

## 再生エネと蓄エネ技術 その1 (揚水発電)

(株) コベルコ科研 高橋知二

### 1. はじめに

2015年12月に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)において、法的拘束力のある2020年以降の温暖化対策枠組みとなるパリ協定が採択されたことは、耳新しいニュースである。

排出源と吸収源が均衡する量まで、2050年から2100年にかけて、温室効果ガス排出量を減少させてゆくことを、200近い国・地域すべてで合意された。

このパリ協定を受けて、全ての締結国において緊急かつ大幅な温室効果ガスの削減が求められている。

日本政府は、既に2010年に閣議決定したエネルギー基本計画において世界ナンバーワンの環境・エネルギー大国を目指すとしており、中でも再生可能エネルギー分野が主役とされている。

再生可能エネルギーは、単なる補助的な役割ではなく、基幹電源としての位置付けとして導入拡大が図られている。

再生可能エネルギーとしては、太陽光・太陽熱発電、風力発電、水力発電、地熱発電、バイオマスエネルギー、海洋発電(潮力、波力、海流など)がある。この再生可能エネルギーは、原理的に発電出力が変動する変動型電源(太陽光・太陽熱、風力、海洋など)と出力が比較的安定している安定型電源(水力、地熱、バイオなど)に分けられる。変動型電源では、その出力変動を他の電源により吸収・平準化する必要があるため、火力発電との連携、各種蓄電システムとの併設などが必要となる。

蓄電システムとしては、化学エネルギーとしての蓄積、さらには電気エネルギー、物理的エネルギー、熱エネルギーなどがあり、利用用途、エネルギー効率、エネルギー貯蓄期間、費用等の観点から、選定され使用されている。

これら設備については、国が推進役となり各種の補助金でサポートしているものや、設備メーカーが自社技術の実証試験用として自前で建設・運転されているものが多い。対外的な技術紹介や試験状況の発表も、政府プロジェクトやメーカー関係者によるものがほとんどであり、全てが成功したとの結果となっている。

そこで、本見学シリーズでは、再生可能エネルギーおよび付帯するエネルギー蓄積技術について、実際に稼働している設備または試験プラントを中心に、オペレートすることにより見える実態を調査すること意図しており、地球温暖化に現場で向き合っている人達の観点からの報告をしたいと考えている。

今回は、その1回目として、水力発電について、2015年7月より2015年11月にかけて見学した結果を報告する。

### 2. 概要

#### 1) 水力発電

日本では、水力は設備容量(出力)によって、下記に分類されている。

- ・大水力 100MW以上
- ・中水力 10MW~100MW
- ・小水力 1MW~10MW
- ・ミニ水力 100kW~1MW
- ・マイクロ水力 100kW以下

国や機関によってその基準は異なる様である。

また、日本では、大型の水力発電は環境破壊を伴うということで、新エネルギーとしては出力 1MW 以下の水力発電のみが対象となっている。なお、固定価格買取制度(FIT)では、30MW 以下の中小水力発電が対象となっている。

今回見学した水力発電所 2 ヶ所は、ともに揚水式発電所である。揚水式水力発電所には貯水池を必要とするため、ある程度の環境破壊は免れない。しかも揚水に要する電力は現状では火力が主たる電源である。そのため、揚水式水力発電を再生可能エネルギーと分類すべきか、については大いに議論のあるところである。

しかし、将来的に再生可能エネルギーが電源の主体となったときにも、電力の受給バランス調整機能を有しており、再生可能エネルギーに伴う物理的蓄エネルギー技術として益々その役割が重要となると考え、本シリーズの対象とした。



### 1-1) 神流川純揚水式水力発電所 (2015年7月27日訪問)

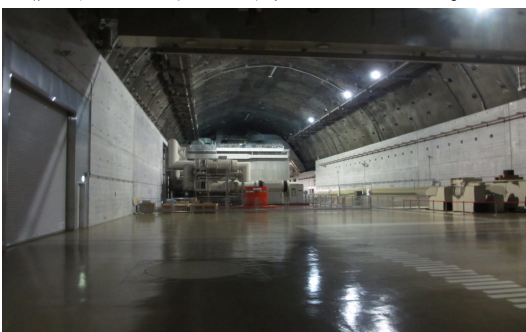
東京電力・神流川発電所は長野県の信濃川水系南相木川に上部貯水池として南相木ダム (貯水量 1,917 万 m<sup>3</sup>) を有し、下部貯水池として群馬県の利根川水系神流川に上野ダム (貯水量 1,840 万 m<sup>3</sup>) を有し、この間の落差 653m を利用した純揚水式発電所である。

1997 年に工事着工、2005 年に 1 号機発電機が運転開始、次いで 2012 年に 2 号発電機が運転開始となり現在に至っている。出力は 940MW で、将来的には発電機を 6 号機まで増設し、2,820MW (100 万世帯分) とする予定。この規模は、揚水発電としては世界最大級となる。主たる用途は需要ピーク対応とのこと。

発電時の流量は 2 台稼働で、170t/秒 (61.2 万 m<sup>3</sup>/時) であり、フル出力で 31 時間相当となる。

総合発電効率は約 70% (揚水時の電力と発電により得られる電力の比) と悪くない。

発電設備は地下 500m の位置にあり、上部貯水池からは 4km、下部貯水池へは 2.4km の水圧管路でつながれている。発電機スペースは高さ 40m×幅 33m×長さ 216m の、まるで地価要塞のような空間となっている。



地下発電所地下スペース



発電機および付帯設備

建設途中ということで、総建設費については公表されていない。揚水発電所の平均建設費用から推算すると約 6,500 億円となり、再生可能エネルギーの主たる推進母体である地方自治体やベンチャー等では、手の出せる範囲ではないと思われる。実際の現場をみて、多大な工事費が必要であることが実感できた。

### 1-2) 沖縄やんばる海水揚水発電所 (2015年11月26日訪問)

沖縄やんばる海水揚水発電所は、沖縄県国頭村にあり、この地区一帯はヤンバルクイナの生息地となっている。

海水を用いる揚水式発電所としては世界初の設備として稼働した (現在では海外にも稼働例あり)。現在でも、日本では唯一である。

経産省からの委託として、1999年より5年間の実証試験を経て2004年より電源開発(株)に管理・運転が委託され、現在に至っている。

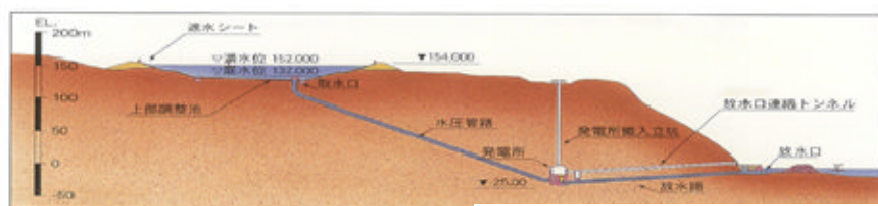
最大の特徴は下部貯水池を持たず、海から直接海水を揚水し利用していることにある。上部貯水池 (貯水量 56.4 万 m<sup>3</sup>) は、海岸から 600m、標高 150m の地に、この目的のために新設されたものである。



沖縄やんばる発電所遠景

海水を揚水するため、上部貯水池の底部は全て遮水ゴムシートを敷き、地下水への海水の浸透を防いでいる。

上部貯水池から約 200m の水圧管路を通り発電機に水が供給される、さらに約 200m 長の地下放水路で海へとつながっている。最大出力は 30MW で容量は 180MWh (30MW × 6 時間) である。総合発電効率は、67%とのこと。



沖縄やんばる発電所 断面図

建設費は約 320 億円。平均建設費からの計算値 414 億円と比較すると安価

で、下部貯水池を持たないことによるものと推察される。

海水揚水式とすると安価とはなるが、海岸に高度のある断崖が迫っていること、国立公園や国定公園に指定されていないこと、上部貯水池を建設するのに生態系に影響を及ぼさないこと、住民の理解が得られること、など多くの課題があり、沖縄でもこの場所が唯一のこと。陸・海での生態系への影響を最小限にとどめるための各種対策も取られているが、消波用テトラポットの転倒、連絡トンネル海側出口の防護ブロック設置など台風の通り道ともなっているこの地域での建設・保守の厳しさも垣間見られた。

### 3. まとめ

一般的には揚水発電は、再生可能エネルギーの中でも大規模な設備が可能であり、かつ運転費用の安価な技術として分類されている。しかし、実際にその現場をみると、非常に大規模でかつ経費の掛かる土木を必要とする設備であることが実感された。

再生可能エネルギーの優等生ではあるが、コスト的には電力会社しか実施できない技術であり、幅広く適用できる分散型蓄エネルギーシステムとして捉えるのは難しいと思われる。

以上