

대륙붕 탐사 30년만에 “쾌거” - 동해 가스 채굴 -

1. 서 론



울산앞바다 '동해-1 가스전' 현장에서 석유공사 보유 시추선 두성호가 가스 매장량을 측정하기 위해 산출시험을 하고 있다.

3월 15일, 우리나라 에너지 자원의 새역사가 시작됐다. 국내 대륙붕에서 석유를 탐사한지 어언 30년, 31번째의 시추공에서 가스를 발견하고 드디어 그 본격적인 생산을 위해 첫 삽을 뜬 것이다. 울산 동남쪽 58km 해상에서 2003년 12월부터 연간 40만톤의 천연가스를 10년간이나 생산하게 되다니 정말 꿈만 같다. 바로 「동해-1 가스전」은 온 국민이 함께 경하해야 할 감격적인 쾌거이며 자존심이다.

이제부터 우리는 자원빈국의 한이 담긴 “석 유 한 방울 나지 않는 나라에서...”라는 말은 쓰지 말자. 우리 바다에서 우리 기술로 개발한 경제성 높은 가스전이 있는데 이제 우리도 어엿한 산유국이 아닌가.

그런 의미에서 동해가스전의 성공적인 개발착수는 반드시 경제적 기술적인 시각에서만 특별한 의미를 지니는 것이 아니다. 무엇보다도 좁은 국토와 부존자원의 빈곤함을 숙명처럼 생각하고 있던 국민들에게 일대 용기를 불러일으킨 사건이다. 자원의 보고인 바다가 3면이라는 사실이 새삼 자랑스럽다.

2. 마침내 이룬 '산유국의 꿈'

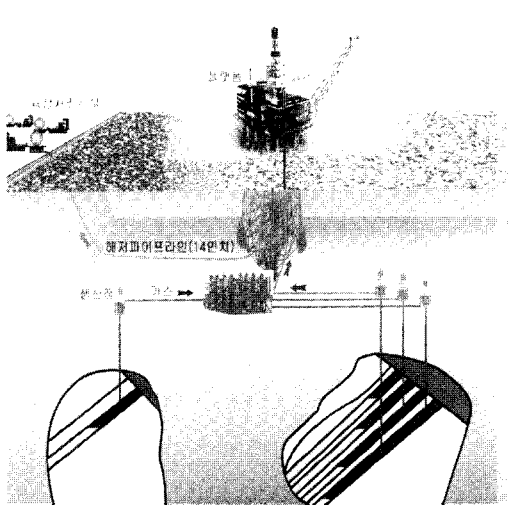
■ 개발과정과 생산규모

석유공사는 지난 98년 7월 울산 앞바다의 '대륙붕 6-1광구' 고래V구조 탐사시추 과정에서 양질의 가스층을 발견하고 이듬해 7월 3공에 걸친 평가 시추에서 경제성을 확인했다. 이어 2000년 2월 가스개발 선언과 함께 '동



전 민 중

- 1967년 7월 25일생
- 1991년 인하대학교 자원공학과 졸업
- 현 재 : 한국석유공사 재직중
(개발사업처 국내탐사팀)
- 관심분야 : 지구물리 분야
- E-mail : mjjun@knoc.co.kr



동해-1 가스전 개발 개념도

해-1 가스전’으로 명명했다.

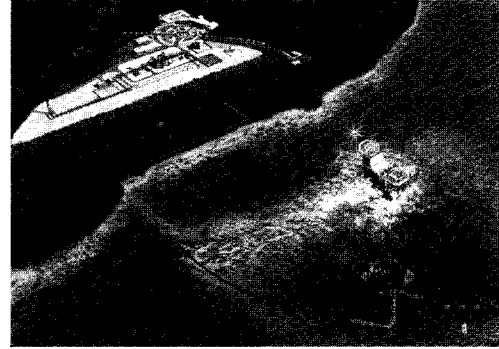
동해-1 가스전의 매장량은 액화천연가스(LNG) 4백만에 해당하는 2천억입방피트 규모로 이는 지난해 국내 LNG 소비량(1천5백59만)의 2.6%에 달하는 것으로 가스전의 부피는 도봉산과 맞먹는다.

이 가스전의 예상판매수익은 총 10억 달러로 이 가운데 투자비 3억달러, 조광료와 법인세 4억달러 등을 제외하고도 순수익은 3억달러 정도가 남는 셈이다.

또 대부분의 탐사과정과 생산시설 공사를 국내 기업 위주로 진행할 예정이어서 플랜트산업 및 석유개발 분야의 국내 기술발전과 해외 석유 개발사업 참여에도 큰 도움을 줄 전망이다.특히 그동안 원유 정제와 판매 등 하류(down stream) 부문은 발달한 반면 석유 탐사와 개발 등 상류(up stream) 부문은 경험이 적어 석유 산업의 불균형을 빚었으나 이번 계기로 상·하류부문을 함께 수행할 수 있는 능력도 확보할 수 있게 됐다.

■ 가스 생산과 공급

가스층까지 생산정을 시추, 연결통로를 확보해 압력 차이를 통해 가스를 뽑아낸다. 이 가스는 해상생산시설인 플랫폼에 가스·물 분리기, 가압기 등 1차 처리시설을 거쳐 해저파이프라인(직경 14 인치, 연장 61km)



동해-1 가스전 생산 및 처리시설 조감도

을 통해 육상기지로 이동, 가스와 컨덴세이트를 분리하고 수분을 제거한 뒤 한국가스공사 배관망으로 공급될 예정이다.

LNG가 저온고압의 액체상태로 수입되는데 반해 ‘동해-1’의 가스는 액체가 아닌 기체상태로 파이프라인을 통해 공급되는 PNG(Pipeline Natural Gas)방식을 취하기 때문에 경제성면에서 훨씬 유리하다.

석유공사는 가스의 전량을 한국가스공사에 판매, 울산·경남 지역 수용가와 발전소에 10년간 공급할 계획이지만 공급가격은 국제가격에 준하여 정할 전망이다.

또한 동해-1 가스전에서 가스를 모두 뽑아 쓴 뒤 비게 될 공간은 해외에서 도입한 천연가스를 저장하는 저장고로 사용할 수 있다. 동해-1 가스전은 입자 사이에 빈 공간이 많은 고래등 모양의 ‘사암’ 덩어리로 가스를 뽑아 쓴 뒤 가스 저장소로 활용하면 30억~40억 달러의 가스 저장고 건설비용을 절약할 수 있어 가스 판매 수익 10억 달러를 포함하면 이번 가스전의 가치는 40억~50억달러에 이른다.

■ 국내 대륙붕에 대한 석유개발은

산유국의 꿈을 안고 국내대륙붕에 대한 석유개발 탐사를 시작한 시기는 1968년부터다. 미해군 해양연구소가 대륙붕 전역에 대한 개략적 물리탐사를 실시한게 그 시초였다.

이에따라 ‘70~80년대 초에 셀사, 텍사코사 등 다수의 외국석유회사가 우리대륙붕에 관심을 가지고 탐사

작업에 본격적으로 뛰어들었다. 당시 상업성을 중시한 결과 대규모 구조에 대한 탐사에 치중, 석유발견에 실패하게 된다. 1980년대 접어들면서 한국석유공사가 외국석유공사와 공동 또는 단독으로 국내 대륙붕 탐사를 추진했다. 석유탐사를 시작한 이래 2002년 4월말 현재 34개의 시추공을 뚫은 결과 석유 또는 가스 부존 가능성을 확인했을 뿐만아니라 대륙붕 제6-1광구에서 경제성 있는 국내 최초의 상업적 가스전을 발견했다.

◆ 석유사용의 기록

「삼국사기」나 「본초강목」 등의 옛 문헌을 보면, 우리나라에서 기름이 나왔거나 최소한 유정이 발견되었다는 일련의 기록들이 나타나 있다. 또한 「조선왕조실록」에도 세종, 성종 때 영해부에서 땅이 탔으며, 어느 구덩이에서는 주야로 불을 뿜었다는 사실이 상세히 기록되어 있다.

그러나 우리나라에서 처음으로 석유를 개발하기 위하여 광구를 출원한 사람은 1939년 진주시 장재동에 광구를 출원했던 장덕생으로 그는 지하 20m까지 뚫었다. 또 1939년에 충남 청원군 병천면 병천리에 살던 강해옥이라는 여자가 충북 진천군 일대에 석유광구를 출원하여 20여m를 굴착한 바 있다.

해방 이후에도 민간인들이 간헐적으로 광구를 출원하였으나 이들 출원자들은 석유에 관한 지식이나 탐사 기자재를 갖지 않고 유정을 근거로 광구출원을 하였다가 아무런 탐사실적 없이 광구를 포기하고는 하였다.

그 후 1959년 12월에 전남 해남군 황산면 우황리에 사는 방봉운이 망치로 두드리면 기름냄새가 나는 검은 돌을 바닷가에서 주워 국립지질조사소에 갖고 온 것이 계기가 되어 우리나라 석유개발사에서 처음으로 과학적인 석유탐사가 이루어지게 되었다.

1960년대 초기 육상 석유탐사는 전남 해남군 우황리 일대 지역을 중심으로 국립지질조사소에 의해 지질조사 및 연구용 시추가 실시되었으며, 1964년도부터는 민간인 정우진과 국립지질조사소가 경상북도 포항지역 제3기층을 대상으로 석유탐사를 1970년대 중반까지 실시하였으나, 석유부존 가능성이 희박한 것으로 판명되

어 일단 중단하게 된다.

1975년도에 포항지역에서 석유탐사가 재개되었는데, 이 지역에서 석유를 발견할 수 있다는 신념을 가진 정우진의 막후 노력으로 1977년 3월 탐사가 종료될 때까지 12개공 시추를 실시하였으며, 1975년말 두 번째 시추공(B공)에서 석유가 발견되었다는 정부발표로 전국민이 흥분하였으나 그 진위는 아직까지 확인이 안되고 있으며, 결국 석유발견에는 실패하고 철수한다.

1970년 1월 1일 해저광물자원개발법의 공포와 함께 7개 해저광구가 설정됨에 따라 1970년대초부터 시작된 우리나라 해양 유전탐사는 자금능력이 미약하고 석유개발 기술 및 경험이 전혀없는 상태였기 때문에 전적으로 외국회사에 의존하였다. 그러나 1978년과 1979년에 동력자원부와 한국석유개발공사(현 한국석유공사)가 각각 설립되어 석유개발 체제가 구축됨에 따라 우리나라 탐사 기술진의 기술축적이 어느정도 이루어지고 국가경제 발전으로 자금 부담능력도 있게 되어 1980년대부터는 국내대륙붕에서 자주적인 석유탐사를 추진할 수 있게 되었고, 또한 해외유전개발사업에도 진출할 수 있게 되었다.

◆ 국내대륙붕 석유탐사 연혁 및 현황

크게 3단계로 나뉜다. 1단계는 1970년대의 '대륙붕 탐사 착수기'이며 2단계는 80년대의 '자주적 석유탐사로의 전환기', 3단계는 90년대에서 현재에 이르고 있는 '자주적 석유탐사 실시기'이다.

· 대륙붕 탐사 착수기(1960~70년대)

우리나라 대륙붕에서의 석유탐사 활동은 1966년 유엔 산하기구인 ECAFE(아시아 극동 경제 위원회)가 영일만 해역에서 실시한 탄성파 탐사 및 자력탐사를 그 출발점으로 한다. 이어 1968년에는 ECAFE산하에 조직된 동북아시아지역 국가간 협력기구인 아시아지역 천해저 광물자원 공동탐사위원회(CCOP)의 중계로 미해군 해양연구소의 탐사팀에 의해 서해와 남해를 비롯한 대륙붕 전역에 대한 항공 자력탐사와 개략 물리탐사가 실시되었다.

그 결과 우리나라 대륙붕 해저에 두터운 제3기층 퇴적물이 분포되어 있어 석유부존 가능성이 높다는 에머리 보고서에 따라 정부는 1970년 1월 해저광물자원개발법을 제정, 공포함으로써 국내대륙붕에 본격적인 석유탐사가 시작된다.

해저광물자원개발법은 국내 대륙붕 약 30만km²의 구역을 7개 해저광구로 설정하여 대륙붕 석유자원은 국가 소유로 하고 석유회사에 조광권을 부여하여 탐사, 개발을 추진하는 조광제도를 도입한다. 1970년대에는 우리나라의 자본과 기술이 미흡했기 때문에 외국 석유회사에 조광권을 부여하여 국내 대륙붕 개발을 추진하였다.

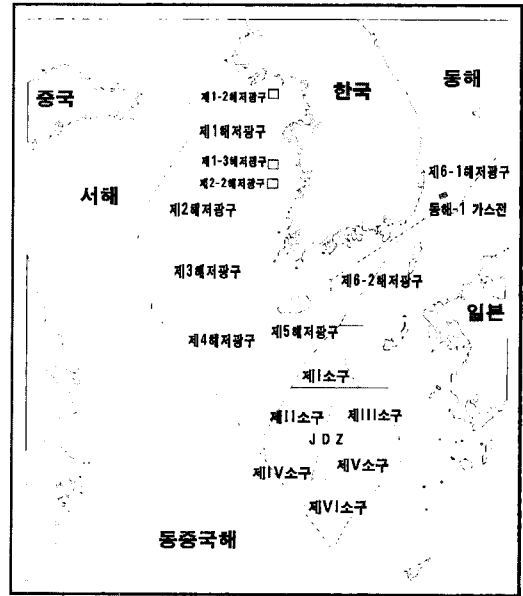
국내 대륙붕에 최초로 조광권을 부여 받아 개발에 참여한 회사는 미국의 텍사코사, 걸프사, 네덜란드의 셀사, 코암 등이었다. 1969년 9월부터 걸프사가 제2해저광구에서 개략 물리탐사를 실시한 것을 시작으로 하여 외국회사들은 총 40,831L-km의 물리탐사와 6공의 탐사시추를 실시하였으나 2개공에서 유·가스징후만 확인하고 철수하였다.

· 대항국과의 대륙붕 경계 문제

동중국해에 막대한 양의 석유가 매장되어 있을 가능성이 높다는 1968년도 ECAFE에서 실시한 물리탐사 결과에 따라 1969년 5월 동중국해에 중동급의 유전이 존재할 가능성이 있다고 공포됨으로써 동중국해, 남중국해 연안국(한국, 일본, 대만, 중국)들은 일제히 자국 입장에서 볼 때 유리한 국제법의 이론을 통용하여 자국의 권리를 주장하게 된다.

이에 우리나라는 국제정세에 대처하여 대륙붕에 대한 주권적 권리를 합리적으로 행사하기 위하여 1970년 1월 1일 해저광물자원개발법을 제정, 공포하고 같은 해 5월 30일에 이 시행령을 제정, 공포하였다. 그 내용은 한반도와 그 부속도서에 인접한 대륙붕 개발구역의 약30만 km²를 7개 해저광구로 분류 설정한다는 것이었다.

우리나라의 이와 같은 조치가 있자 일본 정부는 즉각 민감한 반응으로 외교적 채널을 통하여 우리 정부



국내대륙붕 해저광구도

의 대륙붕 광구 설정은 일방적인 처사라고 이의를 제기하였다. 이에 대하여 우리 정부는 설정된 해저광구 경계는 한반도의 자연적 연장이며 국제법상 규정에 따른 것임을 회신하였으나, 뒤이어 일본 정부에서 대륙붕 경계 문제에 관한 협의 요청이 있어 한일간 대륙붕 경계문제에 관한 외교 실무자 회의를 서울에서 3차례 걸쳐 개최한다.

1972년 9월 서울에서 열린 한일 정기 각료회의에서 양국의 주장이 중복되고 있는 구역에 대해서 당면과제인 석유 또는 천연가스에 한하여 공동개발 하자는 제안을 일본측이 받아 들여 1974년 1월 서울에서 한일 양국간의 대륙붕 경계를 확인하는 협정이 처음으로 양 정부간에 조인되었다. 이에 따라 해저광물자원개발법에 의하여 공포된 남부 대륙붕 경계는 일본측과의 협상을 통하여 공동개발을 원칙으로 원만히 해결되었으나 서부 대륙붕 경계는 중국, 대만 등 주변국들로부터 이의가 제기되었다.

1971년 제2광구에서 우리나라 조광권자인 미국 걸프사가 물리탐사를 실시할 당시 중국은 경무장한 어선

을 파견하여 탄성파 탐사에 사용되는 케이블을 4차레에 걸쳐 절단하였으며, 1973년 3월 중국은 외무부 대변인을 통하여 비난성명을 발표한 바 있으며, 1974년 한일 대륙붕 공동개발 협정이 타결되자 중국은 다시 외무부 성명을 통하여 “이러한 행위는 중국의 주권을 침해하는 행위로서 중국 정부는 이를 결코 수락할 수 없다. (중략) 동중국해의 대륙붕을 어떻게 분할하느냐 하는 문제는 중국 및 관련국가들의 협의를 통하여 결정되어야 한다고 생각된다”고 주장하는 등 1991년 제1광구 시추시까지 서해 대륙붕에서의 우리측 탐사활동시마다 수차례에 걸쳐 중국정부는 항의를 해 온 바 있다.

그러나 서해 대륙붕 지역은 그동안 물리탐사 및 시추탐사시 중국측이 수 차례 성명서를 발표한 적은 있으나, 양국간 분쟁을 해결하기 위한 시도는 없었으며, 최근 정부에서 중국측과 배타적 경제수역(EEZ)에 대한 협상이 진행되고 있으나 상호 의견 차이로 가시적 진전이 없는 상황이다. 현재 우리나라와 중국간에는 EEZ/대륙붕 경계선이 확정되어 있지 않아 대륙붕 권원이 중첩되는 수역에서 탐사시 외교적 마찰 가능성이 상존하고 있어 서해광구 한계선에 대해서는 중국측에 의해 공식 인정된 바 없으므로 서해한계선 부근에서의 석유탐사시 신중한 접근이 이루어져야 하며, 경계 확정에 관하여는 양국간에 충분한 협의가 이루어져야한다.

이와 같이 1970년대의 국내대륙붕에서의 석유탐사는 외국 회사의 자본과 기술로 추진되었으나, 대항국과의 경계 분쟁과 외국석유사의 속성상 상업적 견지에서 극히 제한된 지역에서만 탐사를 실시하였기 때문에 우리나라 대륙붕의 석유탐사는 착수에 불과한 정도였다.

자주적 석유탐사로의 전환기(1980년대)

1970년대 국내 대륙붕 석유탐사는 외국석유회사에 의존하여 극히 소극적으로 제한되었으나, 1978년 동력자원부 발족과 더불어 자주적 석유개발을 통한 원유의 안정적 공급을 추진할 목적으로 정부는 1979년 3월 3일 한국석유개발공사를 설립하게 된다.

이어 1982년부터 국내 기술진들이 축적한 석유탐사 분야 기술을 바탕으로 과거 외국 조광권자들이 취득한 탐사자료에 대하여 연차적으로 재평가를 실시하였고, 1986년도에는 그 동안의 연구실적을 종합분석하여 국내 대륙붕의 전반적인 지질 개요 및 대륙붕 탐사에 필요한 기초적인 자료를 정리하므로써 국내 기술진 주도하에 대륙붕에서 석유탐사를 적극적으로 추진할 수 있게 되었다.

국내 대륙붕에서 최초로 자주적인 물리탐사가 실시된 제6-광구는 1972년 네덜란드의 셸사가 조광권을 설정하여 돌고래I 구조를 탐사시추하여 석유발견에 실패한 광구였으나 1982년 이 광구에 대한 종합분석 및 지질특성 연구결과, 가스층의 부존 가능성이 높다는 분석결과가 도출되었다. 이에 따라 석유공사는 1983년 정밀 물리탐사를 실시하여 새로운 석유부존가능 유망구조를 도출하였다.

석유공사는 새로이 발견된 유망구조 중에서 탄성파 탐사자료에서 가스층 부존가능성이 높게 나타난 돌고래III 구조를 기초시추 대상으로 선정하여 1987년 9월 시추에 착수, 산출시험등을 실시한 결과 가스가 부존하는 사암층을 확인하므로써 우리나라에서 최초로 가스층을 확인하는 성과를 거두었다.

이 기간동안 석유공사는 단독으로 26,666L-km의 물리탐사와 5공을 시추하였으며, 외국회사와 공동으로는 14,198L-km의 물리탐사와 9공을 시추하여 제6-1광구의 3공에서 가스를 발견하는 성과를 거두었다.

자주적 석유탐사 실시기(1990년대)

1990년대 들어와 석유공사는 과거의 경험을 바탕으로 독자적인 대륙붕 탐사활동을 전개한다. 1980년대에 집중탐사를 실시한 제6-1광구에서 가스층을 발견하였으나 경제규모 매장량에 미치지 못하자 석유공사는 1992년도에 추가매장량 확보를 위한 정밀분석을 실시하여 가스부존 가능성이 높은 고래I구조에 대하여 1993년 6월 1일부터 시추작업을 개시하였다.

울산 동남쪽 약 43km 거리에 위치한 고래I구조는 1983년 이후 석유공사의 탐사자료를 종합하여 해석한

결과 밝혀진 제6-1광구 북서부의 5개 층서형 집적형태의 유망지역 중의 하나이며, 1993년 실시된 정밀 물리탐사 자료해석결과에 따라 최우선 시추대상 유망지역으로 선정되었다.

그러나 이와 같이 선정된 고래I구조에서 발견된 가스층도 이후의 평가시추 결과 경제성에 미치지 못하는 것으로 밝혀져 국내 대륙붕 탐사는 침체에 빠지게 된다.

석유공사는 이 시련의 시기에 공사기술진으로 전담팀을 구성하여 국내대륙붕에 대한 종합기술평가를 실시하게 된다. 이 작업에서 공사 전담팀은 기존의 방대한 탐사자료에 대한 종합해석을 실시하여 과거의 실패 원인을 정밀분석하는 한편, 구조운동을 덜 받은 지층을 대상으로 하는 새로운 탐사개념을 도입하게 되었다.

기술평가 작업결과 다수의 유망구조중 고래V구조가 시추대상지역으로 선정되었으며, 이는 국내관련 학계 및 연구소의 분야별 전문가로 구성된 「대륙붕자문위원회」의 자문과 검토과정을 거쳐 그 이론적 가능성을 확인하게 된다. 또한 텍사코사의 기술진 및 외국 유명고수들과 최첨단 기술을 활용한 검토를 거쳐 1998년 5월 고래V공의 시추위치를 확정하게 되었다.

이렇게 과학적이고 체계적인 연구결과로 선정된 고래V구조에 대한 시추결과 대륙붕 탐사 30년만에 제6-1광구에서 상업적 석유발견이라는 쾌거를 이루게 되었다.

■ 가스생산시설공사 본격화

울산 앞바다 국내대륙붕 제6-1광구 ‘동해-1 가스전’의 천연가스 상업생산을 위한 생산시설건설공사가 지난 15일 김대중 대통령을 비롯한 정부 관계자, 시공회사, 지역주민 등 참석한 가운데 성대한 기공식을 가짐으로써 본격화됨에 따라 오는 2003년 11월 생산시설공사를 마무리짓고, 오는 2003년 12월부터 본격생산에 들어갈 계획이다.

동해-1 가스생산시설공사는 설계시공 일괄입찰공사로 현대중공업, 삼성엔지니어링 컨소시엄이 설계시공사로 참여한다. 해저 및 해상시설, 해상구조물, 해저파



우리나라 최초의 역사적인 천연가스전 생산시설 기공식이 울산에서 지난 15일 열렸다.

이프라인, 육상시설의 설계, 시운전 등은 시공사가 각각 담당하고, 생산정시추, 유정완결, 생산트리는 석유공사가 직접 수행하게 된다.

시공사인 현대중공업 및 삼성엔지니어링은 해외에서 원유 및 가스생산시설 건설 실적이 약 20건 이상으로 상당한 기술력을 확보하고 있다.

■ 가스전 개발의 의의

우리기술과 노력으로 경제성 있는 가스발전에 성공, 석유자원을 생산함으로써 산유국 대열에 진입하게 됐다는데 그 의의가 크다.

이와함께 우리나라의 취약분야였던 개발·생산 등 상류부문 기술수준을 제고하고 이를 정제·판매 등 하류부문과 통합, 향후 석유산업 발전에 기여할 수 있는 체계를 구축했다. 특히 석유공사로서는 시추공수 12번째만의 성과로 우리의 석유개발기술 수준을 대내외에 입증시켜 국제석유업계에서 입지를 확고히 다지는 계기를 마련했다.

그리고 동해-1가스전은 제6-1광구 개발의 출발점으로 국내대륙붕 개발의 획기적 전기를 마련하는 등 국가경제 활성화에 기여하게 될 것으로 예상된다.

무엇보다도 가스수입대체 효과 및 10억불에 이르는 외화절감은 물론 침체된 중공업, 건설, 엔지니어링 등 국내 관련산업에 활기를 불어 넣을 것으로 기대되고 있다.

3. 맺음말

우리나라는 30만㎥의 대륙붕을 갖고 있으면서도 그동안 석유탐사를 벌인 시추공은 34개에 불과했다. 반면 38만㎥의 대륙붕을 가진 일본은 지금까지 175개 공구에 대한 탐사를 벌였으며, 24만㎥의 대륙붕을 가진 타이완도 126개 공구를 시추했다. 따라서 이번 가스전 개발의 수익성이 확인되면서 국내대륙붕에 대한 석유 탐사활동이 본격적으로 이루어질 전망이다.

국내 대륙붕 가운데 눈여겨 볼 곳은 울릉·제주·서해분지이다. 울릉분지는 상업적 규모의 가스부존이 확인됐고, 제주분지는 인근 중국의 핑후유전에서, 서해분지는 인근 수베이유전에서 각각 석유가 생산되고 있어 유망성을 높여주고 있다. 모두 대규모 퇴적분지다.

현재 우리의 탐사량은 탐사자료 부족으로 일본과 대만 등에 비해 뒤쳐지고 있다. 국내 대륙붕의 광활한 면

적과 구조적 복잡성에 비해 탐사량은 이제 걸음마를 시작한 단계나 마찬가지다.

석유공사는 소규모 가스매장량만 발견돼도 '동해-1 가스전' 생산설비를 이용하면 저렴한 비용으로 용이한 생산이 가능하다고 보고 '동해-1 가스전' 이 속한 제6-1광구에 대해 연계 개발을 확대할 방침이다.

이에 따라 우선 6~8월 탐사시추 1공 실시를 통해 매장량이 추가 확보되면 단독 또는 연계 개발을 추진할 계획이며 하반기에는 '동해-1 가스전' 주변에 가스부존 유망성이 높은 구조들을 대상으로 정밀평가를 실시할 예정이다. 또 이를 토대로 내년부터 시추를 실행한다는 계획을 세워놓고 있다.

한편 오는 2010년까지 국내 석유소키의 10%를 자주개발원유로 확보한다는 정부의 정책목표에 발맞추기 위해 유망 광구 참여를 확대하는 등 투자 포트폴리에도 새로 구성할 계획이다.

대한조선학회 논문투고 홈페이지 안내

국문논문 <http://snak.reviewnet.co.kr>

영문논문 <http://sotech.reviewnet.co.kr>