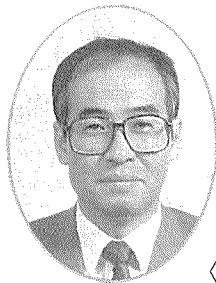




석유의 정제와 그 제품의 이용

석유의 탐사



申世熙
(중앙대 화공과 교수)

고대의 석유탐사에 관한 기록은 지금으로부터 1700년 이전에 중국인들이 내륙지방에서 소금을 발견하기 위하여 천공(穿孔)을 시도한 것으로서 이 때에 지하에서 석유를 발견하였다고 한다. 고대 중국인들의 천공 기술은 상당히 진보되어 12세기경에 이미 지하 일천미터를 뚫을 수 있는 기술을 보유하고 있었다. 1859년 드레이크 대령에 의한 최초의 본격적인 석유탐사가 성공한 후 각 곳에서 탐사작업이 활발히 진행되었으나 지질학적 구조를 고려한 비교적 과학적인 석유탐사가 성공한 것은 1912년 미국 오클라호마주의 쿠싱유전(Cushing Field)의 발견이었다. 그후 지질학적, 지구물리학적 탐사기술의 발전에 힘입어 다수의 대형 유전의 발견을 가져오게 되었다.

신규유전의 발견은 각 분야의 지질관계 전문가들의 협력에 의하여 이루어진다. 간단히 요약하면 석유매장 가능지역에 대하여 지질학자들은 주로 지구표면의 암석의 분포를 조사하고 지구물리학자들은 지하에서의 암석의 구조를 조사하게 된다. 이 조사의 결과에 의거하여 좀더 가능성이 높은 좁은 지역을 분별하게 되고 이 지역에 대한 정밀조사를 수행한 후 시험공을 시도하여 경제성 있는 석유의 존재여부를 확인한다. 시험공은 10개 중 9개는 건공(dry hole)일 확률이다. 이러한 저조한 성공률을 극복하고 경제성 있는 유전이 발견되더라도 석유의 대량생산까지는 수년의 기간이 소요되어 신규유전의 개발은 막대한 투자가 필요한 모험적 비즈니스이다. 그러나 이 분야의 종사자들은 위험 부담이 큰 만큼 도전도 커서 전문적인 지식이 심분 활용될 수 있다.

대부분의 석유지질학자들은 석유의 근원은 고대의 해양에서 서식하던 조류(藻類, algae)와 박테리아등과 대륙에서 존재하던 식물의 잔재로부터 유래한 것으로 믿고 있다. 이들이 발견되는 곳은 지질학적으로 퇴적분지(sedimentary basin)로서 퇴적분지는 지면의 물질들이 물과 바람등에 의하여 이동되어 퇴적하여 형성된 것으로 그 두께는 아미존분지의 경우 10km 이상의

경우도 있다, 퇴적물의 높이가 증가하면서 하층부로부터 온도, 압력 물에 포함된 화학물질에 의한 부식 등의 영향에 의하여 암석이 형성된다. 이와같이 형성된 암석을 퇴적암이라고 부르며 이 과정에서 바위중에 포함된 유모(油母, kerogen)라고 칭하는 유기물질이 열에 의하여 탄화수소물질로 변환되었다고 가정하고 있다. 유모를 함유하는 암석을 원암(sourcerock)이라고 부른다. 원암중에 포함되었던 유기물질의 종류는 형성되는 석유의 품질을 결정하는데, 해양의 조류와 박테리아등에서 유래한 석유는 탄소에 비하여 수소의 함량이 높기 때문에 오일과 가스를 형성하게 되고 대륙의 식물로부터 유래한 석유는 탄소의 함량이 커서 주로 가스를 형성하게 된다.

유기물질이 탄화수소로 전환하는 과정은 동일한 시기에 퇴적된 유기물의 경우를 고려하면 시간이 경과할수록 매장지의 위치가 지하로 깊어지면서 매장지 부근의 온도가 증가하고 일정한 온도에 도달하면 오일과 가스로 전환된다. 예를 들면 약 3백만년전에 형성된 것으로 추정되는 제3기 암석에 포함된 유모가 석유로 전환하려면 섭씨 130도 정도의 온도가 필요하고 5억년전의 캄브리아기(Cambrian)의 암석은 65도 정도의 온도면 충분하다. 만약 원암이 너무 고온에 유지되면 유모는 완전히 탄화되어 가스로 전환할 것이다. 유모가 탄화수소로 전환이 시작되는 원암의 상태를 숙성(mature)하였다고 부르고 탄화가 완료되면 과숙성(post mature)이라고 부르며 원암의 상태가 숙성된 곳을 탄화수소 키친(hydrocarbon kitchen)이라고 부른다.

석유를 다량 포함하는 유철암(油頁岩, oil shale)은 원암중의 석유가 이탈하지 않은 상태에서 자연적으로 발견되는 암석으로서 콜로라도, 모로코, 오스트랄리아 등에 상당히 많은 양이 매장되어 있다. 이 원암중의 석유를 회수하는 방법은 간단히 설명하면 원암을 분쇄하여 쪼뚫(retort)에서 가열하여 탄화수소물질을 얻는다. 또한 모래속에 석유를 포함하는 유사(tar sand)도

지구상에 곳곳에 존재하는데 이로부터 석유를 회수하는 방법도 유사하다. 이들 석유의 정제는 오일과동이 후 1980년초까지 한창 유가가 높을 때 미국에서 상업화를 위한 개발이 시도된 기술로서 기존 원유와 비교할 때 탄소의 함량이 높기 때문에 외부에서 수소를 보충하여야만 제품으로 사용될 수 있다.

석유의 사촌적인 석탄은 삼림지대나 늪지대의 수목으로 부터 유래한 것으로서 지하에서 열에 의한 탄화작용에 의하여 가스과 액상물질이 점차 휘발하여 형성된 것이다. 탄화의 정도에 따라 유기물질의 함량이 50% 이상인 이탄(peat)에서부터 출발하여 갈탄(lignite), 역청탄(bituminous coal), 무연탄(anthracite)으로 자연에 존재하는데 국내에서 채취되는 무연탄의 거의 전부는 탄소이다.

원암을 이탈한 석유는 저유암(reservoir rock)에 축적되거나 지상으로 유출된다. 지질학자들은 탄화수소기친과 저유암의 지질분포를 조사하여 석유탐사에 이용한다. 원암으로부터 석유가 저유암으로 원활히 이동하기 위하여 저유암의 구조는 모래나 사암으로 형성되거나 또는 내부가 다공성인 암석(예를 들면 석회암)이어야 한다. 또한 석유가 축적되기 위하여서는 저유암

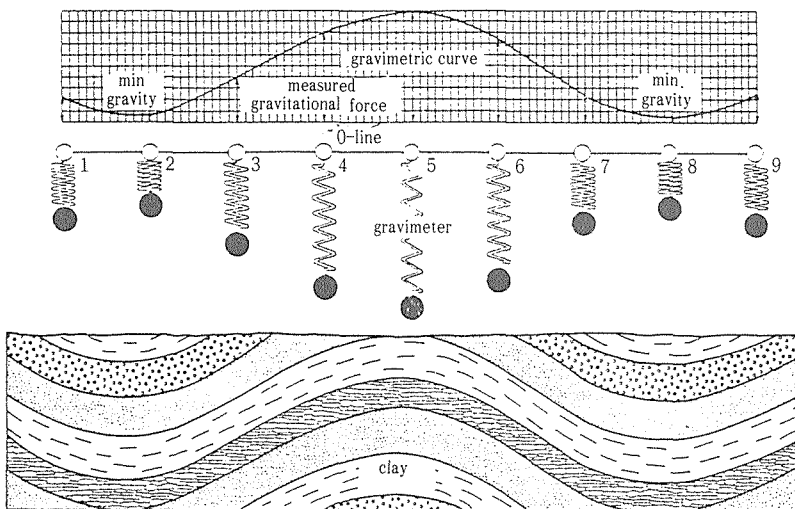
의 상부와 옆은 비다공성의 암석으로 둘러싸여야 된다. 이러한 지질구조를 갖는 대표적인 것은 지층이 위로 볼록한 배사트랩(anticlinal trap)으로서 이러한 구조 외에도 여러 형태의 트랩구조에서 석유가 발견될 수 있다. 트랩중의 석유는 물층위에 오일이 위치하고 그 위에 가스가 위치하며 물은 거의 소금물이다. 따라서 채취된 원유를 정제하기 이전에 원유중의 염분을 제거하는 탈염공정(desalter)을 거치게 된다.

석유매장 가능지역을 발견하기 위한 탐사는 먼저 지표구조를 파악하기 위한 공중촬영인데 현대에는 인공위성을 이용한다. 지하구조는 지표와는 무관할 수 있기 때문에 지구물리 전문가에 의한 다음 단계 탐사작업이 진행된다. 이 목적을 위하여 몇가지 방법이 사용될 수 있다. 하나는 중력계를 사용하는 방법으로써 탐사지역의 공중에서 정밀한 중력측정장치를 사용하여 지하밀도를 측정하는 것이다. 예를 들면 지층이 위로 볼록한 배사트랩에서 중력은 최대이고 그 양옆의 옅은 부근에서는 중력이 최소이다. 따라서 석유매장이 가능한 곳의 위치를 파악하는 도구로 사용될 수 있다. 여기서 비교적 복잡한 지형에서의 관측결과는 수학적인 방법에 의하여 분석된다. 다른 방법은 지하의 자기

력을 측정하는 것이다. 자기력은 지하의 암석의 자성에 따라 변화하기 때문에 이러한 특성을 이용하여, 예를 들면, 해양바닥의 암석이 화산의 분출에 의한 용암인지 또는 석회암인지를 구분할 수 있다. 석회암은 퇴적암이므로 석유의 발견 가능성이 더 높다.

이상에서 언급한 방법들은 비교적 단순하여 예비탐사에 사용되는 방법들이다. 아래에서 설명할 지진계를 사용하는 탐사는 비교적 많은 비용이 들

〈중력탐사〉



며 시험공 시추를 결정하는 최종단계이다. 이 방법은 한지점에서 음파를 발생하여 여러 위치에서 음파를 감지한 후 그 결과를 해석하여 지하구조를 밝히는 것이다. 1960년 이전까지는 음파발생을 위하여 다이내마이트를 사용하였으나 현재는 안전을 고려하여 압축공기를 사용한 에어건(*air gun*)을 사용한다. 해양에서는 해수표면에서 바닥으로 에어건을 발사하면 음파가 지각에 접촉할 때 일부는 반사되고 일부는 아래층으로 투과되어 다시 반사된다. 그런데 각 지층의 암석의 성질이 다르기 때문에 반사된 음파의 형태에서 변화를 가져오게 된다. 이 반사 지진파를 수면에서 감지하여 전기신호로 바꾸어 기록하게 된다. 육지에서는 각 곳에 마이크와 유사한 장치를 사용하여 음파를 전기신호로 변환한다. 해양에서 지진파를 수신하는 장치는 스트리머(*streamer*)라고 불리는 가는 케이블로서 1내지 3km의 연결된 케이블에 약 1,000개의 센서를 설치하여 신호를 시간에 따라서 받아들인다. 여기서 얻어지는 방대한 데이터는 숫자로 변환되어 전산처리된다. 이 분야의 기술은 물리학, 전자공학의 신호처리 기술이며 처리결과는 암석의 배치구조를 밝혀준다. 이와같은 기술은 고도의 전문성을 요구하는 것으로서 앞으로도 지속적인 기술 향상이 기대되는 분야이다.

모든 탐사결과를 종합하여 최종적으로 석유매장 위치와 깊이를 예측하게 되고 확인을 위하여 시추공을 뚫는다. 석유가 발견되면 유전의 범위를 측정하고 상업성을 조사하기 위한 각종 데이터를 취하여야 한다. 그 이후에도 석유생산을 경제적으로 수행하기 위하여 시추설비의 선정과 시추방법에 대한 정밀한 조사를 실시한다. 이 때에는 지구물리,

석유공학, 기계공학, 토목공학등의 전문가들이 참여한다. 따라서 석유탐사와 그 생산은 매우 광범위한 사업임을 알 수 있다. ♣

