



身近な物質や現象に着目した技術開発と、その社会実装へ向けた取り組みを紹介する連載の第9回。今回は、水や風の力で物体が振動する「流体励起振動」を利用した水流発電技術によって、洪水の前兆である中小河川の氾濫をモニタリングする流速計の開発に取り組む岡山大学環境生命自然科学学域の比江島慎二教授を訪ねた。

水流発電で持続可能エネルギーを獲得 中小河川の氾濫を観測する流速計開発

左
比江島 慎二 Hiejima Shinji
 岡山大学 環境生命自然科学学域 教授/ハイドロヴィーナス 創業者 2021年~22年 A-STEP 研究責任者

右
上田 剛慈 Ueda Takeji
 エナジーフロント 代表取締役/ハイドロヴィーナス 代表取締役

強大な力を持つ流体励起振動 制御から一転し、利用を発想

本州と四国を結ぶ世界最長の鉄道道路併用橋「瀬戸大橋」が架かる岡山県。その県都である岡山市の中心部に位置しているのが、岡山大学津島キャンパスだ。市街地にありながらも、約64万平方メートル、東京ドーム13個分もの敷地面積を誇る。同大学環境生命自然科学学域の比江島慎二教授は、この地で橋梁と瀬戸内海の潮流から着想を得た独自の研究に取り組んでいる。

比江島さんは山口県岩国市出身で、日本を代表する木造橋「錦帯橋」を見て育った。この橋は、全長約200メートルの美しい5連アーチを描いており、橋梁が持つ力学的な美しさに惹かれたという。「大学時代は、まさに瀬戸大橋などの本州四国連絡橋が開通した時期でもありました。大学院では橋梁工学の研究室に進み、そこで今の研究テーマにつながる『流体励起振動』について学びました」と研究のきっかけを話す。

流体励起振動とは、橋梁などの構造物が風や水、潮といった流れにより生じる「渦」で構造物自体が振動する現象である。この振動は流体からの作用によって増幅し続ける特徴があり、橋をたわませ崩壊させるほどの強大なパワーを持つ(図1)。比江島

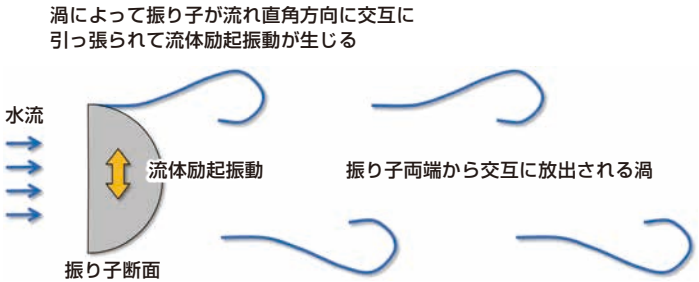
さんは長年、流体励起振動の制御法などの研究を続けてきた。しかしある時、振動がもたらすパワーを「利用する」逆転の発想がひらめいたとい

う。「水流によって起こる振動を利用した潮流発電などにより、効率的に再生可能エネルギーを得られるのではないかと考えました」。

振り子の形状で壊れにくく 狭小・低水深の流れでも稼働

そんな経緯から誕生したのが、今回のキーテクノロジーである「Hydro-VENUS(振り子の流体励起振動を使った発電システム)」だ。Hydro-VENUSは、円柱や半円柱状の振り子を水流の中に置き、振り子の左右から交互に放出される渦の力で振動させて発電する。一般には水流を活用する潮流発電はプロペラを回転させて発電するタイプが主流であるが、プロペラの羽根は落ち葉などの漂流物を巻き込むなどして壊れやすい上、水中の動植物を傷つけて

図1 流体励起振動



気流や水流、潮流などによって生じた渦の力で構造物が振動し、その振動が渦を強めることによってさらに振動が増幅する自己増幅メカニズムを持つ。1940年の米国タコマナローズ橋の崩落事故や95年の高速増殖原型炉「もんじゅ」のナトリウム漏えい事故は、流体励起振動が原因の1つと言われている。

しまう恐れがある。一方、振り子形状を採用したHydro-VENUSは往復運動のため、これらの心配がなく壊れにくい。さらに、シンプルな形状は水の流れを妨げず、狭小・低水深の流れでも稼働できる。河川や海はもちろん、用水路・上下水道などの多様な流れに対応可能だ(図2)。そこで、水の流れをエネルギー源に変えるHydro-VENUSの普及に向けて、比江島さんは2015年に岡山大学発ベンチャー「ハイドロヴィーナス」を立ち上げた。設立の立役者となったのが、現在同社の代表取締役を務める上田剛慈さんだ。産学連携のコンサルタントとして、エネルギー分野の展開を模索していた上田さんは、岡山大学環境生命自然科学学域の池田直教授の計らいで比江島さんと出会った。「エネルギー関連の事業を行うなら、比

図2 Hydro-VENUS



江島先生を手伝ってあげるべきだと紹介していただきました。先生の研究室で実際にHydro-VENUSを目にして、とても面白い技術だと感銘を受けました」と上田さんは振り返る。

一方の比江島さんも複数の企業と連携していく中で、社会実装に対する温度差にもどかしさを感じていたという。岡山から、Hydro-VENUSを世の中へ広めていきたいという2人の思いが一致した。意気投合した勢いそのままに、2人が出会った翌年には「ハイドロヴィーナス」を創業した。23年10月には中国経済産業局と四国経済産業局が推進する地域・社会の課題解決に意欲的で、事業内容が先進的なスタートアップ企業を表彰する「J-Startup WEST」にも選ばれている。

位計や流速計はコスト面の問題から多くの中小河川に設置されていないのだ。

「こうした背景もあって、水流で発電できるHydro-VENUS

を応用し、電源不要かつ低コストを実現する新たな流速計の開発に挑みました」と比江島さんは当時の決意を語る。A-STEPでは、河川や水路への設置を見据え、エネルギー取得性能の向上と漂流物に対する堅牢性の向上に取り組んだ。両者を実現するため、さまざまな断面形状の振り子を試した結果、半楕円形(はんたうけい)の断面形状を持つ振り子が最も強い流体励起振動を発生させることがわかった。また、振り子の長さを長く、傾斜角を大きくすることで、エネルギー取得性能に加えて漂流物の絡みも減らすことができた。

すでにA-STEPの成果を土台とした実証実験もスタートしている。岡山市の内水氾濫対策や愛媛県西条市の農業用水管理など、各地が抱える課

題解決のカギとしてHydro-VENUSの応用が検証されている(図3)。各自治体や関係機関との交渉は主に上田さんが行っている。「地域独特の課題や関係各所の調整などに苦労することも多いですが、大きな可能性を持つ技術であり、注目度の高さを感じています。今後も水害予測やセンシングを叶える技術として『治水DX』の一翼を担えればと思います」と話す。治水DXとは、AIを駆使して流域の防災能力を高める試みを指す。

比江島さんと上田さんは瀬戸内海ならではの産業として、海洋エネルギー利用への道を模索している。日本の海は「里海」と呼ばれ、水産資源や島々の景色などの豊かな恵みを育てている。特に瀬戸内海は大小多くの海峡があり、世界有数の潮流エネルギーの宝庫だ。「この海底に、Hydro-VENUSを並べた新しい潮流発電のシステムができないかと構想しているところです。Hydro-VENUSで『里海エネルギー』を地産地消し、エネルギー自給率の向上に貢献できるのではないのでしょうか」。橋から生まれたイノベーションを携え、比江島さんは持続可能な社会の実現を見据えている。

(TEXT:横井まなみ、PHOTO:石原秀樹)

中四国や富山県で実証実験「治水DX」の一翼担いたい

比江島さんらは、21年にJSTのA-STEP「水害予測センシング網構築のための低コストかつ外部電源不要の流速計の開発」の採択を受け、Hydro-VENUSを活用した流速計の開発に着手した。その背景には、近年日本各地で問題となっている豪雨災害がある。18年の西日本豪雨で、岡山県は倉敷市真備町の全域が水没する大きな被害を受けた。被害が拡大した一因として、一級河川である高梁川支流の中小河川の決壊や農業用水路の内水氾濫が挙げられているが、一般的に増水などの異常を検知する水

図3 治水DXの実証実験

