

受入大学名	京都大学		
Host University	Kyoto University		
外国人研究者	ルイス アンドレ マガイア		
Foreign Researcher	Luis Andre Magaia		
受入研究者	小池 克明	職名	教授
Research Advisor	Katsuaki Koike	Position	Professor
受入学部/研究科	工学研究科		
Faculty/Department	Graduate School of Engineering		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	モザンビーク
Nationality	Mozambique
所属機関	エドゥアルド・モンドラーネ大学
Affiliation	Eduardo Mondlane University
現在の職名	助教授
Position	Auxiliar Professor
研究期間	2021年1月5日～2021年3月31日 (86日間)
Period of Stay	86 days (January 5, 2021 - March 31, 2021)
専攻分野	地球科学
Major Field	Earth Sciences



マガイア氏の顔写真 / Face photo of Dr. Magaia

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

①研究課題 / Theme of Research
<p>The crystalline basement in Mozambique is made of old rocks with ages over 600 million. This formation occupies an equivalent area to 2/3 of the country territory and can be found in the central-western and northern Mozambique. Exploring for groundwater resources in such areas is challenging due to limited precipitation amount and high rates of evapotranspiration, characteristic for arid and semiarid regions, combined with the complex structurally controlled hydrogeology. Effective explorations in such areas have been achieved by geophysical surveys to locate thick zones of weathered basement. Such explorations require a considerable number of data, resulting in high cost of exploration, usually not affordable for many African countries. In contrast, use of satellite imagery for groundwater survey has the advantage of providing spatially distributed measurements on a temporal basis over large areas, including areas inaccessible and insufficient in the coverage of detailed hydrogeological data. Therefore, with the present research we aim to specifying fractures, type of clay mineral and weathering degree and integrate them efficiently with surface geology and geophysical data for the groundwater potential mapping.</p>
②研究概要 / Outline of Research
<p>For research, a case study area was selected in the northern province, Nampula, sitting in crystalline basement with complex geology, mainly comprised of gneiss and granites. We acquired DEM data from Shuttle Radar Topographic Mission (STRM) to extract linear features and to characterize the topography in the study area. Multispectral data from Sentinel-2B acquired from dry season were used to discriminate clay mineral rich zones and, shallow groundwater zones through vegetation activity. A Modified Clay Index (MCI) developed in our previous studies was applied for that purpose of mapping advanced weathering of the basement rocks. In addition, SAR data from Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR) sensor on board of Advanced Land Observing Satellite (ALOS), was applied for estimation of the degree of rock weathering. The processing and analyses of the data were executed at Chair of Earth Resource Sciences, Environmental Geosphere Engineering Laboratory at Kyoto University.</p>
③研究成果 / Results of Research
<p>In the study area a clear tie is conspicuous between SRTM lineaments with undifferentiated lineaments extracted from the 1:250 000 scale geological map. Preeminent areas are marked by high lineament density and vegetation activity and, lowest values of MCI. These areas represent elevated areas regarded as recharge zones. A limited number of productive water boreholes were found sitting in the low backscattering coefficient, high MCI and intermediate to high lineament density zones. These zones are deemed to represent high weathering degree of the regolith. Therefore, the thickness of the aquifers should be high in those zones.</p>
④今後の計画 / Further Research Plan
<p>The current outcomes of the research were presented at the Chair of Earth Resource Sciences, Environmental Geosphere Engineering Laboratory's meeting with the aim to consolidate and improve the method. For the future, we should consider gathering more water borehole data to enhance our interpretation of the results. Accordingly, field geophysical survey should be considered for ground truthing of the satellite analysis. The final goal is to finalize the analysis and publish the overall results in an international paper.</p>

< 受入研究者からの報告/Research Advisor Report >

①研究課題 / Theme of Research

モザンビークは鉄鉱石などの鉱産資源に恵まれてはいるが、地質が古くて水を通しにくい上に、半乾燥地域の気象条件もあって水不足の地域が多く、これらは農業、工業、都市の発展を阻害している。そのため、地下水資源が豊富にある場所を低コスト、短時間、少ないマンパワーで特定する先端技術が強く望まれている。人工衛星を利用した広域非接触の計測法であるリモートセンシングは、これらの要求を満足し、地下水資源存在可能性の大小を評価できる。そこで、モザンビークの半乾燥地域を対象とし、衛星画像と地形データを用いて、断裂系や粘土鉱物の種類と分布を詳細に明らかにできる手法を開発する。断裂系は最も地下水が存在する地殻割れ目であるのに対して、粘土鉱物は水を通しにくく、その種類によっては地下水量が異なる。植生の有無も、地下水が浅部に存在するか否かの目安になる。これらの情報を統合し、高精度な地下水資源ポテンシャルマップを作成する。

②研究指導概要 / Outline of Research

研究の進捗状況、問題点の共有とその解決法、研究内容の確認・改善、および研究の方向付けに関して毎週ミーティングを実施した。また、研究室のゼミで研究成果を2回発表し、研究室教員・学生、および研究室外部の教員・外国人研究員との質疑応答・議論によってプレゼン力と研究力の向上を図った。さらに、地球資源学に関する問題意識の深化、この分野での教育・研究のキャリアアップのために、国際協力機構（JICA）のエキスパートとも意見交換を行い、今後の連携について深く打ち合わせできた。

③研究指導成果 / Results of Research

モザンビーク北東部に位置し、約60 km四方のNampula地域を対象に選び、光学センサ画像としてSentinel-2データ、合成開口レーダ画像としてALOS PALSAデータを用いた。この地域では近年、都市化が急速に進んでいるが、それとともに地下水の量と質の低下が顕在化している。画像データの解析によって地下水胚胎に関連する6つの要素、すなわちリニアメント密度、斜面角度、後方散乱係数から区分した表層地質、植生指数、粘土鉱物存在指数、およびリニアメントまでの距離を求め、これらを適切な重み付けで加算することで、対象地域全体の地下水資源ポテンシャルを評価した。評価が高い場所には流量が大きい井戸が多く掘られていることが確かめられたので、評価の妥当性を実証できた。この研究活動と成果により研究力を高められたと評価できる。

④留学生交流事業の活動状況 / Activities of International Student Exchange Program

コロナウイルス禍で通常の講演会や他大学、研究機関への訪問が制限され、入国後も2週間の経過観察措置で成田港近くのホテルに滞在したこと、および来日が年度末近くになってしまったことから当初予定していた交流事業を実施するのは困難になった。その中でも滞り期間中は研究室のセミナーに毎回参加し、発表者との質疑応答によって教員・学生と交流できたとともに、研究紹介も2回実施した。研究紹介時には兵庫県立大学やマギル大学（カナダ）などの学外教員、研究員も参加し、質疑応答により当研究室以外とも交流を深められた。年度末という大学の行事が多い日程の関係で、資源・素材学会関西支部の「外国人研究者を囲む会」での講演には至らなかったが、帰国後の4月中旬にオンラインでこの会を開催する予定である。これにより、地球資源学に関わるさらに多くの教員・学生・研究者・技術者との交流が図れる。

⑤今後の計画 / Further Research Plan

提案できた手法と解析結果を英語論文としてまとめ、リモートセンシングや水資源に関する国際誌に投稿する。メールやオンライン会議システムを通して議論しながら論文ドラフトの修正、改善を進めていく。同様にメールやオンライン会議システムによって、乾燥・半乾燥地域での地下水資源を高精度で探査できるリモートセンシング的手法の開発を、共同で進めていく。また、コロナウイルス禍の収束後に、エドゥアルド・モンドラーネ大学を訪問し、主に大学院生を対象としたセミナーや共同研究の打ち合わせを実施するとともに、本研究課題の対象地域において地質調査を行い、マガイア氏と作成した地下水資源ポテンシャルマップの妥当性・有効性を検証する。加えて、共同研究のさらなる発展・深化を目指し、マガイア氏指導の学生が、当研究室に大学院博士後期課程学生として留学できるように支援する。



京都大学桂キャンパスCクラスター正面での写真／Photo taken in front of Cluster C, Katsura Campus, Kyoto University.



研究室でのワークステーションを使ったデータ処理風景／Scenery of data processing using a workstation at Prof. Koike's Laboratory.