

D-1

동해에서 해류 순환과 포텐셜 와도의 관계

이충일 · 조규대
부경대학교 해양학과

서론

동해는 지중해적 성격을 지닌 북서태평양의 연해이면서도 깊이가 약 200m 이천에 불과한 얕은 해협들로 인하여, 동해의 남서부 해역의 표층에서만 고온, 고염한 쓰시마 난류수의 유입이 있다. 동해에서 일어나는 해양학적 현상들은 외양의 축소형태로 즉, 동한 난류는 서안경계류의 특성을 나타내고 있고, 북쪽의 저온 저염수와 남쪽의 고온, 고염수와의 경계역에서는 극전선이 형성되고, 동해 북부의 한류역에서는 심층수괴가 형성되고 있다(Choi *et. al.*, 1995).

동해는 극전선역을 중심으로 남·북쪽 해역을 그 특성이 다른 해류가 분포하고 있다. 남쪽 해역의 경우 쿠로시오의 기원을 둔 고온 고염의 쓰시마난류가 대한해협을 통해 동해로 유입된후 쓰가루와 소야 해협을 통해 북태평양으로 유출되는 동안 사행(meandering)과정과 같은 복잡한 해류 운동을 나타낸다. 북쪽해역의 경우 리만 한류(Liman cold current)와 북한 한류(North Korea cold current)가 반 시계 방향의 순환을 나타내고 있다. 해류의 순환과 geostrophic waves, instability and turbulence 등 여러면에서 포텐셜와도(potential vorticity)가 활용되고 있다(M cdownell *et.al.*,1982).

동해의 해양학적 현상에 대한 연구에 앞서 기본적으로 해류의 순환에 대한 이해가 필요하다. 본 연구에서는 수괴 분포 및 밀도의 연직 변화를 고려하여 동해에서 쓰시마난류의 순환과 포텐셜 와도의 관계에 대해 조사 하였다.

자료 및 방법

동해의 극전선을 중심으로 남·북쪽 해역의 광역에 대한 해류 순환을 조사하기 위하여 북한 수역을 제외한 동해 전역에 걸쳐 조사가 이루어졌던 1969년 9월29일부터 10월18일까지 측정된 일본 기상청 해양관측 자료를 이용하였다. 본 관측은 multi-ship survey로 실시되었으며, 본 연구에서 사용한 자료는 수심별 수온(°C), 염분(psu) 그리고 이들 자료로부터 밀도(σ_t)와 계산한 열염편차(thermosteric anomaly($\Delta_{s,T}$), m^3/kg) 자료를 이용하였다. 해수의 무게를 나타내는 물리적 특성으로 밀도를 많이 사용하지만, 해양의 상층수에 대해서 밀도를 표현할 경우 σ_t 보다는 $\Delta_{s,T}$ 가 더 적합하므로 열염편차가 많이 사용하고 있다(Emery and Thomson, 1998). 해저 지형은 미국 NOAA에서 제공하는 해상도 0.5km 수심 자료를 이용하였다.

본 연구에서는 T-S도와 $\Delta_{S,T}$ 의 연직 분포에 근거하여 동해를 multi-layer(baroclinic condition)로 구분하였다. 이 중에서 $\Delta_{S,T}$ 가 200-300의 범위에 해당하는 층을 쓰시마난류 분포 수층으로 파악하였으며, 아래의 식을 이용하여 포텐셜 와도(q)를 계산 하였다.

$$q = f \cdot (d\Delta_{S,T}/dz)$$

여기서 f 는 행성와도($=2\omega\sin\theta$, θ = 위도), $\Delta_{S,T}$ 는 열염편차 그리고 z 는 수심(여기서는 layer의 두께)을 나타낸다.

결과

T-S도와 $\Delta_{S,T}$ 의 연직 분포로부터 쓰시마난류층에 해당하는 $\Delta_{S,T} = 200$ 의 분포 수심을 보면 극전선 남쪽 해역에서 북쪽 해역으로 갈수록 그 수심이 얕아지며, 남쪽 해역에서는 일본 연안을 따라 이동하는 쓰시마난류 지류와 한국 동해안을 따라 북상한 해류가 동해 중앙부로 이동하는 형태를 파악할수 있다. 또한 동해에서 쓰시마난류의 분포를 가장 잘 보여주는 수심 100m에서의 $\Delta_{S,T}$ 분포를 보면

수괴의 특성 및 $\Delta_{S,T}$ 로부터 구분된 $\Delta_{S,T}$ 가 200-300 사이인 쓰시마난류수층의 포텐셜 와도의 공간적 분포를 보면 일본 연안을 따라 이동하는 지류와 한국 동해안을 따라 북상한 후 중앙부를 이동하는 지류의 흐름을 잘 나타내고 있다. 특히 전자의 경우는 해저 지형의 영향을 받으나, 후자의 경우는 해저 지형의 영향을 거의 받지 않는 것으로 보인다. 이들 두 지류는 Noto 반도 북서 해역에서 만나게 되며 이후 일부는 쓰가루 해협을 통해 유출되며 일부는 북상을 계속하는 것으로 보인다.

동해에서 쓰시마난류의 순환은 baroclinic condition에서 potential vorticity의 등치선과 유사하게 흐름을 알수 있다.

참고문헌

- Y. K. Choi, K. D. Cho and S. K. Yang. 1995. Oceanographic characteristics of the Japan Sea Proper water-II. The Japan Sea Proper Water and Chimney. *Journal of the Korean Environmetnal Sciences Society*. 4(2). 121-138.
- S. Mcdowell, P. Rhines and T. Keffer. 1982. North Atlantic potential vorticity and its relation to the general circulation. *American Meteorological Society*. 12. 1417-1436.
- W. J. Emery and R. E. Thomson. 1998. Data analysis methods in physical oceanography. Pergamon