

함정-무인선간 통신 시나리오에 따라 측정한 RSSI값과 이를 [2]에서 얻은 분석결과를 바탕으로 Two-Ray path 모델을 적용하여 모델링한 것을 함께 그림 3에 나타내었다. 측정데이터와 Two-ray path 모델을 정합하는 과정은 [2]에 설명되어 있다. 그림에서 보면, 약 1.5km거리까지는 직 접파와 반사파의 간섭에 의해 거리에 따라 수신신호의 세기가 급격히 감소하는 구간들이 다수 발생하고 있으며, 약 1.5km 이후로 약 12km거리까지는 일부 특이점들을 제외하고는 수신신호의 세기가 완만하게 감소하는 것을 확인할 수 있다. 그림 3에서는 무인수상선이 약 13km지점에서부터 500m 이내까지 이동하면서 측정한 RSSI로, 약 5.2km지점의 짧은 구간에서 수신신호의 세기나 약 20dB 정도 낮아지는 지점이 관측되었으며, 약 7.3km지점과 약 10.4km지점에서 짧은 구간에 걸쳐 수신신호의 세기가 약 8dB정도 강해지는 특이점들이 관측되었다. 이러한 특이점이 발생하는 원인은 지형적인 원인 또는 근처 선박들의 배치 등에 영향을 받았을 것으로 추측만하고 있다. 이러한 특이점들을 제외한 지점들에서는 통신 거리 증가에 따른 수신신호의 감쇠가 연속적인 특성이 있는 것으로 판단할 수 있다.

그림 3에서의 측정결과를 보면 약 6km의 통신거리까지는 Two-way path 모델과 잘 맞으나, 6km이상에서는 Two-way path 모델에서의 감쇠보다 감쇠가 더 발생하고, 거리가 증가함에 따라 그 차이가 더 벌어져 10km거리에서는 약 3dB정도의 차이를 보였다. 2023년에 측정한 RSSI를 이용하여 Two-ray path 모델로 분석한 결과(그림 4[2])에서는 10km거리까지 Two-way path 모델과 잘 맞는 것과는 다른 결과를 보인다 (2023년도 시험에서는 2.477GHz를 중심으로 10MHz 대역폭을 사용하였으며, 출력 전력도 2025년도 보다는 낮았음[2]). 그림 4에 있는 결과는 함정의 안테나 높이가 32m이고, 그림 3에 있는 결과는 함정의 안테나 높이가 22m로 약 10m의 차이가 있어 안테나 높이가 높아짐에 따라 Two-ray path 모델과 잘 맞는 통신 길이의 범위가 증가하는 것으로 추정된다. 해상통신에서 안테나 높이와 Two-ray path 모델의 적용가능한 통신길이의 범위는 많은 데이터를 취득하여 분석해 보아야 할 것이다.

2025년에 측정한 결과와 Two-ray path 모델로 모델링한 결과가 6km보다 먼 거리에서는 모델링 결과와 차이가 발생하지만 10km까지는 약 3dB이내이고 12km거리에서는 약 5dB이내이므로, 해상에서 목표로 하는 통신 거리에서 해상통신장치의 통신 가능 여부를 사전에 추정하는 데 활용할 수 있을 것이다.

III. 결론

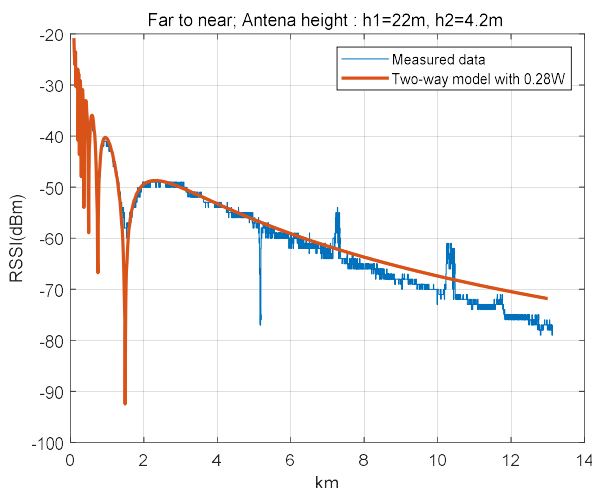


그림 3. 함정-무인인수상정간 시나리오에서 측정된 RSSI와 모델링된 RSSI값

본 논문에서는 군집 수색 자율 수중로봇시스템을 운용하기 위한 해상통신장치의 운용시나리오에 따라 함정은 스카이차로 모사하고, 통신장치를 탑재한 무인수상선을 이용하여 실험역에서 수신신호의 RSSI를 측정하여 분석하였다. 분석한 결과, 2.4GHz 대역에서 Two-Ray path 모델과 유사한 특성을 갖는 것을 2023년 실험역 시험에 이어 다시 한 번 확인할 수 있었다. 그러나, 2025년 시험에서 측정한 RSSI값은 통달거리 약 6km 거리까지는 Two-Ray path 모델과 유사 경로 손실을 가지나, 통달거리 6km보다 멀어지는 경우는 모델링값보다 감쇠가 심하였으며, 통달거리 10km거리에서는 약 3dB와 12km거리에서는 약 5dB 정도의 추가 감쇠가 발생함을 측정하였다. 2023년 측정결과[2]와 2025년 측정결과를 통해 해상에서 2.4GHz 대역을 사용하는 경우, 안테나 높이가 높을수록 통달거리에 따른 경로 감쇠가 Two-Ray path 모델과 유사한 결과를 나타내는 거리가 증가하는 것으로 유추되며 이의 상관관계에 대해서는 추가연구를 수행할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년도 해양경찰청 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(IRS-2021-KS211488, 군집 수색 자율무인잠수정 및 운용시스템 개발)

참 고 문 헌

- [1] Kim, S.-M., "AUV Fleet and its Operation System Development for Quick Response of Search on Marine Disasters," KRISO R&D, vol. 63, pp. 11-13, Dec. 2021.
- [2] Kim S.-G., Yun C. and Kim S.-M., "Analysis of Measured RSSI of S-Band Communications for Maritime Fleet Search ," Conf. of KICS, May, 2024.

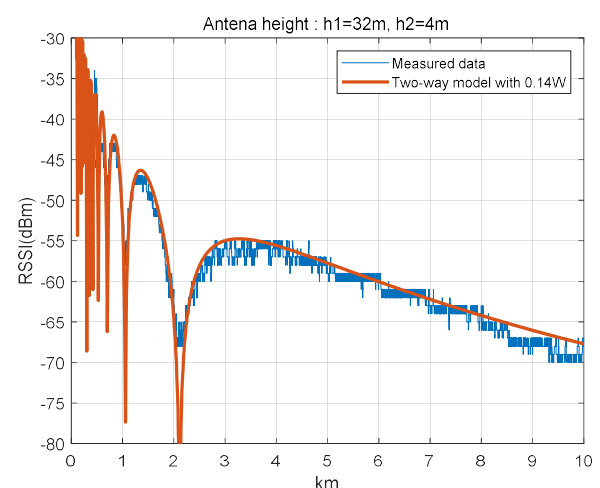


그림 4. 2023년 함정-무인인수상정간 시나리오에서 측정된 RSSI와 모델링된 RSSI값[2]