

## 환경일반-P1 심층냉수 이용을 위한 심층수 표면수위 변동의 정량화

서영상\*, 장이현, 황재동  
국립수산진흥원 해양연구과

### 1. 서론

프랑스의 d'Arsonal (1881)이 해양의 표층과 심층의 온도차를 이용하여 전기를 얻을 수 있다고 처음으로 시사한 후, 최근 세계 여러 곳의 열대해역에서 그 가설을 중심으로 현장에서 실험하여 그 운영을 현실화하고 있다 (Ikegami and Uehara, 1994; Vega, 1995).

한국 연근해가 지리적으로 온대해역에 속하나, 동해는 심층에 1°C 이하의 독특한 동해 고유수가 연중 존재하고 있고, 1°C 심층냉수의 표면을 쿠로시오의 한 지류인 대마난류가 더운 열에너지 해수로 덮고 있어 해양온도차 발전에 좋은 해양환경 여건을 지니고 있다. 이와 같은 해양환경 여건을 이용하여 해양온도차 발전의 가능성을 진단한 연구 결과가 있었다 (Suh *et al.*, 1998).

그 결과 동해 대부분 해역의 비교적 얇은 수심(200~500m)에서 1°C 이하의 심층냉수가 존재함과 년중 온도차가 가장 많이 나는 적지 등을 찾게 되었고, 동해에서의 15°C, 20°C 온도차 분포를 정량화 하였다. 1년중 특히 하계에는 표층과 심층간의 온도차가 24°C나 되는 고품질 해양온도차 발전 여건을 가졌으며, 15°C 온도차의 경우, 포항 동쪽 33~55km 해역에서 215일(5/5~12/10)동안 해양온도차 발전이 가능한 것으로 밝혀졌다 (Suh *et al.*, 1999). Suh *et al.* (1999)은 연구 결과를 통해 동해에서는 전기에너지를 공급해주는 해양온도차 발전 뿐만 아니라, 해수의 상하층을 교란시켜줌으로써 새로운 어장을 형성하는 조건을 제공하는 동해 심층냉수를 이용하는 다각적인 활용이 검토되어야 한다고 제안하였다.

본 연구에서는 동해 심층 냉수를 이용하는 저수온 에너지 자원의 다각적인 활용차원에서 자체의 영구적 저전력 생산 해양온도차 발전을 이용하여 동해 심층냉수를 표층으로 인공 용승하도록 유도함으로써, 어장형성과 냉수종 양식환경에 필요한 심층수를 년중 사용할 수 있는 동해의 해양환경 여건을 살펴보고자 한다. 그 중에서도 심층냉수를 해표면으로부터 가장 가까운 수심에서 접할 수 있는 1°C 심층냉수의 표면 수위를 파악하여, 양수용 파이프프로 물을 끌어올려 상층에서 방류하는 것과 관련된 냉수의 표면수위가 어느 정도 시공간적으로 안정상태를 유지하는가하는 관점에서 냉수 표면수위의 계절변동과 비계절 변동을 정량화하고 그 변동양상을 구명하고자 한다.

## 2. 자료 및 방법

1°C 동해 심층냉수를 해표면에서 연직 수심방향 증가시 처음 접할 수 있는 특정 수심을 구하고자 국립수산진흥원에서 수행하는 국가기본해양조사사업 중 한국 동해 연근해역 56개 정점에 대하여 1961년부터 2000년까지 40년간의 격월별 (2, 4, 6, 8, 10, 12월), 표준수심(0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500m)에 대한 연직 수온 자료를 이용하였다 (국립수산진흥원, 1961~2001). 각 표준수심의 수온자료에 대해서 선형보간법(linear interpolation)을 활용하여 1°C 수온의 특정수심을 선정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

동해에서 표층과 저층의 해수온도차가 년중 가장 커 해양온도차 발전의 최적지로 (Suh *et al.*, 1999) 알려진 국립수산진흥원 해양 정선관측점 (102-06)에서 1°C 심층 냉수의 표면 수위변동의 평균 수심은 250~300m로 비교적 안정 상태에 있었고 그 계절 변동폭 또한 50m 미만으로 작았으나, 냉수 표면수위의 비계절 변동에 대한 평균 변동폭은 약 130m 정도로 다소 크게 나타났으며, 1961년부터 2000년까지의 월별 이상변동의 년별 변동폭은  $\pm 200\text{m}$  정도나 되었다.

상기 결과와 같이 포항 연근해(102 line)에서 주문진 연근해(107 line)까지 동해 연근해를 따른 대표적인 6개 관측 line (102, 103, 104, 105, 106, 107 line)에서 정점에 대한 1°C 심층냉수의 표면수위는 동해 연안으로 접안할수록 비교적 얇은 수심층(약 250m)에서 계절변동을 하였으나, 동해 연근해역으로 갈수록 비교적 깊은 층(약 300m)에서 계절변동을 하였으며, 계절 변동폭은 연안측과 외해측에서 50m 정도였다.

동해 연근해 6개 정선의 연안측 대표 정점인 포항연안 (102-06)에서 주문진 연안 (107-02)까지의 1°C 동해 심층냉수의 표면수위에 대한 월별 이상 값들(monthly anomalies)의 년별 변동폭은 -150m~+200m 범위로 크게 나타났다. 년별 변동성은 단주기적으로는 불규칙하였으나, 십년 이상의 장주기 시간스케일에서는 다소 특징적인 주기성을 띠었다.

동해의 포항 연근해역에서 북쪽으로는 주문진 연근해역까지 1°C 심층냉수의 표면수위는 수심 250~300m에서 안정적 상태를 유지하고 있었다. 이러한 결과를 통해 1°C 냉수를 상층 표면으로 올리기 위한 양수용 파이프의 길이는 450m 정도가 적당하다고 사료된다. 년중 15°C 내외의 해양온도차 에너지를 이용할 때 현기술로는 상업 및 공업용 발전을 위한 전기는 생산하지 못하더라도, 자구적이며 영구적인 저전력 생산 해양온도차 발전을 할 수 있는 안정적 해양환경 조건을 갖추었다고 추정된다. 향후 이러한 저전력 생산 해양온도차 발전에 충분한 해양환경 여건을 활용할 수 있는 기술이 발달되면, 동해 연근해에서 심층냉수를 효율적으로 표층으로 인공용승하여 해수의 상하층을 교란시켜줌으로써 새로운 어장을 형성하고, 냉수 어종 양식을 할 수 있을 것으로 기대한다.

#### 4. 요약

미래 저수온 에너지 자원인 동해 심층 냉수의 효율적이며 안정적 활용차원에서 국립수산진흥원에서 조사한 동해 연근해역 수심별 수온자료(1961~2000년)를 이용하여 1°C 심층냉수의 표면수위 변동 양상을 정량화한 결과, 포항 연근해에서 주문진 연근해역까지 어디든 수심 250~300m 정도에서 1°C 심층냉수를 채취할 수 있으나 (계절 변동 수심폭 50m 이내), 1°C 심층냉수의 표면 수위 변동에 대한 연별 이상 변동이 -150m~+200m 범위로 다소 커 현장 설치시 양수용 파이프의 길이가 적어도 450m는 되어야 한다는 결론을 얻었다.

#### 참 고 문 헌

- 국립수산진흥원 1961~2001. 해양조사연보, 국립수산진흥원, 제 7권~제 49권.
- d'Arsonval, A., 1881. Utilization des forces naturelles. Avenir de l'électricité. Revue Scientifique; 17: 370-372.
- Ikegami, Y. and H. Uehara, 1994. Optimum design point for a closed-cycle OTEC system, International Society of offshore and polar engineers ISOPE, pp. 383-389.
- Suh, Y.S., L.H. Jang and M.H. Jo, 1998. A basic study on site selection of ocean thermal energy conversion plant in adjacent seas of the Korean peninsula(I). *J. Korean Geographic Information Assoc.*, 1(2), pp. 44-55 (in Korean).
- Suh, Y. S., L.H. Jang and M. H. Jo, 1999. A property analysis on spatial distribution of sea water temperature difference for site selection of ocean thermal energy conversion plant. *J. Energy Engg.*, 8(4) pp. 567-575 (in Korean).
- Vega, L. A., The 210kW open cycle OTEC experimental apparatus : Status report, OCEAN'95 : CHALLENGES OF OUR CHANGING GLOBAL ENVIRONMENT. Marine Technology Soc., Washington, DC USA. NEW YORK, NY USA MTS-IEEE 1995, 2: pp. 1110-1115.