

## ガーナにおけるかんがい用水を利用した小水力発電の試行 A trial of small-scale hydropower generation using irrigation water in Ghana

○山田雅一\*,廣内慎司\*,ソロモン・ギャン・アンサ\*\*,アルハッサン・イモロ\*\*,ジョージナ・マンテア\*\*,パトリック・オヘネ・アボアグ\*\*,エリック・サミュエル・アトゥダソクリ\*\*\*,ジェームス・アシャリ\*\*\*,エバンス・サミュエル・ランプティ\*\*\*\*,プロミス・アメガ\*\*\*\*,バティミアス・ナサニエル\*\*\*\*,トン・クルグ・ケン\*\*\*\*

YAMADA Masakazu, HIROUCHI Shinji, Solomon Gyan Ansah, Al-Hassan Imoro, Georgina Manteaw, Patrick Ohene Aboagye, Eric Samuel Adu-Dankwa, James Asharley, Evans Samuel Lamptey, Promise Amegah, Bartimeus Nathaniel, Tong Kurug Kenneth

### 1. 背景と目的

西アフリカのガーナはアフリカ稲作振興のための共同体（CARD）対象国の1つであり、2008年から2018年にわたるフェーズ1においてコメ生産量は2倍以上増加したもの、人口と一人当たり消費量の増加により未だ不足分を輸入に依存している。そのためフェーズ2では2030年までに更なる生産量の倍増を目指している。コメ増産を目的とした新規水資源開発によるかんがい面積の拡大は、国家財政への影響や環境負荷が大きいことから、気候変動対策にも留意しつつ、既設かんがい排水システムの機能維持・強化など持続可能な開発協力が必要となっている。本報告では、ガーナ食糧農業省かんがい開発庁（GIDA）が管理する大規模かんがい地区の1つであるポンかんがい地区において、既設の用水路へ水車を設置し、発電した電力によりポンプによって揚水し、重力かんがいが困難な地区外農地におけるかんがい稲作の実施を目的とした小水力発電の試行およびその経済性について報告する。

### 2. 試験地と試験方法

ポンかんがい地区はポンダム下流右岸の比較的平坦な地形に受益地2,032haがあり、15の水利組合に属する約2,800名の農家が稲作を行っている。同地区内の異なる高さの落差工2カ所において、日本から輸入した(有)角野製作所ピコピカシリーズ100W型のらせん水車（Fig.1）を動力とし、現地で入手した自動車用オルタネータ、風力発電機（Fig.2,3）を用いて発電試験を実施した。メーカーによる水車の設置条件は有効落差40cm以上、設置角度30°、定格流量は50L/sである。試験では発電機の回転数を



Fig.1 らせん水車 Spiral Water Turbine



Fig.2 オルタネータ Alternator



Fig.3 風力発電機 Wind Generator

\* 国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)

\*\* ガーナ食糧農業省 Ministry of Food and Agriculture, Ghana (MoFA)

\*\*\* ガーナかんがい開発庁 Ghana Irrigation Development Authority (GIDA)

\*\*\*\* ガーナかんがい開発庁ポンかんがい地区 Kpong Irrigation Scheme (KIS), GIDA

キーワード：再生可能エネルギー、小水力発電、稲作、西アフリカ

増加させるため、水車側と発電機側に径の異なるプーリーを取り付け両者をVベルトで接続した。発電電力はバッテリーへ一旦蓄電しインバーターにより直流から交流へ変換すると共に電圧を220Vへ上げてポンプ電源とした。バッテリー、インバーターは現地で流通している太陽光発電用機器を使用した。

### 3. 試験結果

自動車用オルタネータを用いた発電試験では、バッテリー充電に必要な出力電圧12V以上が得られる回転数(1,000~1,500rpm)に達しなかった。次に、オルタネータとは異なり、低回転数から出力電圧が得られる風力発電機を用いて試験を実施した。結果はTable.1のとおりであり最高出力は118.8Wであった。

Table.1 風力発電機による発電試験結果 Power Generation Test Results of the Wind Generator

試験地	落差工高さ (cm)	プーリー 直径比	出力 (W)	流量 (m <sup>3</sup> /s)
CY幹線水路	70	4.38	77.1 (=48.2V×1.6A)	設計0.23、実測0.28~0.85
AK/C5支線水路	125	4.38 5.46	86.8 (=43.4V×2.0A) 118.8 (=47.5V×2.5A)	設計0.34

### 4. 経済性の検討

IRR(内部収益率)の算定にあたり従前をガソリンポンプによるかんがい二期作とした。導入・運用に係る経費に関し、導入経費の48%を占める水車は免税、毎年の維持管理費を初期投資の1%、耐用年数は水車20年、バッテリー8年、ポンプ6年とした。またポンプは発電機最高出力値が常時得られる前提で、所要期間中毎日の稼働を可能とするため運転時間と蓄電時間の合計を24時間以内とした。以上の条件のもと、ポンプを現地調達、輸入品(日本メーカー製品)とし農家負担率を変えてIRRを算定した(Table.2)。日本メーカー製品(150W×2台)を利用し農家負担率を30%とした場合、ガーナ政府長期国債(20年)金利20.85%(2021年値)を上回ることが確認された。

Table.2 ポンプ揚水量、農家負担率とIRR Pump Discharge, Farmer Burden Rate, and IRR

ポンプ揚水量、定格出力	灌漑可能面積 (m <sup>2</sup> /日)	農家負担率とIRR(%)		
		全額	50%	30%
190L/分、750W(現地調達)	1,425	-13.0	-10.0	-6.0
380L/分、550W(輸入品)	3,990	-1.0	8.0	17.8
300L/分、300W(輸入品、150W×2台)	5,850	1.6	12.5	28.1

### 5. まとめ

かんがい用水を利用した小水力発電と同電力を利用したポンプかんがいによる稻作の可能性について確認された。今後は水路水位変動の発電への影響、運用した際の蓄電時間とポンプ稼働時間、機器類の維持管理コスト等データ収集が必要である。また、稻作と野菜栽培を組み合わせた運用についても検討を要する。なお、本報告内容は「かんがいスキームにおける小水力発電導入ガイドライン」としてとりまとめている。本調査は海外技術協力促進検討事業(農林水産省補助事業)で実施した。