundifolia* の乾燥粉末(葉、茎、根)の混合比率が 2.5%、5%、10%(w/w)になるように混合した。この混合土壌 2g に対し純水 5mL を加え攪拌し、30 分間経過後懸濁液の pH を測定した。また供試土壌と *C. rotundifolia* 植物体の炭素および窒素含有率から上記の混合比率において想定される土壌 C/N 比を算出し、同植物の土壌施与による C/N 比への影響を調べた。

3. 結果と考察

3.1 植物体の pH 測定

C.rotundifolia の葉、茎、根の各植物体の pH はそれぞれ 4.1、5.9、6.0 であり、葉で最も低い pH の値が示された。

表 1. 対照区比の検定植物の伸長率(% 対照区

	レタス		トマト	
	下胚軸長	幼根長	下胚軸長	幼根長
<i>C.rotundifolia</i>	135	78	177	51
ハリエンジュ	89	44	80	18

表 2. *C.rotundifolia* と Ambouli 土壌の C/N 比

	全炭素(%)	全窒素(%)	C/N比
<i>C.rotundifolia</i> 葉	69.4	1.5	47.5
<i>C.rotundifolia</i> 茎	74.6	0.7	109.9
<i>C.rotundifolia</i> 根	76.4	1.1	69.2
Ambouli	0.9	0.0	22.1

3.2 アレロパシーの検定

各試験区における根および下胚軸の伸長率を表 1 に示した。処理区ではレタスの幼根伸長率が対照区比で 78%、トマトでは 51%であった。下胚軸の伸長はレタス、トマトともに促進された。既存研究では供試植物のアレロパシーにより、レタスの幼根伸長率が 10%以下まで阻害されている例が多く報告されており、今回のハリエンジュの結果と比べても *C. rotundifolia* の生育阻害作用は比較的小さいと推察された。

3.3 塩性土壌の中和作用の試験

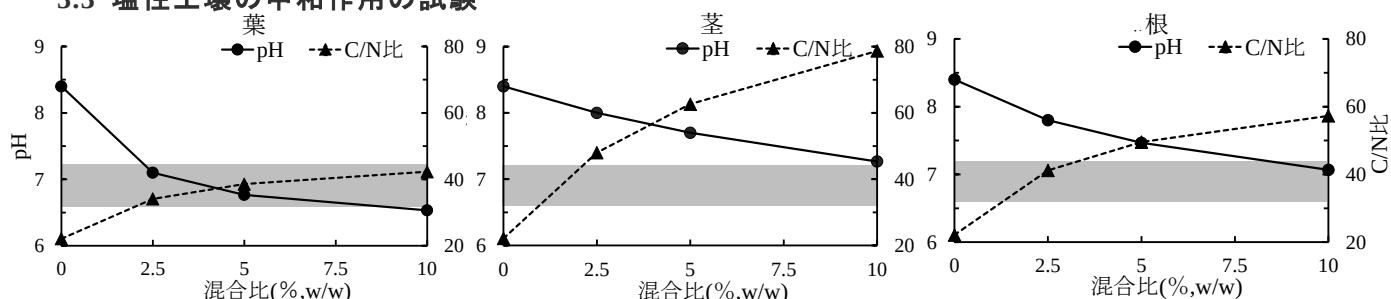


図 1. *C. rotundifolia* の植物体の混合による Ambouli 土壌の pH と C/N 比の推移

図 1 に Ambouli 土壌の pH と C/N 比の推移を示した。グラフ中の灰色の部分は中性範囲を示している。また表 2 に *C. rotundifolia* の植物体と Ambouli 土壌の C/N 比の分析結果を示した。アルカリ性土壌の中和効果は、供試葉を添加した処理区で最も強く、初期値 pH 8.4 の土壌試料において、粉末葉 2.5%混合で pH 7.1、10%混合では pH 6.5 と、同植物葉の土壌への施与によって土壌 pH の値が大幅に低下することが示された。また、*C. rotundifolia* 葉の C/N 比が堆肥と比較して高いことから、単体での土壌施与は窒素飢餓の原因となることが危惧されるため、他の低 C/N 比資材と併用することが望ましいと考えられた。

今回の実験で使用した *C. rotundifolia* は温室栽培されたものである。同植物を利用した土壌改良資材を現地で実用化するためには、実際に自生している植物体を用い再度その有効性を検証する必要があると考えられる。さらには、自生地バイオマス量についても調査し、現地の農場で施用するのに十分な量が得られるかなど、今後検討を行う必要がある。

引用文献

- 1) 橘隆一 (2017) ジブチ共和国に自生する薬用植物の将来性、東京農大沙漠に緑を育てる会活動報告資料
- 2) 藤井義晴 (2000) アレロパシー 他感物質の作用と利用、社団法人 農山漁村文化協会、179-186
- 3) 猪谷富雄・平井健一郎・藤井義晴・神田博史・玉置雅彦 (1998) サンドイッチ法による雑草および薬用植物のアレロパシー活性の検索、43(3):258-266
- 4) 今井秀夫 (1998) 熱帯における野菜栽培について、熱帯農業、42(3):200-208
- 5) 浦口晋平・渡邊泉・久野勝治・星野義延・藤井義晴 (2003) 多摩川中流域の河川敷植生構成種のお患作用、雑草研究、48(3) 117-129

ジブチにおける深層地下水の化学的特徴とその分布

THE CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF DEEP GROUNDWATER IN DJIBOUTI

○浅倉康裕（東京農業大学）・島田沢彦（東京農業大学）・檜谷昂（東京農業大学）・
中西康裕（東京農業大学）

Yasuhiro Asakura(TUA)・Sawahiko Shimada(TUA)・Ko Hinokidani(TUA)・Yasuhiro Nakanishi(TUA)

ジブチは「アフリカの角」と呼ばれるアフリカ大陸の北東端に位置し、ケッペンの分類では BWh の高温砂漠気候、もしくは” semi-arid” に属する極めて乾燥した気候である。気候は 10 月から 4 月の寒冷期（冬季）と 5 月から 9 月の温暖期に二分され、冬はアデン湾から吹く北東貿易風によって比較的涼しいが（20~30℃）、夏は赤道直下の西風がエチオピアやソマリア方面から山脈を超えて吹くため、フェーン現象によって高温化と乾燥化が加速される（35~45℃）。そのため、降水量は 150mm yr^{-1} 程度と極めて少なく、不規則かつ短時間である。そのような気候条件からこの地域では、定期的に河川が形成されることはなく地下水が人間や家畜のための主要な水資源として利用されてきた。

しかし近年では、遊牧民の生活様式が放牧型から農業・牧畜複合型への変化するにつれ、主に灌漑用水として地下水資源の需要が増加し、人的要因による地下水質汚染や、過剰揚水による地下水資源の枯渇などが問題視されてきている。そのような背景から、降水量の極めて少ないこの国において限られた水資源を持続的に活用するという観点から、地下水の状態を把握することが必要である。ジブチでは地下水の水質、年代、流動様式などに関する研究は行われているが、地下水の空間的特性を理解するためのデータはまだまだ少なく、複雑な地質構造の中を流れるジブチの地下水の水質や流動系を把握するためには、基礎的なデータベースを蓄積することが必要である。そこで本研究では、ジブチにおける地下水のイオン分析 (Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} , HCO_3^-) と水の水素・酸素の安定同位体比、トリチウム濃度に基づく多変量解析によって地下水の特徴を分析した。パイパーダイアグラムによると、本調査地点で採取された地下水は主に 2 タイプの水質組成に分類された (Fig.1)。沿岸部の Djibouti City と、Ali-Sabieh 地域の地下水はアルカリ非炭酸塩、Dikihil の大半と Arta の半数はアルカリ炭酸塩型に分類されたが、地点 1 と地点 9, 10, 11 はアルカリ非炭酸塩型に分類された。地下水の主要溶存イオン 14 成分と EC、DO の値を用いた階層クラスター分析の結果、すべての地下水は 3 つのクラスターに分類された。特にクラスター 3 は地点 7 単独のクラスターであった。地点 7 は、他の調査地点と比較して異なる特性を有していることが示された。これには、地下水中の無機成分が主に玄武岩の風化と海水侵入に起因していることを示唆している。階層クラスター解析の結果、地点 1、9、15、16 の地下水は同じクラスターに分類されたが、主成分分析の結果では地点 1,9 と地点 15,16 の地下水に、水温と ORP に基づく差異が見られた。また、地点 15,16 の地下水の水温は約 50℃であり、パイパーダイアグラムで IV タイプを示すエリアにプロットされたことから、これらの地下水には温泉水と海水が混合されている可能性が示唆された。クラスター 2 に分類された地下水は、主に pH と HCO_3^- の正の因子によって特徴づけられていた。しかし、地点 11 は、同じクラスター 2 の地点の地下水とは異なる方向にプロットされ、この要因は主に水温と ORP であった。この結果から、地点 11 の地下水が温泉水の混合を受けている可能性が考えられた。

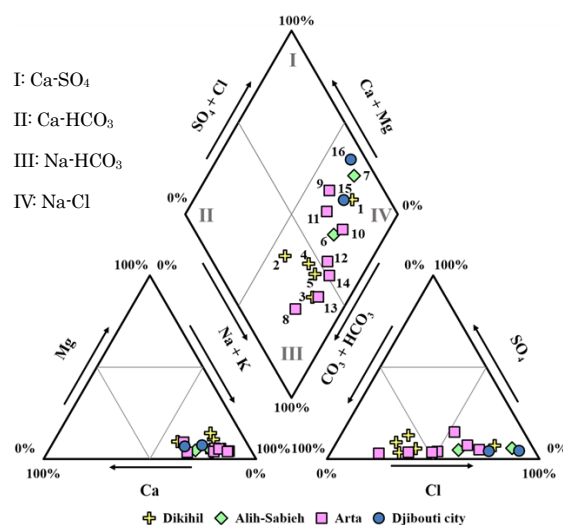


Fig. 1 Groundwater samples plotted on piper diagram.

ジブチにおける農園立地環境の農業ポテンシャル評価

Farming Potentiality Evaluation from Farmland location pattern in Djibouti

○島田沢彦（東農大）・佐藤拓巳（(株)シーエーシー）・

後藤永遠（(株)システムクエスト）・関山絢子（東農大）

Sawahiko SHIMADA (Tokyo Univ. Agriculture), Takumi SATO (CAC Corp.),

Towa GOTO (System Quest Inc.), Ayako SEKIYAMA (Tokyo Univ. Agriculture)

1. はじめに

アフリカ大陸東北部「アフリカの角」に位置するジブチ共和国は、砂漠気候下にある地溝帯陸部北端に位置する。国土の大部分を玄武岩で覆われた砂漠の地表面環境であり、流水河川は存在しないためワジ周辺において得られる浅層地下水のみが農業・牧畜・生活用水として利用可能となってきた。ジブチにおける農業従事者は人口の1%未満、遊牧を含む牧畜業従事者は25%程度とされている。牧畜は伝統的かつ非商業的なものにすぎず、農業生産の割合はGDPの5%にも満たないこともあり、食料自給率は生産額ベースでわずか13%程度である。近年の気候変動による旱魃により牧草が不足し、遊牧生活は困難になっており、多くの遊牧民は湾岸労働などの副収入を得る必要な現状にある。このような状況を改善するため同国政府は地方部の遊牧民が農業により生計手段を補強することを方針とし、一次産業開発計画 2010-2020 (PDDSP) を策定した。ジブチの農家が行う営農はワジの浅層地下水を利用した灌漑システムを使用することが主流であり、ジブチの農業にはワジへの隣接性が必須の立地条件となる。ジブチにおける農業の例として、浅層地下水を利用した野菜・果樹栽培と畜産のアグロパストラルで持続的営農に成功している篤農家の存在があげられる。このような成功例のみならず、ジブチで運営されている多くの農園における立地・水資源環境と営農状態の関連性の解析が、農業省の目標である「新たな農地の設計」に必要である。しかしジブチ地方部では慣習制度によって土地の利用が認められており、公的機関に対する農園取得手続きが行われなため、農園として利用されている場所・規模・営農状態を統計情報として把握できていない現状にある(島田ら 2019, 佐藤 2021)。

本研究では、衛星画像データから営農農園を可能な限り抽出し、GISを用いその農園の立地環境の法則性を明らかにし、ジブチ全土における農業ポテンシャルを評価することを目的とする。

2. 方法

ジブチ国地方部の農園の多くは、放牧家畜からの食害や熱風からの作物保護の目的で石垣などを用い農園の周囲を囲う。この囲いを境界線として衛星画像データなどから目視判読し農園を抽出した。2010年時点の情報として、ALOS/AVNIR-2 および PRISM のパンシャープンフォルスカラー画像(2.5 m分解能, 2006年10月～2011年1月の撮影モザイク)を用い判読し、農園ポリゴンデータ作成を行った。2020年時点の情報として Google Earth 画像(2018～2020年撮影)を用いて農園のポリゴンデータ作成を行った。農地ポリゴン数はそれぞれ、337個(687 ha), 670個(1090 ha)を抽出できた(佐藤 2021)。

立地環境を評価する地形データとして、本研究では5-mメッシュ数値標高モデル(AW3-DEM)を使用し、傾斜度分布をDEMから算出した(図1, 図2)。また、ArcGIS Proの水文解析を用い、傾斜方向と

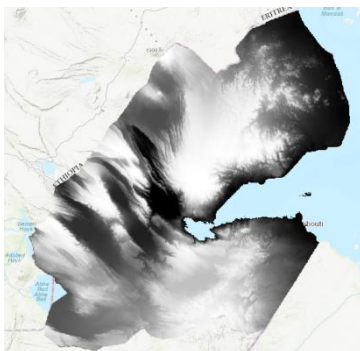


図1. ジブチ全土におけるDEM (AW3D)



図2. DEMから算出したジブチにおける傾斜分布

累積流量データから、河川モデル（ワジ流路）を算定した。累積セル数（1セル＝5mメッシュ）の数値の閾値を、1万セル以上、100万セル以上、300万セル以上の3種類から集水域およびワジ流路を算出し、それぞれ、小規模ワジ、中規模ワジ、大規模ワジとした（図3、図4、図5；後藤 2022）。



図3. 小規模ワジ：累積量1万セル以上 図4. 中規模ワジ：累積量100万セル以上 図5. 大規模ワジ：累積量300万セル以上

標高値、傾斜度、小・中・大規模ワジからの距離の5立地条件を2010年および2020年時点における農園存在地点の属性に取込み、農園の立地環境の特徴の把握を行った。

3. 結果と考察

州別の農園数の推移をみると、2010年および2020年時点両時期において、比較的水質・水資源に恵まれているとされる Dikhil 州が最も多い147個（354.3 ha）および211個（388.2 ha）の農園が抽出された。最近10年では、ジブチ近郊（ジブチ市+アルタ州）の農園の増加が著しく、2010年次の77個（171.2 ha）から2020年次には195個（341.6 ha）に増加した。ただし、目視による農村抽出洩れもありうるため全量としては、統計（PDDSP 2010-2020）値よりも小さい面積値となっている。

農園の立地環境としての標高・傾斜度・ワジへの隣接性を、それぞれ図6・図7・図8に示した。標高値別に農地の立地頻度を見ると、2010年は標高200m～400mが最大総面積であったが、その後10年間に於いて、より低地である標高200m以下に農地が拡大されたことが確認できる。農園の立地条件として5°程度までの傾斜度の土地に設置が限られることが図7から見て取れる。小規模ワジから100m程度の隣接性を有した場所が農園として選択されていることが図8から見て取れ、最近10年は大規模ワジから離れた場所において農園が設置されてきていることもうかがえる。

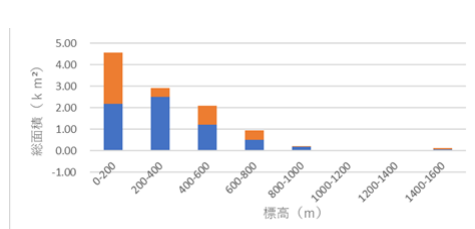


図6. 農園立地標高分布（下■：2020年，上■：2010年）

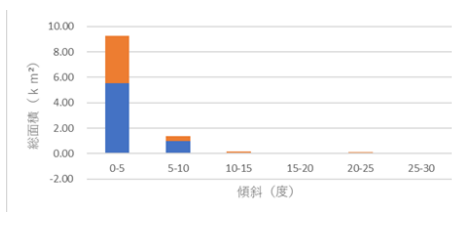


図7. 農園立地傾斜分布（下■：2020年，上■：2010年）

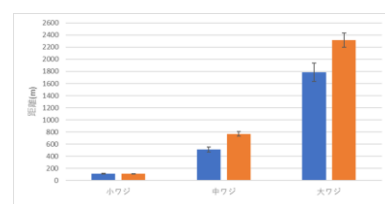


図8. 農園立地ワジ隣接性（左■：2020年，右■：2010年）

<参考文献>

- 後藤永遠（2022）ジブチにおける農園立地環境の農業ポテンシャル評価，令和3年度東京農業大学卒業論文
 佐藤拓巳（2021）ジブチにおける衛星画像を用いた深層学習による農園領域抽出，令和2年度東京農業大学大学院修士論文
 島田沢彦，中西康博，木村李花子，渡邊文雄，渡辺智，山本裕基，伊藤豊，大山修一，ファドモ A マロウ．(2019)．ジブチの沙漠に緑を—SATREPS プロジェクトによる持続可能なアグロパストラル・システムの実装—，沙漠研究 29-2, 61-67.