

ずいそう

あの時、梅干しのおにぎり
 なかったらこの発明は生まれなかった
 「ハイブリッド・サイフォン送水装置」開発の裏話



馬 淵 和 三

私は燃料や電気を使用しないで送水作業ができる「エコ」なサイフォン式送水装置を開発した。もちろん電気や燃料を消費しないため温室効果ガスの排出も大きく削減することができる。2050年を目標とする「脱炭素社会の構築・カーボンニュートラル」に大いに役立つ新技術として世の中に貢献していきたい。

このサイフォン式送水装置の開発のヒントとなったのは1個の「梅干しのおにぎり(写真-1)」であった。



写真-1 発明を生んだ「梅干しのおにぎり」とサイフォン管に挿入される「クーキ・オスボール」



クーキ・オスボール

この送水装置、簡単に言うと最初だけポコポコと軽油を汲んで給油管の中を軽油で満たして手を止めると、その後は汲まなくてもサイフォンの原理で給油をし続ける口径100mm～200mmの巨大な灯油ポンプのようなものだ。もちろん送水装置として「天然ダム」の排水作業や、「防災重点ため池」の低水位管理、事前放流など、水を移動するためのサイフォン送水装置として活用することを目的に開発したものだ。

本サイフォン技術の構造と仕組みを(図-1)に表す。水中ポンプを備えた「水中ポンプ注水ホース(A)」と、サイフォン吸水口を備えた「サイフォン吸水ホース(B)」を、Yの字形状の注水合流部材「ワイ・ガッチャン(Y)」の、一方の二股部を上流側に向けてそれぞれを連結する。「Yの字」の他方を下流側に向け下流端が「吐出し口(D)」となる「送水ホース(C)」を連結する。排水により低下した湛水池の水位と堤防天端の高さとの差(揚程)が7m以内の現場では、配管完了後に起動時だけ1分間ほど電気を使用して水中ポンプ(A)で送水ホース内(C)へ注水して満水状態で流れるようになったら水中ポンプの電源を停止すると「ワイ・ガッチャン」の働きにより自動的にサイフォン吸水ホース側(B)からサイフォン吸水が起動



図-1 ハイブリッド・サイフォン送水装置

する。サイフォン作用が起動した後は、電気や燃料を使用しないで送水作業を続ける送水装置「ハイブリッド・サイフォン送水装置」だ(図-1)。

特長が幾つか有る。従来のサイフォン送水装置に必ず備えられている吸水口や吐出し口の開閉弁が無い構造により起動は水中ポンプの電源のON⇔OFFだけの操作でサイフォンが起動する。また、従来の水中ポンプでの排水作業で燃料の使用量が1万ℓを消費する現場でも、このハイブリッド・サイフォン送水装置はわずか7ℓの軽油で同じ水量の排水作業を行うことができる。もちろん燃焼に伴う温室効果ガスの排出量も1万分の7に軽減できるスグレものだ(図-2)。

排水作業中に湛水池の水位が低下し揚程が7m以上となる場合は水中ポンプ併用による排水作業に切り

「水中ポンプと「ハイブリッド・サイフォン」の燃料消費を伴う稼働時間と環境負荷比較表			
口径=φ150mm、各1台 24時間稼働として			
	機種	水中ポンプ	ハイブリッド・S
軽油消費量	消費量	120ℓ/日	0.083ℓ/日
	1ヶ月	3,600	2.5
	6か月	21,600 ℓ	15.0 ℓ
	12か月	43,200	30.0
金額 ※1ℓ=125円換算	1ヶ月	450,000	311
	6か月	2,700,000 円	1,875 円
	12か月	5,400,000	3,750
二酸化炭素 排出量	排出量	2,644kg-CO2/ℓ	2,644kg-CO2/ℓ
	1ヶ月	9,500	0.007
	6か月	57,100 (ポンプに換算)	0.042 (ポンプに換算)
	12か月	114,200	0.084
比率		10,000	7

図-2 燃料消費量と温室効果ガス排出量が10000:7

替える。揚程7mを超えると管頂部のホース内で、下流側に流下しようとする水と、上流側の湛水池に戻ろうとする水が上下流に分かれて流下しようとするため、ホース内に負圧が生じて気化現象が発生する。これにより水の流れに空洞ができるためサイフォンが停止することとなる。これを防ぐために水中ポンプにより湛水池へ戻ろうとする水を押し上げてやることで、管頂部の負圧による気化現象が消滅してサイフォン作用が持続することとなる。

これらの機能を備えた「ハイブリッド・サイフォン」は、開発に長い期間を費やした。天然ダムや防災重点ため池などで活用することを前提とした場合、資材運搬用の道路が無かったり被災して通行不能となることがあっても人力運搬によってでも現地の排水作業を開始しなければ土石流の発生のリスクを抑えることができない。ただし、人力運搬では大型の水中ポンプ（約90kg～230kg）や発電機（約200kg）を運搬することは不可能である。Φ100mmのハイブリッド・サイフォンは人が通れるスペースがあれば樹林をぬってでも人力で運搬できる範囲の部材で構成した。小型のポータブル100V発電機（約13kg）でΦ50mm水中ポンプ（約10kg）を稼働してΦ100mmの大口径のサイフォンを起動させる。平坦な地形では上手くいくが、凹凸が激しい地形では実験を何回繰り返しても凹凸の高い部分に空気が残りサイフォンが起動できない点で苦労した。「どうすれば配管全長を満水状態にできるのか？」との思いのまま、時間だけが過ぎていった。

そんなある日、家内が「孫たちを連れて山へお弁当を食べに行きましょう。」と誘ってくれた。孫たちも喜んでついてきた。しばらく遊んで見晴らしの良い場所を選んでお弁当の時間となった。家内が用意してくれたのは、「しぐれ」と「昆布」と「梅干し」のおにぎりや唐揚げなどだ。孫たちも「美味しい」と言って

いっぱい食べたが、私も久し振りに山の新鮮な空気を吸って弁当を美味しく食べた。2個目に食べた「梅干しのおにぎりの種」を口の中から何気なく掌に吹き出した時、「あっ！これだ！」と思わず声を出してしまった。

サイフォンホース配管の高い場所に溜まる空気を外へ押し出す実験を繰り返していたホースの口径は25mm。「梅干しの種」では少し小さいので発泡スチロールを刻んでボールを作り、ホース内に挿入してその後ろから注水してボールを吐出し口の方向へ押し進めた。溜まっている空気を次々と吐出し口の方向へ押し進めていき、ボールが吐き出された時にはホース内は完全な満水状態の流れになっていた。注水用ポンプの電源を停止すると自動的に満水状態のサイフォンの流れに切り替わった。「梅干しの種」が「クーキ・オスボール（以下、「ボール」と記す）」と命名された瞬間だ（写真—1）。

その後、現地実験でΦ200mmのサイフォンホースにボールを挿入し（写真—1）Φ50mmの水中ポンプ1台で注水して、ボールがホース内の空気を下流端の吐出し口の方向へ押し進めていく作業を進めた。ボールが吐出し口から押し出されると、水中ポンプを停止すれば自動的に大容量のサイフォンの流れに切り替わる機能も確認できた。揚程7m以下の場合も、7m以上の場合も注水ポンプの口径がサイフォンホース本体の口径より小さい場合には複雑な地形であってもボールが非常に有効なサイフォン送水工法として開発できたのである。

あの時、梅干しのおにぎり（写真—1）ではなく、しぐれと昆布のおにぎりだけであつたら、この発明は生まれていなかったかもしれないと思う。