# 26. 多段ランキンサイクルを用いた OTEC による海水流量低減の検討

○安永健・森﨑敬史・池上康之(佐賀大学)

#### 1. はじめに

沖縄県海洋深層水研究所では, 取水した表層海 水と海洋深層水を用いて,海洋温度差発電(OTEC) の実証プラントが 2013 年から運転を行っている. また, 久米島では, 海洋深層水の取水量増加によ る複合利用の推進が検討されており、その中で正 味出力 1MW 規模の商用プラント設置が検討され ている(1). ここで,海洋深層水の取水設備設置コ ストは OTEC 発電設備のコストの約3倍と試算さ れており、システムの低コスト化には、取水設備 のコスト低減が重要である.一方,佐賀大学海洋 エネルギー研究センターでは,取水した熱源海水 の熱エネルギーを有効利用する方法として, 熱源 海水をカスケード利用する多段サイクルを検討 しており, 理想的条件では, 同じ熱源の温度, 流 量条件において,従来(単段)のサイクルよりも発 電出力が約1.3倍になる可能性が示されている(2).

本報では、発電出力 1MW の OTEC について、従来の単段ランキンサイクル (S-R) と 2 段ランキンサイクル (D-R) の必要海水流量について比較を行い、D-R による海水取水量の低減の検討結果を報告する.

### 2. サイクル解析方法

図 1 に D-R の概略フロー線図を示す. 表層海水は Cycle No. 1 の蒸発器を経て Cycle No. 2 に入り,海洋深層水は Cycle No. 2 の凝縮器を経て Cycle No. 1 に入る. サイクル解析は,Morisaki et al. の仮定及び計算モデルを基にした関係式を用いた③. 計算条件は,発電端出力 1MW,タービン効率 75%,作動流体ポンプ効率 80%,蒸発器及び凝縮器の伝熱性能  $(UA/Q)=0.4~\mathrm{K}^{-1}$ ,海洋深層水温度  $5^{\circ}$ C,表層海水温度  $15^{\circ}$ 30 $^{\circ}$ Cとし,熱源間の入口温度差にて,最大の発電出力が得られる作動流体流量(熱源の出入口温度差)の条件で算出した. 作動 流体 はアンモニアとし,その熱物性は REFPROP  $^{(4)}$  を用いて算出した.

## 3. 計算結果及び考察

図 2 に D-R に対する S-R の必要海洋深層水流量の比を示す.熱源間温度差が 25 の場合,D-R は S-R に対し海洋深層水流量は,約 20%削減される.一方,熱源間温度差が 10 と小さい場合,D-R の必要海洋深層水流量が増加する.これは,D-R は,熱源間の入口温度差に対し,熱源の出入口温度差が S-R に比べて大きくなり(図 3),D-R のサイクルの有効動作温度(タービン出入口温度)が S-R に比べて小さくなったためである.

#### 4. まとめ

表層海水 30°C, 深層水 5°C の条件で、D-R を用いると、S-R に比べて、約 20%の深層水流量低減の可能性を示した.

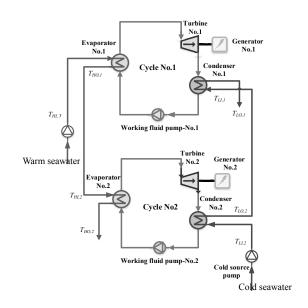


図1 D-Rの概略フロー線図

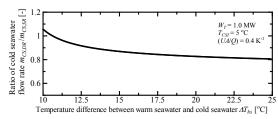
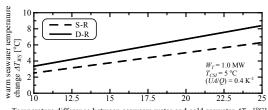


図2 2段化による必要冷海水の低減割合



Temperature difference between seawarm water and cold seawater  $\Delta T_{hs}$  [

# 図 3 温海水の出入口温度差の比較

### 参考文献

- (1)沖縄県久米島町,緑の分権改革推進事業久米 島海洋深層水複合利用基本調査調査報告書, (2011).
- (2) 森﨑, 他, 海洋深層水研究, 14-3 (2014), 185-195.
- (3) Morisaki et al., Appl. Therm. Eng., 69-1-2 (2014), 78-85.
- (4) NIST Standerd Reference Fluid Database 23, NIST REFPROP Version 9.0, (2010).