

チプタゲラの小水力発電について：災害モジュール 学生実習報告

井手，淳一郎

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター：助教

佐藤，辰郎

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター：助教

御田，成顕

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター：講師

布施，健吾

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター：テクニカルスタッフ

他

<https://doi.org/10.15017/1916262>

出版情報：決断科学. 4, pp.83-94, 2018-03-23. 九州大学持続可能な社会のための決断科学センター
バージョン：
権利関係：

チプタゲラの小水力発電について

～災害モジュール学生実習報告

井手淳一郎^{1*} 佐藤辰郎¹ 御田成顕¹ 布施健吾¹
中村龍志² 劉玉倩³ Brian A. Omondi⁴

1 九州大学 持続可能な社会のための決断科学センター

2 九州大学大学院工学府 都市環境システム工学専攻 修士課程

3 九州大学大学院芸術工学府 環境遺産デザインコース環境工学専攻 修士課程

4 九州大学大学院工学府 エネルギー量子工学専攻 博士後期課程

1. はじめに

災害に強いレジリエンス（回復力）のある社会システムやコミュニティを築くにはインフラの整備に加え、それを運用する仕組みが必要となる。災害モジュールでは Future Earth 研究として、小水力発電を核とした遠隔地域におけるコミュニティづくりを追求する調査を展開している。これに付随する形で、これまで災害モジュールでは、災害頻発地域であるインドネシアのジャワ島をフィールドに「持続可能な社会を拓く決断科学大学院プログラム」における学生実習を行ってきた。

当実習では年ごとの追跡調査を可能にするため、2016年度からフィールドを西ジャワ州の Ciptagelar（チプタゲラ）村に固定して実習を行っている。チプタゲラ村は山岳地帯に位置し、インドネシア国営電力会社（PLN）の電力が供給されない、遠隔地域の農村である。チプタゲラ村の住

民は“母なる大地”として自然を崇拜し、稲作中心の伝統的な生活を堅持している。一方で、彼らは「対の思想」*¹という独自の観点をもち、小水力発電によって電気を自給し、徐々に現代の技術を取り入れた生活を行うようになってきている。村の自治には王様（後述）の存在が大きく影響し、また、村の小水力発電の事業主も王様である。このような独特の文化と生活様式が非常に興味深く感じ、チプタゲラ村のコミュニティがどういう形で小水力発電を運営し、生活を豊かにし、また、災害に対応しているのかを検討する調査を学生とともに実施することにした。

本報では2017年度の災害モジュールのインドネシア実習について報告する。まず、チプタゲラ村の概況と自然環境について解説し、続いて災害モジュールが実施しているチプタゲラ村における小水力発電プロジェクトを紹介する。最後に、2017年度の学生実習で実施した聞き取り調査の内容について簡単に解説する。（井手淳一郎）

2. チプタゲラ村の概況

チプタゲラ村はジャワ島西部の山岳地帯、標高約1,000mに位置し、行政上は西ジャワ州スカブミ県チソロック郡シルナレスミ村の集落の一つである（図1）。



図1 チプタゲラ村の概観
撮影者：御田成顕

チプタゲラは、Kasepuhan（カセプハン）と呼ばれる慣習グループの伝統が現在まで色濃く残っており、カセプハンの王様である Abah（アバ：“父”を意味する）が居住している。カセプハンが及ぶ範囲は、チプタゲラの位置するスカブミ県、ボゴール県（西ジャワ州）、およびレバック県（バンテン州）にまたがる 10 万 3 千 ha に及び、4 万人がカセプハンに属し、チプタゲラ村には 125 世帯 350 人が居住する。

カセプハンの歴史を簡単に振り返ると、その発祥は 1368 年までさかのぼり、アバは男子世襲制で代々続いている。アバの居住地はしばしば移転し、チプタゲラ村に居を構えたのは 2001 年からである。それ以前、チプタゲラから南へ約 10km のチプタラサ集落にアバは居住しており、先代のアバの判断により現在の地へ「遷都」した経緯がある。アバは慣習を司るだけでなく、住民の相談事を受け祈祷を行ったり、小水力発電の修繕や電気代の管理を行ったりしている。私たちの訪問時、王様への謁見の際に住民と王様のやり取りを見る機会があった。住民は鶏を抱いており、その鶏に関連する相談事の様であった。王様はその鶏を受け取り、自分の腰回りをぐるっと 1 周させた後、鶏に何かを語りかけるという独特の祈祷を行っていた。また、実習中はアバの誕生日と重なり、そのパーティーに参加させてもらうことができた。パーティーには多くの住民が参加し、巨大なケーキが出てくるなど盛大なものであり、住民が王様を強く慕っている様子が伺えた。

カセプハンの慣習の特徴は、コメを命と同等に扱う点が挙げられる。カセプハンの大きな祭事は 5 つあり、そのうち 4 つがコメ栽培に関連するものであることから、コメ栽培が最も重要な生業であることが見て取れる。まず、①田植え（Ngaseuk）、②収穫前（Mipit）、③新米の味見をする新嘗（Nganyaran）、④人口センサス（Ponggokan）、そして⑤収穫祭（Seren Taun）であり、それぞれに付随する祭事を含めると、毎年約 50 の祭事が催されている。コメの農事暦は水田が 8 月に植え、4 月に収穫、焼畑では 10 月に植え、3 月に収穫する。収穫されたコメも色や性質に応じて 168 種類に分けられる。収穫したコメの約 10% はルイト（leuit）と



図2 ルイト (leuit) の外観と視察の様子
撮影者：御田成顕

いう高床式の米倉に保管する決まりがある。そのため、村ではルイトが多く建てられ（図2）、中には150年以上前のコメが貯蔵されているものもある。周辺の地域を含めるとルイトは10,800軒（2015年時点）に達する。コメは穂のまま貯蔵され、一つのルイトにはその大きさにもよるが約3,000束貯蔵できる。収穫したコメは、3年間販売することが禁じられている。また、コメは必ずかまどで薪を燃やして炊かなければならず、ガスやほかの方法で炊くのは禁じられている。

チプタゲラは柵田、焼畑、ドリアン、ジャックフルーツやサトウヤシから構成される混合樹木園、そして天然林に囲まれている。この地域は生物多様性保全を目的に1992年に設置されたグヌンハリムン（Gunung Halimun）国立公園の内部に含まれている。近代法体系にもとづき設置された国立公園では原則として森林資源の利用は禁じられている。一方、国立公園設置以前からこの地域で森林資源や土地を利用してきたカセプハンの生業と国立公園の森林保全との矛盾がこれまでも指摘され、いくつかの研究成果も報告されている。政府の定める森林利用の規定は既往の報告

に譲り、ここではカセプハンの森林利用について概観したい。カセプハンは森林を3つに分け、それぞれ、①利用地 (hutan garapan)、②遺産 (hutan awisan)、および③森林 (hutan tutupan) と認識している。このうち、開墾や木材などの林産物採取が認められているのが①利用地であり、③森林は林産物の採取が禁止されている。②遺産は、カセプハンの人々が残してきた何らかの物体であり、近づくためにはアバの許可が求められる。

チプタゲラ住民の主な生業は稲作であるが、コメの販売が禁じられているため、集落内での現金収入源はサトウヤシの樹液から作られるジャワ砂糖等の農産物の販売や建設労働に限られる。そのため、バンテン州での採金、ジャカルタなどの大都市での建設労働や家政婦といった出稼ぎ労働が広く行われている。(御田成顕)

3. チプタゲラ村の生物について

チプタゲラ村や周辺の森林内で見られた野生生物および家畜をごく一部ではあるが、図3を参照しながら以下に簡単に解説する。当村への訪問では、生物調査を実施するためのものでは無いこともあって、標本を採集することは出来なかった。そのため、動植物の種同定については参考程度としていただきたい。

a ルリモンアゲハの西ジャワ亜種 (*Papilio paris gedeensis*)。チプタゲラ村に隣接するグヌンハリムン国立公園の林縁部に水を飲みに来ていた。蝶の仲間はポンピングといって水を飲むために集まっていることがあり、そんな時はいつもより接近し易くなる。

b アガルミラ的一种 (*Agalmyla* sp.)。イワタバコ科の草本植物。グヌンハリムン国立公園内を流れる沢沿いでひときわ鮮やかに咲いていた。

c デンドロビウム・ムタビレ (*Dendrobium mutabile*)。ラン科の草本植物。チプタゲラ村内、家屋の軒先やアレンガヤシの幹などに着生しているものが見られた。

d グヌンハリムン国立公園の様子。ジャワ島に残る数少ない原生林の一つ。



図3 チプタゲラ村や周辺の森林内で見られた野生生物および家畜。詳細は本文を参照。
撮影者：布施健吾

e 南米原産のチョウジタデの一種 (*Ludwigia peruviana*) と思われる。小水力発電の取水堰周辺で確認。大型で鮮やかな黄花がよく目立つ。チプタゲラ村ではスクミリンゴガイ (通称ジャンボタニシ) やキバナオモダカ (*Limnocharis flava*) などの外来種も確認した。

f ヒツジ。ヤギの方が多く飼育されているようだった。

g チプタゲラ村内で見つけたカメムシの一種(*Eusthenes robustus*?)。ブーンという大きな羽音と共に飛来。思わず素手で捕まえてしまったのだが(危険ではないと判断できたため)、つかんだ左手が臭くなり(ややシナモンの気配も感じる臭い)、オレンジがかかった茶色に染色されてしまった。臭いはすぐに消えたが、色は数日間残った。(布施健吾)

4. 小水力発電プロジェクトについて

インドネシアは多くの離島を有し、遠隔の農村部ではインドネシア国営電力会社(PLN)による送電線整備の目処が立っておらず、ディーゼルやガソリン発電機による限定的な発電をせざるを得ない集落が多く存在する。こういった電力供給の問題は、農村部の貧困や都市部との経済格差の一因であり、解決すべき重要な課題である。

実習対象地であるチプタゲラ村はグヌンハリムン国立公園内に位置し、PLNからの電力供給を受けていない。1997年以降、JICAやNPO(IBEKA)、地方政府の支援のもとに建設された小水力発電により電力を自給してきた。しかしながら、4つある小水力発電所のうち2つは水害や落雷等で施設が壊れ(図4)、稼働が停止していた(2016年3月時点)。半年以上に渡り停電状態が続くこともあるそうで、電化した生活に慣れてきた村人にとって長期の停電は大きなストレスとなっている。停止したままの小水力発電所はインドネシアの中山間地の各所で見られ、原因として以下が考えられる。

① 水文観測や土木技術が十分でない

小水力発電にとって最も重要な流量観測等が十分行われず、流量の推定精度が低い。そのため、不適切なスケールの機械の導入や洪水による被災のため施設が破損してしまっている。また、水理的・構造力学的な知識が十分でなく、小規模な出水でも施設が壊れている。



図4 洪水により破損したチプタゲラ村の取水堰
撮影者：佐藤辰郎

② 復旧のノウハウが地元でない

簡易な修復は地元でも十分に可能であるが、地元の材料や地元の農民によって復旧するノウハウがない。また、維持管理のための人材育成、管理体制が整っていない。

③ 復旧のための仕組みがない

他国の援助など、地元政府が支出していない小水力施設に対しては、たとえ災害にあったとしても復旧する仕組みがない。そのため、地元が高価な施設があるにもかかわらず放置されている。

④ 電力を村全体に普及しそれを活用するノウハウがない

小水力発電により発電しても特定の場所での利用に限られ、村全体の普及につながっていない。また、電力を使うことによって女性や子供の問題の解決、産業への利用などへつながっていない。

災害モジュールではチプタゲラ村における調査をモデルプロジェクト

としながら、上記課題の解決に向け、Future Earth 研究活動を進めている。図4の取水堰自体は寄付により復旧されたものの、場所や構造等が不変で再度災害の恐れが高い。現在、水文観測やドローンによる地形測量、洪水氾濫シミュレーション（図5）等を行い、洪水リスク等を科学的に評価しているところである。今後、リスクに対する対処法を住民や地方政府と議論し、対策を考えていく予定である。（佐藤辰郎）

5. 聞き取り調査について

2017年度の学生実習ではチプタゲラ村の道路や水道等のインフラの整備状況に着目し、電気の活用が人々の生活基盤にどのように影響しているかを、住民への聞き取りによって明らかにすることを目的とした。聞き取り調査では、予め九州大学の調査チームが調査票を作成し、それをもとに実施した。調査票の内容は性別や年齢等の属性、電気の使用状況、インフ

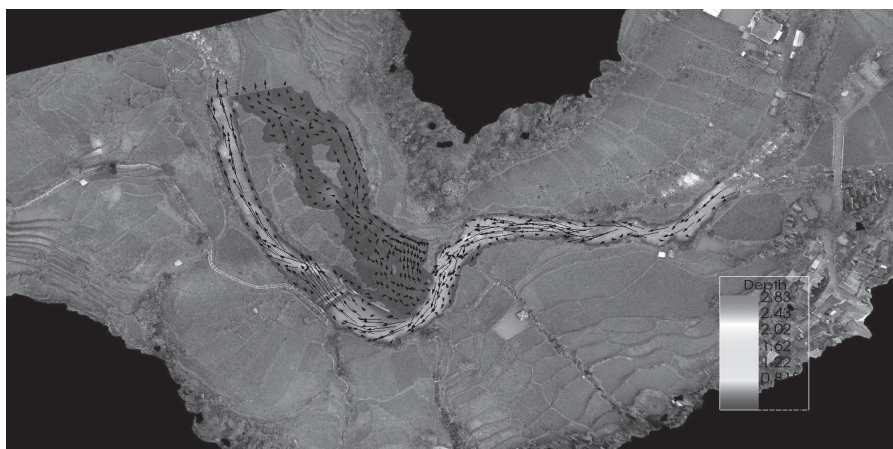


図5 図1の取水堰周辺の洪水氾濫シミュレーション（暫定版）

撮影者：佐藤辰郎

ラに関する質問、災害への危険意識や災害時の対応についての質問等から構成される。調査は学生3人を1グループとして実施し、それに教員と通訳、バンドン小水力アソシエーション*²の職員が同行した(図6)。

村人への聞き取り調査(対象者は10代から80代の男女6人)や村の施設の視察から、電気はほとんどの家庭で使用されており、その多くがテレビ等の娯楽に使用されていることがわかった。ただ、どの程度電気を使うかは各家庭の経済状況によって異なり、裕福な家庭ほど多くの電気製品を用い、また、仕事道具にも電気を用いるケースが見られた。続いて、水源について調査した結果、多くの家庭で貯水池を水源に用いていることがわかった。水源の水質は悪く、また、雨季には足場の悪い道を歩いて水を運搬する必要がある等の問題点も浮かびあがった。水道の導入はなく、電力導入前後で水源の利用の仕方に変化はないことが伺えた。調理等、日常生活の熱源には主に薪を使用しており、電気を熱源に用いている家庭は無かった。

チプタゲラ村では降雨量が多く、土砂崩れが頻繁に起きていた。一方、聞き取り調査の結果から、ここ数十年は地震や火山噴火等の大規模な災害は生じておらず、村人は平穏に暮らしていることが推察された。また、多くの家庭では現金収入を得るための経済活動は行っておらず、稲作中心の、質素な生活を送っていることが伺えた。



図6 聞き取り調査の様子
撮影者：布施健吾

道路についてはほとんどの道が未舗装か不十分な舗装で、村へのアクセスが悪くなっており、このため、村の外との流通が制限されていることがわかった。そして、この外との流通の制限が村人の経済活動を制限し、農業を中心とした伝統的な生活を維持する要因の一つとなっていると推察された。

以上の結果から、現状では、村への電気の導入は村人の生活基盤にはほとんど影響していないことがわかった。しかしながら、電気の導入は村人の精神面に大きな影響を与えているのではないかと考えられた。聞き取り調査の際、村人からは電気の導入によって自らの生活の近代化を受容し、より多くの電気製品を望む等、生活水準の向上を図ろうとする意志が感じられた。その一方で、村人は現金を稼ぐ手段がないことも認識していた。今後、小水力発電を活用し、彼らの生活水準を持続可能な状態で向上させていく仕組みを提案していければと考えている。(井手淳一郎・中村龍志・劉玉倩・Brian A. Omondi)

謝辞

本報告に係る調査の一部は社会技術研究開発センター フューチャー・アース構想の推進事業(課題解決に向けたトランスディシプリナリー研究)と文部科学省博士課程教育リーディングプログラム「九州大学持続可能な社会を拓く決断科学大学院プログラム」の援助を受けて行われたことを記して謝意を表します。また、調査に協力いただいたチブタゲラ村の方々にここに改めてお礼申し上げます。

注

*1 「男と女」、「月と太陽」、「陸稲と水稲」、「古いものと新しいもの」等、対となるものを置く(あるがままに受け入れる)という思想。

*2 正式名称は Asosiasi Hidro Bandung (A H B)。小水力発電に関する専門知識を持った技術者や実務者から成る組合。バンドンを拠点に活動しており、インドネシア全域における小水力のポテンシャル調査や小水力発電設置に関するコンサルティング、設計等を行っている。



井手淳一郎 いで じゅんいちろう

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター助教 災害モジュール

1978年福岡県生まれ。専門は森林水文学。現在は安定同位体解析や超高分解能質量分析法を用いて森から河川、水域への物質動態を研究している。著書に「森のバランス—植物と土壌の相互作用」(分担執筆)がある。



佐藤辰郎 さとう たつろう

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター助教 災害モジュール

宮崎県生まれ。株式会社リバー・ヴィレッジの取締役を兼任。専門は河川工学。川にまつわる全てが興味の対象。設計に携わったプロジェクトに「神代川かわまちづくり」、「大日止・昇発電所」がある。



御田成顕 おんだ なりあき

九州大学持続可能な社会のための決断科学センター講師 環境モジュール

広島県生まれ。専門は林政学。特にインドネシアの違法伐採に関する研究に従事。著書に「森林管理の公共的制御と制度変化」(近刊、分担執筆)



布施健吾 ふせ けんご

九州大学持続可能な社会のための決断科学センターテクニカルスタッフ 総括チーム

埼玉県出身。専門は野生動植物の調査だが、衣食住全体に関心があるため、現在は絹布の文様に関する研究も始めている。主な調査地は熱帯アジア各国、屋久島、沖縄など。著書にA Picture guide of forest trees in Cambodia IV -Bokor National Park (分担執筆)がある。



中村龍志 なかむら りゅうし

九州大学大学院工学府 都市環境システム工学専攻修士課程
決断科学大学院プログラム災害モジュール

1993年福岡県生まれ。専門は都市工学。現在は都市の公示地価とその周辺環境条件との関係性について研究している。



劉玉倩 りゅう ぎょくせい

九州大学芸術工学府 環境遺産デザインコース環境工学専攻修士課程
決断科学大学院プログラム災害モジュール

1993年中国生まれ。専門は環境工学。主に地域住民の防災意識構造について研究している。



Brian A. Omondi

九州大学大学院工学府 エネルギー量子工学専攻博士後期課程
決断科学大学院プログラム災害モジュール

1989年ケニア生まれ。専門は材料科学。主に廃水中の重金属や放射性核種を吸着する機能性材料について研究している。