

심층학습 생성모델 기반 InSAR 지표 높이 변화자료를 활용한 이산화탄소 지중저장소 모델링 공정 개발

박은실¹⁾, 김현민¹⁾, 강승우¹⁾, 김동희¹⁾, 신현돈¹⁾, 조홍근^{1)*}

Development of Geological Carbon Storage Modeling with a Deep Learning-based Generative Workflow Integrating InSAR-Derived Subsurface Displacement

Eunsil Park¹⁾, Hyunmin Kim¹⁾, Seungwoo Kang¹⁾, Donghee Kim¹⁾, Hyundon Shin¹⁾, and Honggeun Jo^{1)*}

이산화탄소 지중저장은 탄소중립을 위한 핵심적인 기술 중 하나로 이를 상용화 규모로 확장하기 위해서는 철저한 지중저장소 모니터링 및 검증이 필요하다. 특히 대염수층을 대상으로 하는 이산화탄소 지중저장소 개발은 초기 관측 자료가 제한되어 저장소 특성 규명에 큰 불확실성을 포함하며, 이는 누출위험도 분석 및 미래 이산화탄소 액적군 예측에 큰 제약이 될 수 있다. 따라서 이산화탄소 주입이 시작된 뒤 관측 가능한 모든 자료를 통합하여 신뢰도 높은 저장소 모델 구축은 성공적인 이산화탄소 지중저장 프로젝트 수행에 필수적이다.

본 연구에서는 심층학습 생성모델 기반으로 이산화탄소 지중저장 모니터링 기술인 InSAR(간접계합성개구레이더)의 정보를 통합하여 저장소의 암상과 공극률을 특성화하는 기법을 제안하고, 이를 배사구조의 채널대수층 모델에 적용하여 실용성을 검증한다. 지구통계기법으로 총 4,000가지의 지질학적 시나리오별 정적모델을 생성한 다음 5년간 이산화탄소 주입 후 압력변화로 발생하는 지표 높이 변화를 THMC(thermal-hydrological-mechanical-chemical) 모델로 계산하여 심층학습 생성모델의 학습자료와 검증자료로 활용하였다. 이때 생성모델의 신경망에 인위적으로 연결을 끊는 dropout과 실측 지표 높이 변화자료의 관측오차를 적용하여 같은 정보로부터 지질학적 사실성을 보존하는 다양한 저장소 모델을 만들고 이로부터 불확실성 정량화를 가능하게 하였다. 제안한 방법은 지표 높이 변화자료 통합을 이용한 채널대수층 특성화로 불확실성 평가 및 미래 이산화탄소 액적군 예측함으로써 신뢰도 높은 이산화탄소 저장소 모델링 및 미래 예측 기술로 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

사 사

본 연구는 산업통상자원부/한국에너지기술평가원의 지원(20212010200010, CO₂ 저장효율 향상 기술 개발; 20233D00000090, 한반도 권역별 종합 2D/3D 물리탐사 및 전산 재처리를 통한 상용화급 대규모 CO₂ 저장소 확보)과 산업통상자원부/해외자원개발협회(2021060002, 디지털 오일필드 전문인력 양성)의 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] Isola, Phillip, Zhu, Jun-Yan, Zhou, Tinghui, and Efros, Alexei A. Image-to-image translation with conditional adversarial networks. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (2017) pp. 1125-1134.
- [2] Tang, Hewei, Pengcheng Fu, Honggeun Jo, Su Jiang, Christopher S. Sherman, François Hamon, Nicholas A. Azzolina, and Joseph P. Morris. "Deep learning-accelerated 3D carbon storage reservoir pressure forecasting based on data assimilation using surface displacement from InSAR." *International Journal of Greenhouse Gas Control* 120 (2022): 103765.

*Corresponding Author: honggeun.jo@inha.ac.kr

1) 인하대학교 에너지자원공학과