

2008년 2학기 에너지자원과 미래

에너지자원산업의 이해

2008. 9. 23.

허은녕

1

목 차

- I. 에너지자원산업을 바라보는 관점
 - 에너지자원 및 에너지자원산업의 정의
 - 에너지자원문제의 전개과정
- II. 에너지자원산업이 가지는 특성
 - 에너지자원산업의 산업적 특성

2

I . 에너지자원산업을 바라보는 관점

- 에너지자원, 에너지자원산업의 정의
- 에너지자원문제의 전개과정

3

1. 에너지자원의 정의 (1)

• <자연자원>의 개념 :

- “주어진 기술과 경제적, 사회적 조건하에서 인간이 유용하게 이용 할 수 있는 자연상태의 생물과 무생물”
 - ⇒ 20세기 초반해도 알루미늄이나 석유는 자원으로 취급되지 않음.
 - 자연자원 개념의 역사적 변천
 - * 미가공 직접사용 가능 재화(목재, 용수 등) → 중간 투입재(제련용 동광석, 철광석 등) → 중간 변환공정 투입재(산업공정, 수송기계 연료 등) → 자연시스템으로의 가치(자연공원 등)
- ⇒ 개별 재화로서의 활용과 자연시스템으로서의 활용 중 선호에 대한 논란

4

1. 에너지자원의 정의 (2)

- 자연자원의 분류

- ① **저량자원(Stock Resources)**: 고갈성 자원의 모든 것.
중량계측 가능하며, 화학적 조성 구조로 표현이 가능
- ② **유량자원(Flow Resources)**: 시간에 따라 일정량이 재생
(태양열, 풍력, 조력자원)

- **경제학적 의미의 자원**:

“기원이나 존재가 자연현상이나 자연에서 자율적으로 일어나는 과정에 의해 생성된 것으로서, 생산이나 소비에 이용되는 경제적 요소”

⇒ **희소성, 고갈성, 세대간의 분배 문제가 발생되며,**
이러한 문제들의 해결이 자원경제학(資源經濟學)의 학문적 지향점

5

1. 에너지자원의 정의 (3)

- **고갈성(exhaustible, non-renewable) 개념의 확대**

- ① **물, 공기 등 환경재화의 추가** ⇨ **환경경제학으로의 확대**
기존에 renewable로 보았던 물, 공기 등이 환경재화에 대해서도 고갈의 개념을 적용 (깨끗한 공기, 마실 수 있는 물 등의 차등 시도)
- ② **기술, 지적재산권으로의 확대** ⇨ **기술경제학으로의 확대**
기술 및 지적재산권 등 무형재산에 대해서도 고갈의 개념 적용하여 가치평가

- **경제학적 의미의 고갈 (economic exhaustion)**

“물리적으로는 자원이 여전히 존재하나 **생산비용/환경비용 증가나 수요감소로 인하여, 더 이상 시장에서 공급되지 않는 현상**”

6

1. 에너지자원의 정의 (4)

고갈성 에너지자원의 분류법

- ① **자원량 (Resource)**
고갈성 자원의 모두. (지구에 존재하는 총량)
석유 400년, 석탄 800년 등
- ② **가채 매장량 (Reserve)**
현재의 기술력과 경제성에서 생산 가능한
자원량 (시간과 조건에 따라 변함)
석유 40년, 석탄 120년 등

조건: **기술력, 경제성**의 두 가지 factor 고려 (McKelvey Diagram)

- 기술력: 자원을 찾아내는 능력 (기술개발)
- 경제성: 자원 생산의 경제성 (공급원가 및 수요-시장가격)

McKelvey Diagram
illustrating resource/reserve terminology (USBM/USGS) (2007)

| | Identified resources | | Inferred | Undiscovered resources | | |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------------------------|-----|--|
| | Demonstrated | | | Probability range | | |
| | Measured | Indicated | 90% | 50% | 10% | |
| Economic | Reserves | | Inferred reserves | Resources estimated in the reports | | |
| Marginally economic | Marginal reserves | | Inferred marginal reserve | | | |
| Sub-economic | Demonstrated sub-economic resources | | Inferred sub-economic reserves | | | |

1. 에너지자원의 정의 (5)

당장에 화석연료 고갈? NO!

- ① 현재의 가채매장량은 확대 가능
경제성, 기술개발 등으로 확대 가능한 개념
그러나 '값싼' 석유는 고갈되어가고 있음이 인정됨
- ② 경제적 고갈은 가능
국내 석탄의 사례 (가격 및 이용편리성)
그것보다는 환경문제로 사용이 줄 확률이 더욱 큼

기후변화협약이 본격적으로 진행될 경우,
선진국의 화석에너지사용 감소로 가격 하락할 수 있어
물리적 고갈은 당분간 다가오기는 힘들

1. 에너지자원산업의 정의 (1)

에너지자원산업의 형태

- ① 공공기업과 민간기업
한국전력공사, 한국석유공사, 한국가스공사, 대한광업진흥공사
SK에너지, GS칼텍스, 고려아연, 풍산, 영풍, 삼천리, 대성, 경동
전세계 대부분 국영기업(NOC) 또는 대형회사 위주
- ② 상류, 하류
자원개발(에너지자원의 채취, 획득)분야를 '상류' 라고 하고
자원판매(도매 및 소매) 분야를 '하류' 하고 함

세계적인 에너지자원기업은 대부분 상류 및 하류를 동시에 가짐
우리나라 기업은 상-하류 모두 가진 기업 없음
상류부문의 이익이 하류부문 보다 큼

1. 에너지자원산업의 정의 (2)

에너지자원산업의 주변여건

① 국제시장

NYMEX, COMEX, LME, Rotterdam

석유시장 : 원유시장 (WTI, Arabian Light)

제품시장 (gasoline, diesel, kerosene)

② 국내시장

전기 : 발전자회사-전력거래소-한전-소비자

석유 : 정유회사-대리점-주유소-소비자

가스 : 한국가스공사-도시가스회사-소비자

광물 : 수입회사-도소매-소비자

2. 에너지자원문제의 전개과정 (1)

제1기 : 자원의 자급자족 시대

인류발생부터 산업혁명(18C)까지

- 자연자원의 희소성으로, 자연자원의 획득이 가장 중요한 경제활동
- 희소성 극복을 위한 다양한 사회적 시도
 - ※ 수렵, 채취 → 목축과 경작
 - 원시사회주의 → 노예제도
- 생산 에너지의 대부분을 인력에 의존, 희소성 극복에 구조적 문제
- 자연자원의 희소성의 극복이 지연되며, 생활수준 및 경제활동의 향상에 한계
 - 소량생산 소량소비의 시대
- 고전학파 경제학자들의 관점이 자원문제를 보는 주류 (Malthus등)

2. 에너지자원문제의 전개과정 (2)

제2기 : 자원의 대량생산/대량소비 시대의 개막

산업혁명(18C말) 부터 1960년대 후반

- 생산기술의 혁신과 자본축적으로 자연자원의 희소성의 극복
 - * 1783년 Watt의 증기기관 발명 : 기계력에 의해 생산활동 확대
- 급격한 경제성장/인구증가 → 자원의 자급자족 불가
 - 자원확보를 위한 국가의 정치-경제적 개입을 정당화
- <제국주의> 등장으로 자원획득 경쟁의 격화
 - ※ 지하자원의 대규모 공급원 확보 필요 → 서구의 식민지 쟁탈전 발생
 - ※ 후발자본주의 국가들의 경우 자원확보를 위한 경쟁력에 구조적 문제
 - 자원확보전쟁으로서, 두 차례의 세계대전이 발생
- 신고전학파의 경제학적 관점:
 - 자연자원의 경우도 단순한 생산재화로 취급(현대 경제학의 한계)

13

산업혁명에 따른 사회 변화에 대한 학문적 인식

- ①보수주의자 : 기존의 봉건적 가치관의 정당성에 대한 주장
영주, 지주의 권익에 대한 논리적 근거 제시
생산, 소비의 요소로서 자연자원의 중요성 강조
예) Malthus 등
- ②(고전적) 자유주의자 : 산업 자본주의 정당성에 대한 주장
자본주의의 지배적 이데올로기를 제공
자본의 가치, 시장기능의 중요성 강조
예) Adam Smith, J. Recardo
- ③사회주의자 : 노동가치의 정당한 배분과 사회적 정의에 대한 주장
생산에 있어 노동가치의 중요성 강조
예) William Godwin, K. Marx 등

14

2. 에너지자원문제의 전개과정 (3)

제3기 : 자원민족주의의 시대

1960년대 말부터 1980년대 중순까지

- 자연자원의 고갈, 희소성 문제의 다시 대두 (식민지 해방과 관련?)
 - 선진국의 경우 다국적 자원기업을 통한 제3세계 진출을 시행
 - ※ 자원보유국과 수익배분구조의 구조적 문제
 - * 식민지 해방 후 자원보유국의 협상 영향력 제고
 - * 냉전시대 : 제3세계 국가의 정치적 입지 제고의 기회
 - 자원민족주의 대두 : OPEC 등 자원 공급자 중심의 국제기구 탄생
 - 공급 측의 문제에 기인한 2차례의 석유파동 발생
- 고갈문제 등 자원경제학의 발전
→ 에너지/자원을 거래하는 본격적인 국제시장의 탄생 유도
→ 환경시스템이 <자원이용>의 한계로 작용한다는 새로운 인식 시작

15

Rome Club

- 1968년 20여개국 70여명의 학자로 구성된 인구-자원-환경문제 연구단체
 - 1972년 Donald Meadows를 중심으로 "Limit to Growth" 출간, 자원 환경문제의 심각성을 경고(Neo-Malthus 주의)
 - 인구증가, 공업화, 식량 및 자원고갈, 환경오염으로 인류의 경제성장은 50년 내에 한계에 도달
 - 현 자원수요 증가율은 기술진보, 자원대체에도 불구하고 석유, 주석, 수은 등 주요 자원이 20-40년 내에 고갈 (?)
- ※ Meadows는 1980년 "The Global 2000" 출간
- 2000년 까지 매년 1억명씩 인구증가
 - 개도국 산림자원의 40% 감소
 - 물부족 및 사막화현상 심화
 - 2000년까지 20%의 생물 종이 소멸

16

2. 에너지자원문제의 전개과정 (4)

제4기 : 신자유주의 시대

1980년대 말부터 20C 끝까지

- 서방 선진국 자본에 의한 세계 경제질서의 재편기
 - * UN의 정치적 역할 쇠퇴와 IMF등 신 국제경제기구의 역할 활성화
 - * GATT 체제의 교역 질서가 WTO 체제로의 전환
 - * 국제자원시장기능 강화 (현물시장, 선물시장, 옵션시장, 금융펀드 등)
 - * 기술개발로 인한 자원생산비용 감소 → 신자유주의적 개념 부활
- 냉전종식과 함께 미국의 1인 강자시대의 도래, 국제자원질서의 재편
 - ⇒ 이라크, 유고, 아프가니스탄 침공을 통한 자원시장의 안정 도모
- <환경과 자원이용의 조화> 문제의 등장
 - ⇒ 온실효과, 엘리뇨, 폐기물에 대한 자연계의 수용한계 등
 - 관련 국제기구(IPCC) 및 국제협약(Rio 선언, Kyoto protocol) 등장
- 자원의 생산측면 이외의, 합리적 이용에 대한 제도 구축작업이 시작
 - ⇒ 지속가능한 자원개발, 세계기후협약 등 수요 관리 제도화

17

Barnett, Morse : "Scarcity and Growth"

- Rome Club의 학문적 접근방법에 의문제기
 - 자원고갈에 따른 가격기능을 통한 자원대체, 기술진보를 과소 평가했음을 비판
 - 1870 - 1957년 까지 미국의 자원생산량과, 생산비자료의 실증분석
 - 식량 및 광물자원의 경우 실질가격 및 생산비용이 하락
- ※ Kerry Smith는 1972년 까지 상기자료를 연장분석
(Natural resources scarcity: A statistical Analysis 1979)
- 동일한 연구결과 취득

18

2. 에너지자원문제의 전개과정 (5)

제5기 : 신자원민족주의 시대의 도래 ? [21C 초반 이후]

- 자원(석유)고갈 문제 재 대두 ?
 - * 석유생산 정점에 대한 논쟁 시장 : 2010? 2050?
 - * 중국 등 BRICs의 성장 (모두 대형국가)
 - ⇒ 자원수요 급증으로 자원 전반에 걸쳐 공급부족/가격 급등 수요에서 기인한 파동으로 장기적 지속 전망
- OPEC의 시장점유율 다시 상승
 - * 석유생산의 50% 이상 점유시 석유 시장통제력 급증
' 70년대 50%내외 → '90년대 25%까지 하락 → 현재는?
 - * 향후 20년 이상 석유 생산 가능 국가 : 사우디아라비아, 이란, 이라크, 쿠웨이트 UAE 등 중동지역 5개국 뿐
 - ※ 이들 5개국도 과장된 매장량 : OPEC 생산량 쿼터를 매장량 기준으로 할당
 - ※ 북해, 동남아 유전 고갈, 시베리아는 천연가스가 주로 부존

19

낙관론 VS 비관론

- 낙관론 : Herman Khan "The next 200 Years"
 - ⇒ 과학기술의 발전, 가격기능의 작용에 의한 대체재의 개발 등으로 환경 및 자원문제의 해결로 인류의 번영 지속
- 비관론 : 기술의 한계
 - ⇒ 자원의 희소성 문제는 구조적인 것
환경-자원문제로 결국은 파국을 초래

20

2. 에너지자원문제의 전개과정 (6)

-석유 공급부족으로 자원민족주의 재 대두 ?

- 석유매장량 90% 이상이 NOC (National Oil Co.) 소유
- 베네주엘라 등 상당수 국가들 광권 국유화
- 러시아 자원패권주의 : CIS 국가에 대한 정치적 통제력으로

- 낙관론적 견해 상존 (USGS)

- * Conventional Oil : 1조 1477억 bbl
→ 3조 bbl (Non Conventional Oil)
- * 석유생산 정점은 2040년 이후로 추정

- 환경문제로 인한 수요감소와 경제개발로 인한 수요급증

- * 화석연료에 대한 수요의 변동방향이 향후 중요 변수
- * 공급부문에서는 기술개발(혁신)이 중요 변수로 예측

21

II. 에너지자원산업이 가지는 특성

- 에너지자원산업의 산업적 특성

22

1. 에너지자원산업의 산업적 특성

※ 에너지 자원이 일반 시장재화와 구별되는 특징

- 희소성, 고갈성
⇒ 수요공급 및 가격결정과정의 일반재화와 상이, 기존의 경제이론과 다른 학문적 접근방식을 요구
- 중간재임과 동시에 소비재
⇒ 산업생산의 주요원료임과 동시에 소비자 직접수요도 발생, 두 가지 성격을 동시에 고려하여야 함
- 간접적 사용
⇒ 에너지소비자는 '사용기기'를 통하여 빛, 열, 동력 등의 형태로 사용
- 공급산업은 대규모 투자 / 장기 투자 / 고위험
⇒ 에너지자원 공급산업은 대부분 중후장대 장치산업 대규모/장기투자가 필요하여 소규모 업체가 참여하기 어려움

23

1. 에너지자원산업의 산업적 특성 (1)

□ 긴 투자회임기간

- 대규모 자원개발사업의 경우
기초조사 - 탐사 - 개발의사결정(feasibility study)
- 생산위한 플랜트/인프라 건설에 5-10 년 소요,
총 투자비의 10-20% 투입
- 가격에 대한 공급탄력성이 타 재화에 비해 매우 낮음
- 가격형성의 불안정, 자원가격파동의 높은 잠재력
- 투자시기와 시장조건의 불일치 :
 - * 호황기 투자 - 불황기 도래 - 생산시설 폐쇄 - 호황기 도래 - 가격폭등
 - * IMF 금융위기 때 국내기업 보유 해외자원개발사업 단기경영개선 위한 구조조정으로 매각

24

○ 자원개발사업의 단계

- 기초조사 단계 (Basic Survey)
- 탐사 단계 (Exploration)
- 개발 단계 (Exploitation)
- 생산 및 판매 단계 (Production and Sales)

○ 자원개발사업의 구성 요소

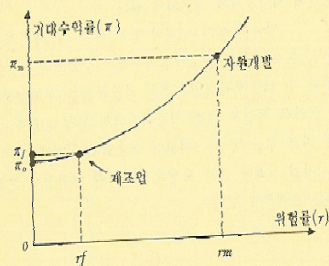
- 조사/탐사
- 시추
- 경제성평가 (판매 및 금융 포함)
- 운영 (재료구매, 인력운영, 수송/설비 등)
- 폐자원 처리
- 법/제도 (해당국가 제도)

25

1. 에너지자원산업의 산업적 특성 (2)

□ 높은 투자리스크

(그림 3) 투자위험률과 기대수익의 관계



- 자원개발사업의 경우 장기간 투자기간을 중심으로 한 높은 불확실성으로 인한 투자리스크가 높음
- 자원개발사업의 투자결정 시 타 사업에 비하여 높은 기대 수익율을 필요로 하기에 다른 투자행태를 보임

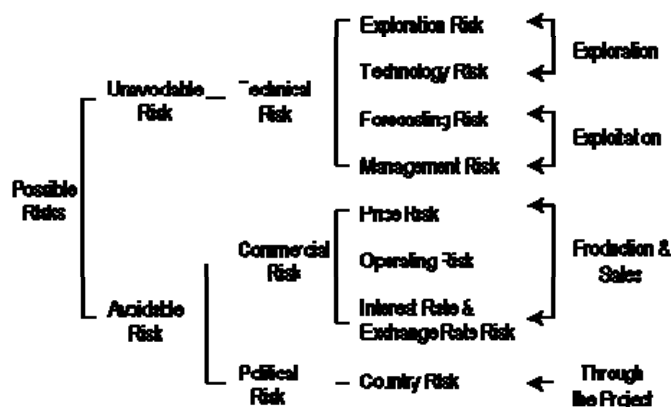
26

자원개발사업의 단계와 단계별 리스크 (위험요인)

| Project Stage | Possible Risks | Major Sources |
|--|---|--|
| Exploration (탐사단계) | Exploration Risk (탐사) Technology Risk (기술) | Geophysical Environment Exploration Technology |
| Exploitation /Development (개발단계) | Forecasting Risk (예측) Management Risk (경영) | Forecasting Market Trend Decision Making Model |
| Production & Sales (생산 및 판매단계) | Operating Risk (운영) Price Risk (가격) Interest Rate & Foreign Currency Risk (금리외환) | Market Supply and Demand Volatility of Market Factors |
| Through the Project (전단계) | Country Risk(국가) | Political Unstability |

27

회피가능 여부별 리스크 분류



28

1. 자원산업의 산업적 특징 (3)

□ 시장 실패

- 광물자원(석유)의 경우 공공재적 특성을 가진 시장재
 정상시 : 시장재적 속성을 갖고 시장 기능에 의해 수급 조절
 비상시 : 전략 물자로서 공공재적 중요성
 ※ 정부는 적절한 규모의 에너지 및 자원의 확보 추진 필요
- 자원산업의 경우 대규모 초기 투자가 필요
 ⇒ 시장 진입의 어려움 및 시장실패 요소(Market Failure)가 있어 시장
 을 통한 효율적 자원 배분에 차질이 빈번히 발생
 ※ 전기, 가스, 통신, 수도, 에너지, 자원산업 등
- 정부는 공공이익을 위하여 시장개입을 통해 자원 수급 조정 기능
 수행 : 자원의 경우 초기 공기업을 통한 산업성장이 일반화

29

1. 자원산업의 산업적 특징 (4)

□ 공급 독점 유발

- 막대한 초기투자, 긴 투자회임기간, 높은 투자 위험 등
 '규모의 경제' 를 통한 편익 유발 가능성이 매우 높음
- 또한 자원의 희소성, 자원부존의 지역적 편재성 등이 높음
 ⇒ 대규모 소수 독점기업의 자원 공급 지배 가능성이 높음
 [※ 공공재/외부성 등 추가적인 요소 역시 이를 부추김]
 [※ 자원산업의 국가독점운영에 대한 학술적 기반]
- 완전경쟁시장의 생산량 결정 : 수요 = 한계비용(공급)
 → 시장가격 결정
 ⇒ 독점시장에서의 생산량 결정 : 한계수익 = 한계비용(공급)
 → 독점가격 결정

30