

대륙붕 6-1광구의 치밀가스 존재 가능성 고찰

손 병 국¹⁾*

1. 서 언

세계적으로 환경친화적 청정에너지인 천연가스의 수요가 증가됨에 따라 천연가스의 탐사와 개발이 빠르게 증가하는 추세에 있다. 또한, 재래형 탄화수소의 발견이 줄어들게 됨에 따라 비재래형 탄화수소의 탐사·개발에 대한 관심이 높아지고 있으며, 비재래형 탄화수소자원의 하나인 치밀저류층 내의 천연가스는 중요한 탐사·개발 대상이 되어 오고 있다. 치밀저류층은 1 md 미만의 투수율을 가진 저류층으로 대개의 경우 가스를 함유하고 있다. 치밀가스는 약 20년 전부터 알려진 비재래형 탄화수소 자원이며, 미래의 가스가격 상승 및 회수방법의 개량 등에 의하여 상업적 대상이 될 수 있을 것으로 기대되는 친환경 연료자원이다. 실제로 미국과 캐나다 등 북미에서는 치밀저류층에서 많은 양의 가스를 생산하고 있으며, 생산량은 해마다 증가하고 있다.

우리나라는 수십년에 걸쳐 대륙붕에서 석유탐사를 수행한 결과, 동해 울릉분지의 대륙붕 6-1광구 지역에서 경제성 있는 가스를 발견하여 개발 생산 중에 있으며, 더 많은 가스 매장량 확보를 위하여 탐사와 시추를 계속하고 있다. 최근의 연구에 의하면 대륙붕 6-1광구의 돌고래 구조에 발달되어 있는 저류사암은 양호한 공극률을 가지고 있으나 투수율이 지극히 적은 저투수성의 저류사암으로 알려진다. 또한 재래형 가스가 생산되고 있는 고래구조 지역 심부의 사암층도 저투수성의 치밀저류층일 가능성이 제시되고 있다 (손병국 외, 2005). 따라서 6-1광구에서 가스자원의 개발을 극대화하기 위해서는 치밀저류층에 대한 연구가 요구된다.

치밀가스 저류층의 탐사개발은 기존의 개념과 다른 새로운 개념으로 접근하여야 하며 치밀가스 저류층에 대한 지질학적 이해가 우선적으로 필요하다 (Masters, 1979). 이 연구는 북미에서 연구된 치밀가스 저류층에 대한 지질학적 연구결과를 분석·정리하고, 기존의 북미에서 연구된 개념을 바탕으로 하여 대륙붕 6-1광구의 치밀저류층의 발달 가능성을 고찰하였다.

2. 북미의 치밀가스 자원

미국과 캐나다에서의 천연가스 개발은 분지중심가스 (basin-centered gas) 또는 연속집적가스 (continuous gas accumulation) 라고도 불리는 비재래형 치밀저류층 가스자원에 집중하여 왔다. 치밀저류층으로 부터 산출되는 천연가스는 매장량이 거대하고, 회수기술의 발전에 의하여 50% 이상의 성공 확률을 올릴 수 있으며, 시추와 시추공 완결기술의 개발, 생산가의 개선, 육상접근의 개선 등에 의하여 가스를 원활하게 시장으로 운송할 수 가 있다는 것이 인지되고부터 개발이 시작되었다.

1997년에 미국에서 생산된 총 천연가스량은 19.21 TCF 인데 이 중 약 23%인 4.4 TCF가 비재래형의 천연가스이며 이 가운데에서도 치밀저류층에서 생산된 가스의 양이 가장 많아 2.9 Tcf로써 전체 생산량의 15%를 차지한다. 또한 평가된 치밀가스의 매장량도 전체천연가스 매

주요어 : 대륙붕 6-1광구, 천연가스, 치밀가스, 비재래형 탄화수소

1) 한국지질자원연구원, 석유해저자원연구부

장량의 약 22%를 차지하고 있다 (그림 1).

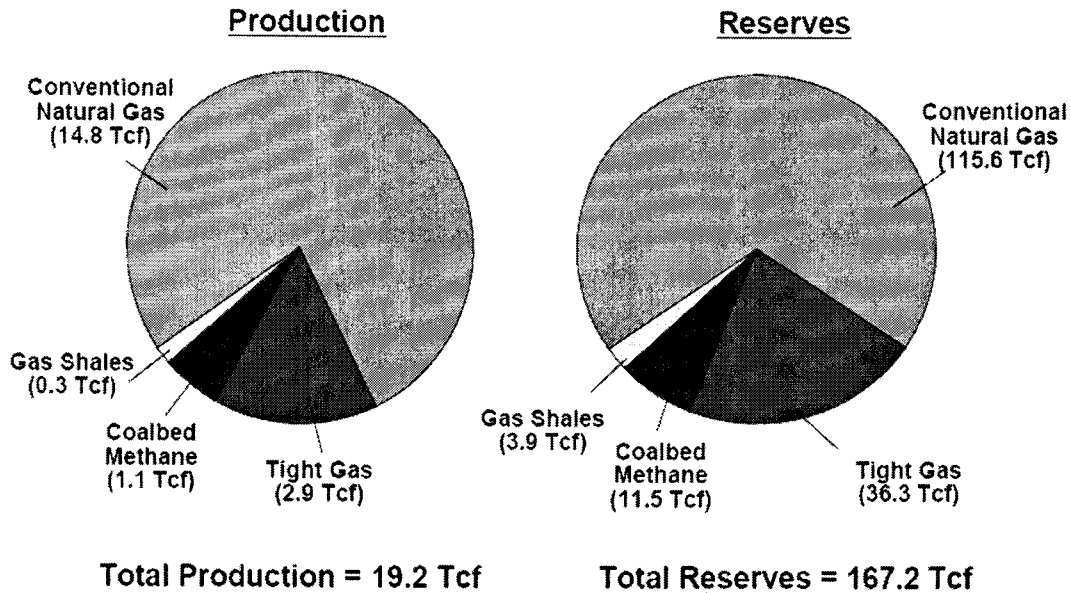


그림1. 미국의 천연가스 생산량 및 매장량

3. 치밀가스 저류층 발달의 개념모델

Master (1979)의 연구에 의하여 가스를 함유한 치밀한 지층의 updip부에 물을 함유한 지층이 존재하는 것이 치밀저류층의 특징이다. 또한, 치밀 가스저류층은 비이상적으로 고압상태로 나타나든지 저압상태로 나타나는 경우가 보통이다.

Law and Dickson(1985)은 치밀가스 저류층의 발달과정에 대해 네 단계의 종합 모델을 제시하였다. 일반적으로 치밀가스 저류층은 구조트랩이나 층서트랩과는 무관하게 나타나며, 과대 또는 과소압력의 비정상적인 압력 상태로써 주로 퇴적분지의 심부에서 광역적으로 나타난다. 퇴적물이 깊이 매몰되면 유기물을 함유한 근원암에서는 열기원의 가스가 발생하게 되며, 저류층에서는 교질물의 침전에 의하여 공극율과 투수율이 감소한다. 공극에 들어간 가스는 물을 밀어내고 모세관압을 높이게 되어 과대압력상태로 되며 물과 분리된다. 이와 같이 깊은 곳에 배태되었던 치밀가스 저류층이 지질학적 사건에 의해 용기하게 되면 주위의 압력이 저하됨에 따라 가스는 치밀저류층으로부터 소실되게 되고 물로 채워지게 된다. 또한 가스가 방출됨에 따라 과대압력 상태이었던 저류층은 과소압력 상태로 바뀌게 된다. 그러나 어떤 지질학적 요인에 의하여 가스의 소실이 지연되게 되면 용기된 치밀가스저류층은 과대압력상태로 남아 있게 된다.

4. 국내 대륙붕 6-1광구의 치밀 저류층 가스

국내 대륙붕 6-1광구 돌고래 구조에 발달되어 있는 저류사암은 양호한 공극률을 가지고 있으나 투수율이 지극히 적은 저투수성의 치밀사암이 주 저류층이다. 또한 재래형 가스가 생산되고 있는 고래구조 지역 심부의 사암층도 저투수성의 치밀저류층이고 높은 압력상태를 보이고 있다. 이것은 돌고래지역과 고래구조의 심부는 치밀가스가 존재할 가능성을 시사하는 것으로 생각된다. 지질학적 조건을 고려해 보면 고래구조의 심부지역은 과대압력 상태의 치밀가스

가 존재할 가능성이 높으며 돌고래 지역은 용기에 의해 가스가 어느 정도 유실되어 과대압력이나 저압으로 나타날 수 있을 것으로 추정된다 (그림2).

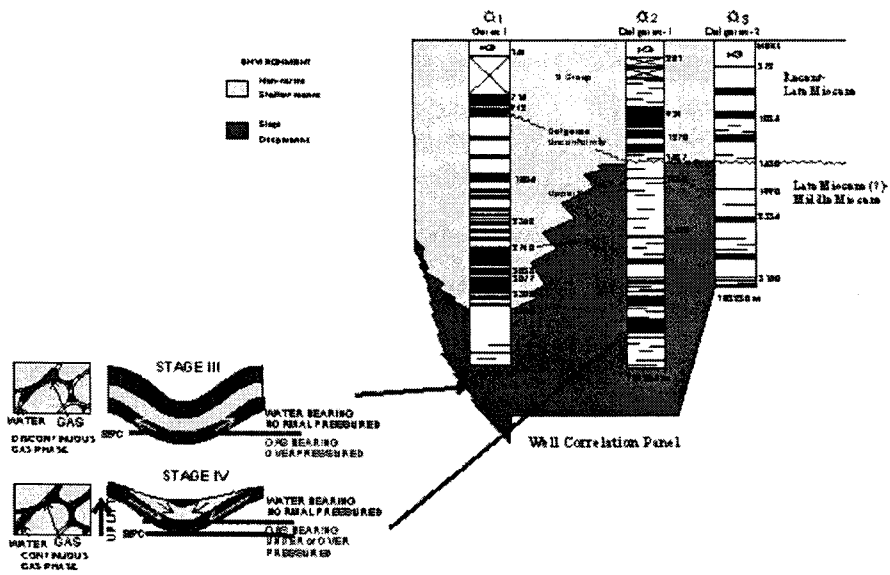


그림2. 대륙봉 6-1광구 지역의 단면도와 치밀저류층 발달단계 모델과의 비교

5. 결론

향후 대륙봉 6-1광구에서의 치밀가스 탐사·개발을 위해서는, 지금까지 시추한 지역의 연구 자료를 종합하여 치밀가스저류암의 개념으로 재해석을 실시하고, 저류암 특성 분석을 실시하여, 이 지역에 발달되어 있는 유효한 치밀저류암의 수직적 및 수평적 분포를 밝혀내는 것이 필요하다.

참고문헌

- 손병국, 황인걸, 이원석, 장성형, 한종환, 2005, 대륙봉 치밀가스저류층 개발 타당성 연구. 한국지질자원연구원, 연구보고서, 기획-04-21, 37p.
- Masters, J.A., 1979, Deep basin gas trap, western Canada, AAPG Bulletin, v.63, p.152-181.
- Law, B.E. and Dickinson, W.W., 1985, Conceptual model for origin of abnormally pressured gas accumulations in low-permeability reservoirs. AAPG Bulletin, v.69, p.1295-1304