

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**

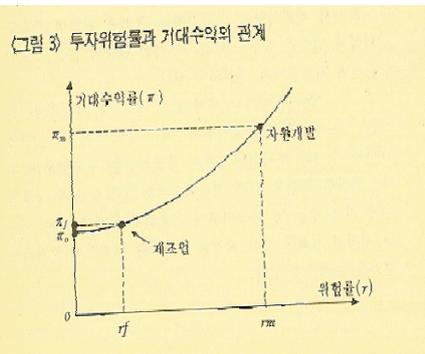
- 기초조사 단계 (Basic Survey)
- 탐사 단계 (Exploration)
- 개발 단계 (Exploitation)
- 생산 및 판매 단계 (Production and Sales)

○ **자원개발사업의 구성 요소**

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

1. 에너지자원산업의 산업적 특성 (2)

□ 높은 투자리스크



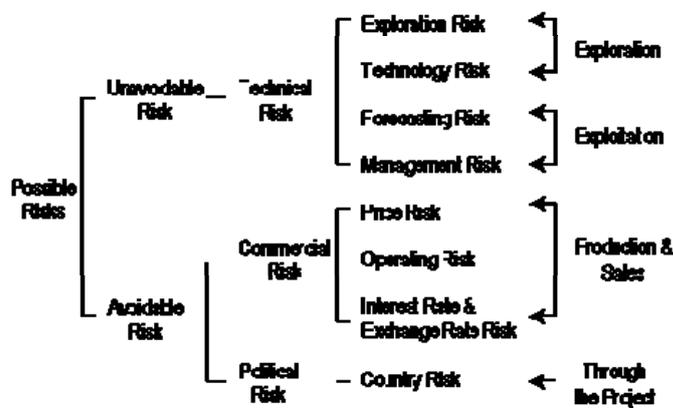
- 자원개발사업의 경우 장기간 투자기간을 중심으로 한 높은 불확실성으로 인한 투자리스크가 높음
- 자원개발사업의 투자결정 시 타 사업에 비하여 높은 기대 수익율을 필요로 하기에 다른 투자행태를 보임

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