

# 海洋深層水とその利用

顧問 角湯 正剛

## 1. はじめに

海洋深層水をご存知ですか。最近では、環境問題に関心のある方が増えてきて、海洋深層水にも関心のある方が増えてきました。

筆者が、海洋深層水を知ったのは、当時の財団法人電力中央研究所(電中研)に勤務していた1980年代の後半でした。それまでは火力・原子力発電所の温排水拡散や冷却水の取水に伴う魚卵の取り込みなどの問題を研究してきましたが、新しいテーマを調査する経営調査室に転属となり、いろいろな問題を検討していました。そんな折、当時の海洋科学技術センター(現JAMSTEC)と関係ができ海洋深層水の話を知りました。最初は、数千mといった深層の海水の循環の問題かなと思っていたら、むしろ表層に近い水深200m以深の海水の問題で、太陽が届かないため光合成がなく、細菌がないので清潔、そのくせ表層での魚類などの死骸が分解され沈降するため植物プランクトンの成長に必要な無機栄養塩類が多く、また水温は10℃以下で、年中安定した温度であるといった特徴があります。これらの特徴のある海洋深層水を沿岸域からくみ上げて利用しようという構想が動き出し、このため電力業界でも利用できないかといった観点から調査を始めました。

## 2. 海洋深層水のさまざまな方面への利用

最初に深層水をくみ上げて利用したのは、1989年高知県の室戸市、1990年富山県の氷見市沖からで、1995年に富山県滑川市や入善町沖合から取水して主に水産への利用を始めました。さらに、深層水を脱塩化した淡水利用や、化粧水への利用、富山県滑川市や室戸市でのタラソセラピー施設など健康分野への利用といった様々な分野への開発が進展しました。そのころから水産庁の補助金を活用して全国各地で深層水設備の建設ラッシュとなり、現在までに図-1に示す通り北海道、東京、神奈川、新潟、富山、石川、静岡、三重、高知、鹿児島、沖縄の11都道県に19の取水施設があります。<sup>1)</sup>



図1. 日本の海洋深層水取水施設の位置<sup>1)</sup>

これらの機運から産学官の研究者が集まり1997年に海洋深層水利用研究会が発足し、2006年には海洋深層水利用学会(個人会員127名:団体会員44団体 平成30年現在)に発展しています。<sup>2)</sup>

海外でも海洋深層水は利用されており、米国ではハワイの温度差発電の研究施設において、1981年から取水されています。その後日本でのブームもあり、海水淡水化利用の淡水やスピルリナなどの健康食品、アワビ養殖などの水産業まで利用が広がりました。また、海底地形が急峻で深層水が取水しやすい台湾や韓国でも、台湾では深層水飲料、韓国では化粧品や淡水飲料水などに利用されています。

## 3. エネルギー分野への活用

筆者は、エネルギー分野への深層水活用を考えました。当初は、負荷平準化電源として提案されていたCAES(Compressed Air Energy Storage; 圧縮空気エネルギー貯蔵)への利用を考えました。<sup>3)</sup>

CAESの原理は、ガスタービン発電において、圧縮空気を作るのにエネルギーの約2/3を使うにあたり、この圧縮空気を作成し、貯蔵しておく、使っていたガスタービン発電の出力が約3倍になり、貯蔵効率が揚水発電と同じくらいの約70%と高くなる性質を利用します。この方式で、1978年にドイツのフントルフで29万kWの発電所、1991年に米国アラバマ州マッ

キントッシュで11万kWの発電所が実用化しました。この圧縮空気貯蔵場所は、ドイツや米国では岩塩層を溶かしながらくりぬいて作成したもので、溶かした岩塩も利用し、そのあとの空洞も有効利用するという考えで、効率が良いのです。日本には、このような岩塩層がないため、地下300m層に大規模の空間を作成する方法を電中研で提案してきました。

一方、筆者らは貯蔵場所として300m程度の水深の海域を考えました。その水深に構造物を設置して圧縮空気を貯蔵し、貯蔵した空気の出し入れの時に生じる海洋深層水も利用するという方式で、この案では、負荷平準化の発電所の運転と同時に海洋深層水が水産業などに利用できるため、地域開発型発電所構想として提案しました。

そんな折、国から産炭地振興も兼ねて、旧砂川炭鉱の跡地を利用してCAESを実証するプロジェクトが新エネルギー財団(NEF)から1998年に提案され、複数の電力会社と電中研が受託し、2MWクラスのガスタービン発電の実証実験を北海道上砂川町で実施しました。

最近の風力発電の開発が進んでくると、電力貯蔵技術が必要になり、米国でもこのCAES技術の有効性が見直されており、日本でもNEDOで、風力発電とCAESの組合せを検討、実証しています。

#### 4. エネルギー使用合理化海洋資源活用システム

次に、海洋深層水の清浄性と低温性を利用したプロジェクトを1999年NEDOが提案し、ゼネコンやメーカー、コンサルタントなどで受託しました。<sup>4)</sup>

このプロジェクトは、海洋深層水を海洋起源の新たな再生可能エネルギー資源として位置づけその低温特性を火力発電所の冷却水に利用するなど省エネルギー技術に寄与するものです。このためこれまでの日量数十トンではなく百万トンといった大量の取水を安定的にかつ経済的に取水する技術、これら大量の深層水を使用した場合の環境影響評価、大量の深層水を利用する省エネ技術の開発をプロジェクトの3本柱として5年間にわたり実施、検討しました。

一番目の大量取水技術開発では、直径2m級の管路形式で、素材には新規開発した鎧装硬質ポリエチ

レン管を提案し、富山の滑川沖で、1/10の模型、半浮遊式海底曳航方式での設置を実証しました。

二番目の資源エネルギー技術開発では、火力発電所の復水器への利用において、海水温が高い時期に1ポイント程度の発電効率の向上が認められました。また、ガスタービン発電の吸気冷却への利用では、最大で深層水1トン当たり1kWhの省エネ効果があり、シャーベット氷の製造でも1トン当たり0.45kWhの省エネ効果があるなど、空調や冷凍システムへの利用も効果があることが認められました。

三番目の深層水の取・放水に伴う環境影響評価では、生物連行、富栄養化、赤潮の発生、放水域の温度影響などを検討しました。深層からの取水では、生物連行は少なく、富栄養化の心配もなく、深層水には珪酸が多いため赤潮をむしろ抑制できる可能性があるなど、環境への影響は小さく、生物環境には良い影響があると考えられました。

このプロジェクトの結果、実用化の観点から良い評価が得られましたが、海洋深層水が取水できる地点は、沖合数kmで、水深200から300mまでと条件が限定されました。この条件では北海道、富山、高知、沖縄など、外洋に直接面した地点が多く、高波や台風などの影響をまともに受ける場所で立地条件が若干厳しく、また最近の電力小売り自由化が進んだ場合には、深層水のような総合的な効果はあるが、経済性が優先されるなど、実用化には難題も多々あると考えられます。

しかし、地球温暖化が進み今夏のように気温が40℃を超えるような日が続く気候では、深層水の低温特性は省エネに有効で、放水後の低温効果も利用できるので、将来的には有望な技術と考えられます。

#### 参考文献

- 1) 海洋深層水研究会 (<http://www.shinsousui.com/>, 2018年8月閲覧)
- 2) 海洋深層水利用学会 (<http://www.dowas.net/>, 2018年8月閲覧)
- 3) 内山・角湯(1990). 圧縮空気貯蔵発電システムの利点と経済性, 電力研研究報告Y90002.
- 4) NEDO(2002). エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発.