

남해 대륙붕 퇴적물의 음파전달속도 보정

정자현¹, 이광수², 서영교¹, 김대철², 이광훈², 박수철³

부경대학교 응용지질학과¹, 부경대학교 환경탐사공학과², 충남대학교 해양환경과학과³

Correction of sediment sound velocity in the South sea shelf of Korea

J. H. Jung¹, G. S. Lee², Y. K. Seo¹, D. C. Kim², G. H. Lee², S. C. Park³

¹Department of Applied geology, pukyong national university, jh1206@mail1.pknu.ac.kr

²Department of Environmental exploration engineering, pukyong national university

³Department of Oceanography and ocean environmental sciences, Chungnam national university

요 약

퇴적물의 음파전달속도에 크게 영향을 주는 온도변화에 따른 속도변화를 측정된 결과 기존에 제시되었던 값들보다 약간 낮은 값을 보여주었으나 큰 차이를 보이지는 않았다. 결국 해양퇴적물의 온도에 따른 속도 변화율은 해수에서의 변화율과 거의 유사한 것으로 보아 해양퇴적물의 경우 온도에 따른 속도 변화는 공극수의 음향특성에 크게 영향을 받는 것으로 보인다. 서로 다른 퇴적물 유형에 대하여 온도에 따른 속도변화를 조사한 결과도 절대값은 달라도 변화양상은 거의 유사한 것으로 나타났다.

1. 서 론

해양퇴적물의 현장과 실험실 음파전달속도에 영향을 줄 수 있는 변수는 온도, 주파수, 압력, 시료 채취에 따른 교란 등을 들 수 있다. 이 중 주파수와 관계는 주파수가 높을수록 속도가 증가한다는 일반적인 경향만 보고 되어 있고 매질의 특징에 따른 상관관계는 명확하지 않으며 압력 역시 수심이 얕은 연안이고 시추코어의 깊이가 깊지 않다는 점에서 크게 중요한 요소는 아니다. 시료 채취에 의한 교란 효과를 최소화하기 위해 각 코어의 10 cm 지점부터 측정을 하였기 때문에 교란 효과도 크지 않고 다만 실험실과 현장 온도는 차이가 있기 때문에 온도 보정이

필요하였다. 지금까지 온도와 속도의 관계에 관한 연구는 Laughton (1954, 1957), Shumway (1958), Hamilton (1971) 등에 의해 이루어져 왔으나 최근에 와서는 이와 관련한 연구가 거의 없다. 본 연구는 온도에 따른 퇴적물의 속도변화를 정확하게 추적하여 현장의 실제 음향특성을 계산하고 추정하는데 필요한 기본적인 자료 획득을 목적으로 하였다.

2. 본 론

2.1 재료 및 방법

연구에 사용된 시료는 남해 및 동해 지역에서 획득한 니질 퇴적물인 Core M (silty clay) 와 사질 퇴적물인 Core S (silty sand)의 주상시료를 이용하였다 (표 1, 그림 1).

Core M에서는 25, 30, 45, 50 cm 깊이에서 시료를 채취하여 분석하였으며 (M1, M2, M3, M4) core S에서는 조립질 시료를 채취하기 위하여 120, 150 cm (S1, S2)에서 분석하였다.

속도측정은 부경대학교 퇴적물음향학실험실에서 개발한 자동음파전달속도 측정 시스템을 이용하였으며 측정 시 디지털 온도계를 설치하여 속도와 같이 퇴적물의 온도를 측정하였다 (그림 2).

표 1. silty clay (M)와 silty sand (S)의 조직 및 물성 값

	Depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Wet density (g/cm ³)	Porosity (%)	Water content (%)
M1	25	0.254	28.9	70.8	1.44	63	46.33
M2	30	0.26	27.3	72.4	1.48	71	51.43
M3	45	0.267	25.7	74	1.46	69	49.99
M4	50	0.757	25.9	73.3	1.48	76	54.63
S1	120	50.62	36.2	13.1	1.94	55	30
S2	140	51.37	37.5	11.1	1.92	56	31

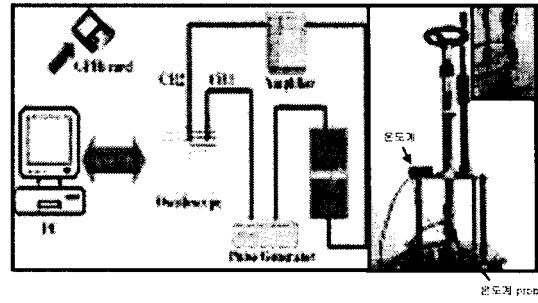


그림 2. 자동음파전달속도 측정 시스템 (좌)과 온도 측정 장면 (우).

온도에 따른 속도변화량을 추정하기 위한 본 연구 결과와의 비교를 위해서 기존에 제시되었던 해수에 서의 온도에 따른 음파전달속도변화 (Del Grosso, 1952)와 Hamilton (1971) 및 Schumway (1958)가 퇴적물에 대해서 제시한 속도값의 변화자료도 동시에 도시하여 본 연구결과에 대한 검증을 실시하였다.

2.2 연구결과

퇴적물이 silty clay인 (그림 3상) 온도에 따른 속도 변화는 5℃에서 30℃까지 온도가 변함에 따라 속도 값이 1441 m/s에서 1516 m/s로 약 2.87 m/s/℃의 변화율로 증가하였으나 온도가 상승함에 따라 속도 값의 증가율이 감소하는 경향을 보인다. 이것은 Del Grosso (1952)가 제안한 해수의 온도변화에 따른 속도변화율인 2.97 m/s/℃ 와 비슷하나 절대값은 20 m/s 이상의 차이로 낮은 값을 보인다. 속도의 변화율이 해수와 유사한 것은 본 연구에서 사용한 시료가 높은 공극률을 가지는 해양퇴적물이어서 퇴적물 내에 포함된 공극수의 온도에 따른 속도변화가 주로 퇴적물속도 값에 영향을 끼치기 때문으로 보이며 절대값의 차이는 해수와 퇴적물의 밀도차이에서 기인한 것으로 보인다. 또한 유사한 조직을 가진 Shumway (1958)의 값보다 10 m/s 이상으로 높은 데 이는 본 연구에 사용된 시료가 밀도가 높고 공극률이 낮기 때문인 것으로 보인다. 그러나 Hamilton (1971)이 해수 보정식을 이용해서 제시한 결과와 비교해 보면 아주 유사한데 이는 조직 및 물성 값이 본 연구의 시료와 비슷하기 때문으로 사료된다.

Silty sand (그림 3하)의 경우 온도가 9℃에서 30℃까

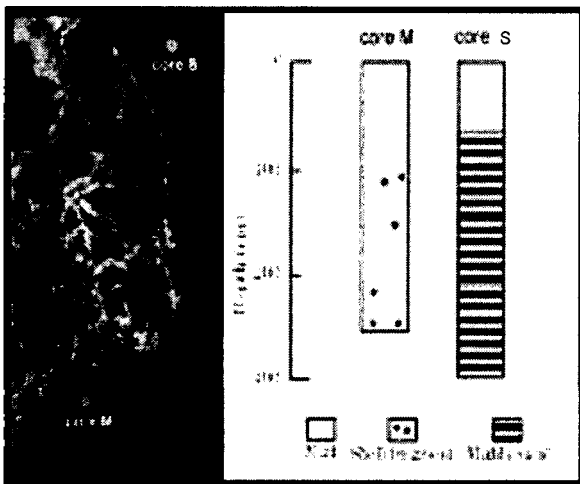


그림 1. 조사지역 및 주상도.

지 변함에 따라 속도 값이 1540 m/s에서 1605 m/s로 약 2.94 m/s/°C의 변화율로 증가하는데 이는 silty clay의 경우와 유사한 양상이다. 또한 Hamilton (1971)의 silty sand 곡선과도 절대값은 다르나 곡선의 형태는 큰 차이가 없다.

본 연구에서 측정된 silty clay와 silty sand의 온도에 따른 속도 변화율의 차이는 0.07 m/s/°C이며, 해수의 변화율과 비교하면 각각 0.1 m/s/°C과 0.03 m/s/°C의 차이로 아주 미미하다. 이는 본 연구에 사용된 해양퇴적물의 경우 비교적 높은 공극률과 낮은 밀도 값을 보이기 때문에 해수의 음향특성에 크게 영향을 받는 것으로 보인다.

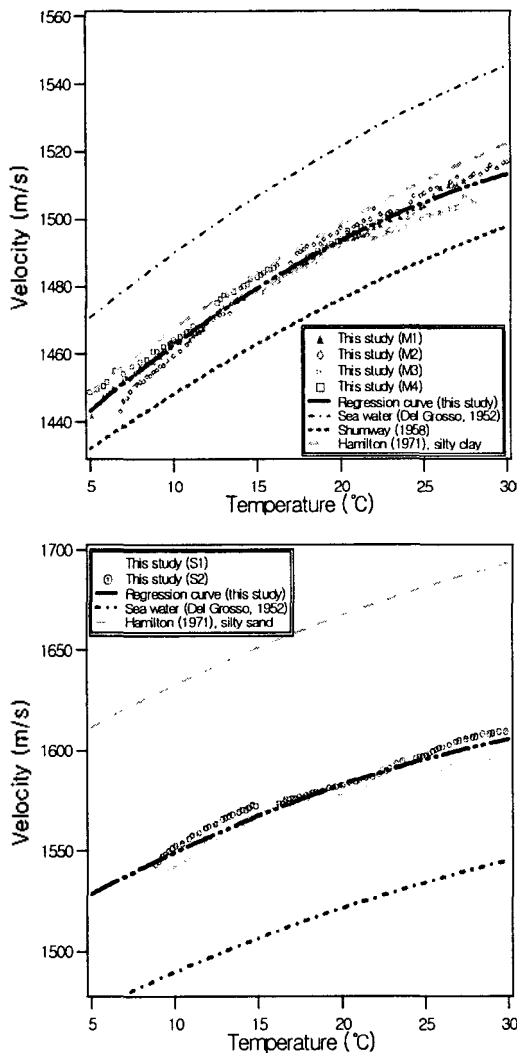


그림 3. silty clay (상)와 silty sand (하) 시료의 온도에 따른 속도 변화 양상, 비교를 위해 기존자료들을 동시에 도시했음.

온도에 의한 실험실과 현장 속도값의 차이를 보정한 현장속도 계산을 실험하기 위하여 현장에서 CTD를 이용하여 측정된 저층의 온도와 실험실 속도측정시의 온도가 산출되어 있는 남해 니질 시료 (ex-1: 위도 34°33.925, 경도 128°14.801)를 이용하여 온도에 따른 속도값을 보정하여 현장속도로 변환 (conversion)해 보았다. CTD에 의해 측정된 현장의 저층수의 온도는 약 10°C이며 실험실의 온도는 약 12.5~18.1°C의 범위를 가진다. 온도에 따른 속도변화는 온도변화 실험에서 도출된 silty clay에 대한 변화량인 2.87 m/s/°C를 적용하여 계산하였다 (그림 4).

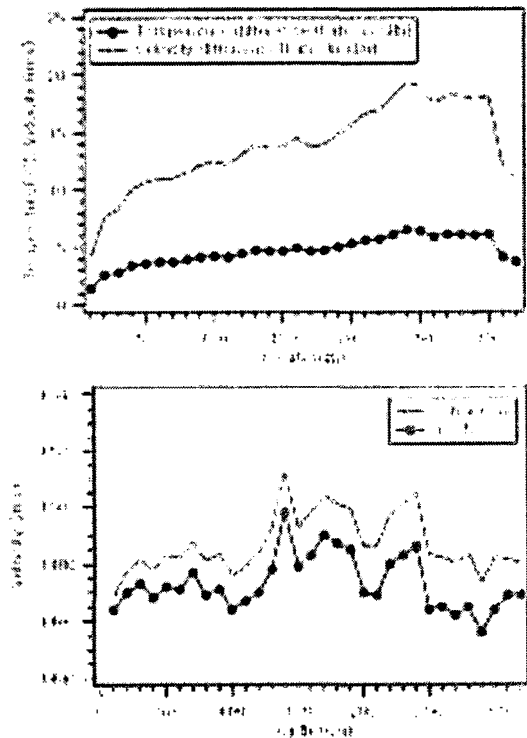


그림 4. ex-1의 깊이에 따른 온도 및 속도차이 (상)와 측정된 실험실 속도 및 보정된 현장속도 (하).

ex-1 (그림 4상)의 경우 실험실 및 현장 온도의 평균차이는 4.6°C 차이를 보였다. 최초 측정 시의 온도 차이보다도 실험이 진행되면서 온도차이가 크게 나타났다 (그림 4상). 이는 냉장 보관된 코어시료를 실험실로 옮긴 후 측정이 진행되면서 실험실 온도로 점차 증가되었기 때문이다. 온도 차이를 이용하여 계산한 속도차이도 실험이 진행되면서 발생한 온도의

증가로 인하여 점차 증가하는 양상을 보여 준다 (그림 4상). 실험실속도를 온도차이만큼 보정하여 현장 값으로 변환한 값과 실험실 속도값의 차이는 평균 13.8 m/s로 실험실 속도값이 높게 나타났다 (그림 4하).

3. 결 론

속도값에 영향을 주는 다양한 요소들 중에서 단지 실험실 및 현장에서의 온도 차이에 의해 발생할 수 있는 속도값이 약 13.8 m/s 이상이 나타날 수 있다는 결과다. 따라서 해저면의 정확한 지음향모델을 구현하기 위해서는 속도에 영향을 주는 다양한 변수들 중에서도 온도에 의한 보정은 반드시 이루어져야 할 것으로 본다.

참고문헌

1. Del Grosso, V.A., The velocity of sound in sea water at water at zero depth: U.S.N.R.L. report 4002, 1952.
2. Hamilton, E. L., Prediction of in-situ acoustic and elastic properties of marine sediments. Geophysics, 36, p.266-284, 1971.
3. Laughton, A. S., Laboratory measurements of seismic velocities in ocean sediments: Proc. Roy. Soc. A., v. 222, p.336-341, 1954
4. Shumway, G., Sound velocity versus temperature in water-saturated sediment: Geophysics, v. 23, p.494-505, 1958,