

에너지자원 수급 전망 분석 및 최적 기술 개발 대안에 관한 연구: 석탄활용기술 중심

이성곤* · 김종욱 · 윤용진

한국에너지기술연구원 에너지정책연구부 정책연구센터
(2006년 6월 7일 접수, 2006년 10월 28일 채택)

A Study on World Energy Outlook and the Optimal Alternatives for Energy Technology Development: Focusing on Coal Utilization Technology

Seong-Kon Lee[†], Jong-Wook Kim and Yong-Jin Yoon

Energy Policy Research Department, Korea Institute of Energy Research
(Received 7 June 2006, Accepted 28 October 2006)

요 약

최근 배럴당 \$60/bbl(Dubai유 기준) 이상의 지속적인 고유가를 비롯하여 에너지를 둘러싼 에너지 환경의 급속한 변화로 인하여 에너지자원 동향 및 수급 전망부문은 에너지분야 뿐만 아니라 국가경제 전반에 중요한 요인으로 작용하고 있다. 특히 우리나라는 에너지다소비국(세계 9위)으로 에너지의 약 97%를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 한국의 경제는 이러한 이유로 세계 에너지 자원동향과 전망에 직접적인 영향을 받는다. 또한 우리나라가 2013년 온실가스감축대상 부속서 1(Annex 1)국이 될 경우 기후변화협약의 발효는 막대한 경제적 타격을 입을 것으로 예상된다. 본 연구에서는 주요 1차 에너지원인 석유, 석탄, 천연가스 등 주요 에너지자원의 수급동향을 체계적으로 분석하였다. 그리고 고유가시대 도래, 기후변화협약 대응, 나아가 수소경제사회구현과 같은 이러한 에너지 환경요인을 고려하여 수소경제사회로 나아가는 사고 역할을 할 수 있는 에너지 기술개발 정책의 최적 기술개발 대안을 제시하였다.

주요어 : 에너지수급전망, 석탄활용기술, 고유가, 기후변화협약, 수소경제사회

Abstract — The trend and outlook of energy supply and demand have an crucial effect on not only energy sector but also korean economy due to the rapid change of energy environments with continuous high oil price such as dubai crude oil price of above \$60 a barrel. Specifically, korea is the 9th largest energy consuming nation in the world and the 97 percentages of energy import totally depends on the import of energy resources in korea. Korean economy is influenced directly by the trend and outlook of world energy on account of that. Moreover, Should korea be the annex 1 country having responsibility for reducing its greenhouse gas emissions to 1990 levels by the year 2000, in 2013, The effectuation of united nations framework convention on climate change will affect korean economy severely. In this study, we analyze the supply and demand of primary energy resources such as petroleum, coal, and natural gas. we then suggest the optimal alternatives of energy technology development that play an important part, which will be a temporary bridge, in going forward with hydrogen economy in the aspects of energy policy.

[†]To whom correspondence should be addressed.
R&D Policy Research Center, Korea Institute of Energy
Research, Daejeon 305-343, Korea
Tel: 042-860-3036
E-mail: sklee@kier.re.kr

Key words : Energy supply and demand, Coal utilization technology, High oil price, UNFCCC¹⁾, Hydrogen economy

1. 서 론

최근 Dubai유의 가격이 배럴당 \$60/bbl 이상의 지속적인 고유가를 비롯하여 에너지를 둘러싼 에너지환경의 급속한 변화로 인하여 에너지 자원동향 및 수급전망부문은 에너지분야 뿐만 아니라 국가경제 전반에 중요한 요인으로 작용하고 있다.

유가 상승할 경우 물가상승, 소비 감소, 금리인상, 투자 감소, 노동자의 실질임금하락, 고용 감소, 수출입관련 교역조건악화 등으로 경상수지 악화 현상이 발생한다. 나아가 국민총생산의 감소를 통한 경기침체에 이른다. 특히 우리나라는 에너지다소비국으로 에너지의 약 97%를 수입에 의존하고 있는 실정이며 세계 에너지 자원동향과 전망에 직접적인 영향을 받는다. 또한 기후변화협약의 발효로 인하여 향후 우리나라가 온실가스감축대상국이 될 경우 막대한 경제적 타격을 입을 것으로 예상된다.

본 연구는 고유가, 기후변화협약, 수소경제사회구현 등 주요 에너지 환경을 고려하여 석유, 석탄, 천연가스 등 주요 에너지자원을 중심으로 이들 자원의 매장량, 생산량, 가체년수 및 향후 전망 분석을 체계적으로 분석하였다. 또한 분석된 에너지자원 수급 현황 및 주요 에너지 환경을 고려하여 수소경제사회로 나아가는 가교역할을 할 수 있는 에너지 기술개발 정책의 최적 기술개발 대안을 제시하였다. 본 연구결과는 향후 국가에너지의 안정적 수급 및 에너지 기술개발 측면에서 정책입안자 및 의사결정자(DM²⁾)의 정책 결정시 기초자료로 활용될 수 있다.

2. 방 법

에너지 자원의 수급동향 및 전망에 대한 선진국은 정기적으로 에너지자원의 수급전망에 대하여 분석하고 이를 DB³⁾화하고 있다. 특히 IEA⁴⁾나 미국 에너지정보청(EIA⁵⁾)과 같은 기관은 매년 에너지자원관련 동향 및 자료를 배포하고 Web으로 공개를 하고 있다. 우리나라의

경우 정기적으로 세계 에너지자원의 수급동향 및 전망에 대하여 IEA나 외부자료를 인용하고 있으나 미진한 실정이고, 에너지 전문연구기관에서 세계 에너지 자원수급 및 전망에 대하여 체계적으로 관리되어지고 있지 않다. 본 연구는 국내의 여러 연구기관 및 정부기관의 자료, 해외 선진기관의 최신 자료 및 정기간행물 등을 참조하여 에너지 자원의 수급동향 및 전망에 대하여 분석하고자 한다. 분석대상 자료는 IEA, EIA, EU research, NEDO⁶⁾, PNNL⁷⁾, BP⁸⁾ 등 해외 우수기관의 자료를 대상으로 하여 자원수급전망을 분석하고 이를 근간으로 우리나라의 에너지기술개발 최적 대안을 제시하고자 한다.

3. 주요 에너지자원 현황

3-1. 석유

유가는 작년 중순에 50달러 시대에 진입하여 현재는 2006년 4월 기준 Dubai유는 \$67/bbl로 고유가 시대가 지속되고 있다. Fig. 1은 O & Gas Journal, IHS⁹⁾ Energy 사, BP, OPEC, World Oil, USGS¹⁰⁾ 등 선진국 및 석유 메이저의 자료를 기준으로 한 것이며 기관마다 조사 방법의 차이로 인한 매장량의 차이가 존재하지만 매장량의 차이는 크지 않다. Oil & Gas Journal에는 석유 매장량을 약 1,722억 톤으로 추정하고 있다.

USGS의 낙관적 견해에서의 매장량은 3,574억톤으로

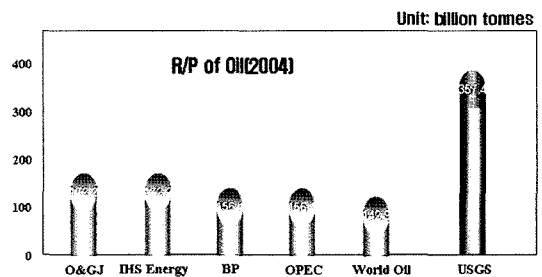


Fig. 1. Reservation/Production of oil (2004).

¹⁾UNFCCC: United nations framework convention on climate change

²⁾DM: Decision Maker

³⁾DB: Data base

⁴⁾IEA: International Energy Agency

⁵⁾EIA: Energy Information Administration

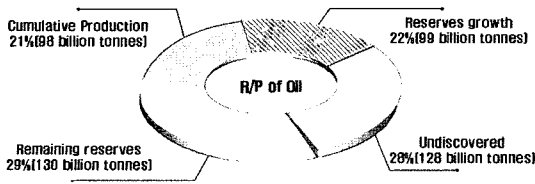
⁶⁾NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization

⁷⁾PNNL: Pacific Northwest National Laboratory

⁸⁾BP: British Petroleum

⁹⁾IHS Energy: Information Handling Service Energy

¹⁰⁾USGS:US Geological Survey



Reference: USGS(2000)

Fig. 2. USGS maximum R/P of oil (2000).

Table 1. R/P of oil. unit: million tonnes

	Reservation in 2003	Production in 2003	R/P
O & GJ	172,176		47
IHS	172,176		47
BP	156,128	3,697	42
OPEC	156,128	(BP 2003)	42
World Oil	142,936		39
USGS	357,408		97

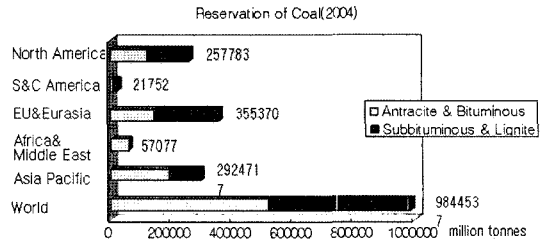
Reference: World Energy Outlook 2004, BP (2004) Statistics, USGS 2000

추정된다. Fig. 2와 같이 21%를 차지하고 있는 누적생산량(Cumulative Production)은 이미 채취되어 비축되어 있는 석유를 의미하며, 이를 제외한 부존량은 석유 매장량(3,574억톤)으로 정의 할 수 있다. 석유시추 및 추출기술의 진보에 따라 석유생산량 증가에 따른 석유 매장량 증가치(Reserves Growth) 990억 톤과 아직 확인되지 않고(Undiscovered) 신규 유전 개발에 따라 사용 가능한 석유 매장량 1,280억톤을 더한 값이 낙관적 견해에 따른 세계 석유 최대 매장량으로 추정된다.

석유의 가채년수(R/P¹⁾)를 살펴보면 Table 1과 같다. Oil & Gas Journal, HIP, BP, OPEC의 자료를 기준으로 하여 BP의 연간생산량 나누어서 산출한 결과 석유 가채년수는 약 39~43년으로 예상된다. USGS(2000)의 경우를 낙관적인 가채년수로 가정할 경우 약 97년으로 예상된다.

3-2. 석탄

석유와 비교하여 석탄의 장점은 석탄의 풍부한 매장량, 낮은 지역편재성, 저렴한 비용 등이 있다. Fig. 3은 세계 석탄 매장량을 나타낸 자료이다. BP사의 통계자료에 따르면 2003년 말 기준 전세계 석탄 매장량은 약 1조 톤으로 추정하고 있다. 미국 World Energy Council 2003에서 2002년말 검증된 석탄의 매장량은 약 9,070억 톤으로 약 200년간 사용할 수 있을 정도의 매장량으로



Reference: BP(2004) Statistics

Fig. 3. Reservation of coal (2004).

Table 2. R/P of coal. unit: million tonnes

	Reservation in 2003	Production in 2003	R/P
World (BP (2004))	984,453	5,127	192
North America	257,783	1,044	247
S & Cent. America	21,752	61	354
Europe & Eurasia	355,370	1,185	300
Africa&Middle East	57,077	245	233
Asia Pacific	292,471	2,588	113
WEC (2003)	907,264	5,127	177

Reference: BP (2004) Statistics, World Energy Council 2003

추정하였다.

석탄의 가채년수는 Table 2와 같으며 BP(2004) 자료를 기준으로 할 경우 석탄의 가채년수는 약 192년으로 예상된다. WEC(World Energy Council 2003) 자료를 기준으로 할 경우 석탄의 가채년수는 약 177년으로 예상된다. 낙관적 견해의 최대 사용 가능한 석탄의 가채년수는 약 200년으로 볼 수 있다. 2003년 연간생산량이 가장 많은 Asia Pacific지역의 가채년수는 113년으로 세계의 평균 가채년수의 절반을 넘는 수준이다.

Fig. 4는 석탄의 발전부문 비율로 2004년 한전전력통계자료를 기준으로 살펴보면 발전설비측면에서 석탄계가 약 30%, 또한 전세계 발전량 16,054TWh중 약 39%로 가장 많이 차지하고 있다.

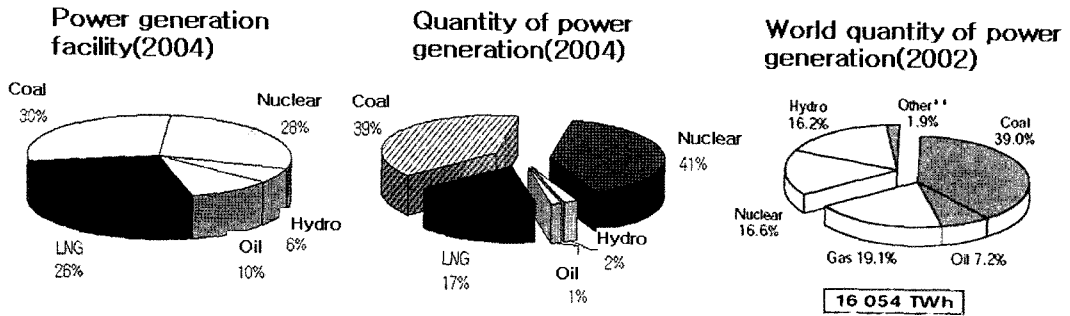
석탄은 과거의 사양산업이 아니며, 세계 발전부문에서 큰 역할을 차지하고 있으며 향후에도 지속적으로 전세계 발전 부문에서 중요한 부분을 차지할 것으로 예상된다.

3-3. 천연가스

천연가스의 매장량은 Fig. 5와 같다. BP사의 2003년 말 세계 가스 매장량은 약 176조 cubic meter로 추정되며, 세계 가스정보수집 국제기구인 Cedigaz는 세계 천연가스 매장량을 약 180조 cubic meter로 추정하였다.

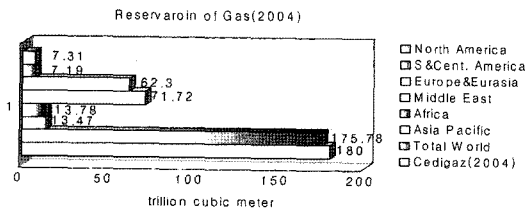
Middle East지역의 가스 매장량은 717억톤 cubic

¹⁾R/P: Reservation/Production



Reference: Korean electric power statistics(2004), World Energy Statistics(2004)

Fig. 4. Coal ratio in the sector of power generation.



Reference: BP(2004) Statistics, Cedigaz(2004)

Fig. 5. Reservation of gas (2004).

Table 3. R/P of natural gas. unit: billion cubic meter

	Reservation in 2003	Production in 2003	R/P
World	175,780	2,618.5	67.1
North America	7,310	766.3	9.5
S & Cent. America	7,190	118.6	60.6
Europe & Eurasia	62,300	1,023.9	60.8
Middle East	71,720	257.7	278.3
Africa	13,780	141.4	97.5
Asia Pacific	13,470	310.5	43.4
Cedigaz (2004)	180,000	2,618.5	68.7

Reference: BP (2004) Statistics, Cedigaz (2004)

meter로 기존 석유자원이 풍부한 지역에 천연가스가 많이 매장되어있고, 이는 전세계 매장량의 약 40%에 해당한다. Europe & Eurasia지역에 약 623억톤 cubic meter로 세계에서 2번째로 천연가스가 많이 매장되어 있다. 또한 러시아, 이란, 카타르 등의 3개국 이 전세계 천연가스 매장량의 약 55%를 보유하고 있는 실정이다. 천연가스의 가채년수는 Table 3과 같다. BP(2004)자료와 프랑스의 Cedigaz(2004)의 자료를 기준으로 할 경우 천연가스의 가채년수는 각각 약 67년 및 69년으로 예상된다.

지역별 천연가스 가채년수의 경우 Middle East, Europe & Eurasia, South & Central America지역의 가

채년수가 높게 나타났다. Middle East지역은 비록 가채년수가 약 278년으로 가장 많지만 상대적으로 연간 생산량이 Europe & Eurasia 지역에 비하여 아주 낮은 수준이다. 즉 Middle East지역의 천연가스 가채년수가 상대적으로 높지만 생산량이 낮기에 Middle East지역을 제외한 타지역의 천연가스 가채년수 평균은 약 54년으로 추정된다.

3-4. 종합

석유자원에 대한 낙관적 견해와 비관적 견해를 고려할 때 현재 세계적으로 오일생산의 Peak에 대한 비관적 견해가 지배적이다. 미국의 지질학자 Campbell은 2010년경에 Peak Oil에 이를 것이라고 예측하였고, 석유생산정점연구회(ASPO¹²⁾) 회장인 Kjell Aleklett 스웨덴 Uppsala Univ. 교수는 Peak Oil은 2008년경에 올 것이라고 예측하였다. 현재 에너지소비 10위국, 석유수입 4위의 에너지대소비국으로 2010년 석유생산량이 정점(Peak Oil)을 지나면 국내 석유 공급에 막대한 차질이 예상되며, 석유의 가격이 문제가 아니며 석유확보가 관건이 될 것이다.

Fig. 6의 미국 PNNL¹³⁾의 에너지장기수급 시나리오를 나타난 것으로 21세기 에너지시스템은 수소생산을 중심으로 한 경쟁기술들의 성공여부에 의하여 그 양상이 크게 달라질 것으로 전망된다. 시나리오 1의 경우 원자력, 신재생에너지기술의 보급이 크게 증가하지 않는 경우 CO₂ 포획 및 저장기술을 통한 화석연료 사용이 중요한 기술로 대두 될 것으로 예상된다. 시나리오 2의 경우 원자력, 신재생에너지 기술의 발전으로 이들 기술의 보급이 크게 증가할 경우 CO₂ 포획 및 저장 기술의 중요성은 감소할 것으로 예상되나 화석연료를 이용한 석탄활용 기

¹²⁾ASPO: Association for the study of peak oil and gas

¹³⁾PNNL: Pacific northwest national laboratory

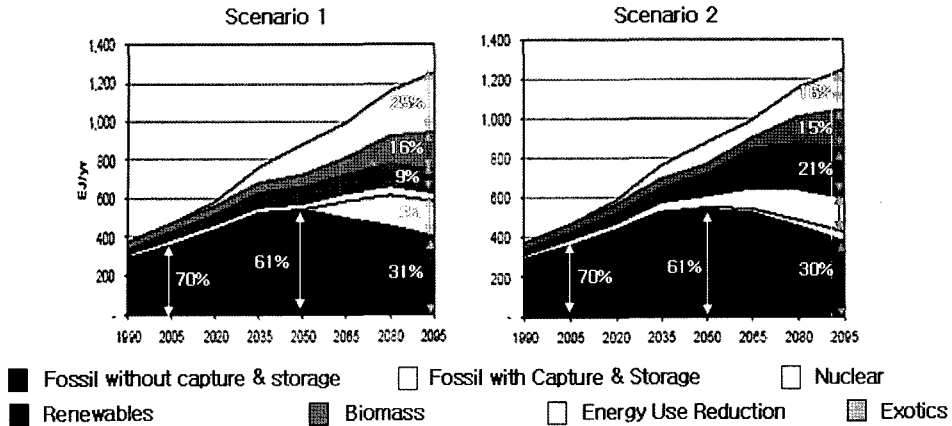


Fig. 6. Climate change technology scenarios.

술의 비중은 약 30%로 많은 비중을 차지할 것이다. 시나리오 1과 시나리오 2를 종합하면 석탄활용 기술 및 신재생에너지기술 개발이 2095년까지 중요한 역할을 차지할 것이다. 특히 석탄활용 기술은 2050년경 전체 기술 중 약 61%를 차지하고, 2095년경에는 석탄활용 기술의 비율이 감소하나 전체 기술 비율중 가장 많은 약 30%의 비율을 차지할 것이다.

약 200년간 사용할 수 있는 석탄의 풍부한 매장량, 석유와 비교시 석탄의 낮은 지역편재성 및 경제성, 그리고 Fig. 6의 에너지장기수급 시나리오 등을 근간으로 할 경우 수소경제사회로 나아가는 과도기적 과정에서 석탄활용 기술은 가장 중요한 가교역할을 수행할 것으로 예상된다.

4. 최적 기술개발 대안

4-1. 석탄활용 기술 동향

Table 4는 선진국에서 추진중인 석탄활용 기술 Program에 대한 것이다. 미국은 최근 2000년 초반부터 Vision 21 프로그램 실시, 2003년 석탄가스화에서 수소제조, CO₂ 분리회수까지 기술을 통합하여 Zero emission을 실현하는 1조 2000억원 규모의 FutuerGen 플랜트를 추진하고 있다.

일본은 2004년부터 2030년까지 C3 Initiative프로그램을 추진하고 있다. 이 프로그램은 석탄가스화 기술과 처리기술로 분류하여 기술개발 전략을 제시하고 있다. 특히 일본은 2004년부터 IGFC¹⁴⁾ 기술개발을 위하여 Eagle Project를 시작하여, IGCC와 연료전지를 결합한 고효율 발전시스템을 개발할 예정이다. 이와 관련하여 일일 약 150톤/일 규모의 Pilot plant를 운전중이며, 2006년부터 연료전지 시설을 추가하였고 2008년경에 상용화할 예정

이다. Hyper-Coal power 발전시스템의 경우 기술개발 목표로 비용대비 효과적인 Ash-free석탄의 확보이다. 추진실적으로 상용화를 위한 경제적인 범용 용매가 필요하며, Hyper-Coal 생산공정을 2007년에 개발할 예정이다. DME¹⁵⁾ 기술개발은 매연이 없고 SOx 등 공해배출이 적은 DME 제조를 목표로 하고 있다. 2005년에 일일 100톤/일 규모의 Pilot plant를 건설하였고, 2006년까지 성능평가 및 상업화 공정설계를 할 계획이며 약 2.5억불의 예산이 투자될 전망이다. Hyper-Ring 프로그램은 수성반응 및 CO₂ 흡수 등 반응을 단독반응기에서 촉진하는 기술로 2001년부터 5년간 수행하였다. 현재 80%의 사용가능 수소제조 기술을 확보하였고, 2004년부터 소규모 plant를 건설하여 Scale-up을 계획하고 있다.

유럽의 경우 1984년부터 6단계로 구분하여 EU연합의 Framework Program을 수행하고 있다. 현재 5차 Framework Program을 완료하고, 2002년부터 2006년까지 6차 Framework Program을 수행하고 있다. ENCAP¹⁶⁾, CASTOR¹⁷⁾, CO2SINK, CO2GEONET, ISSC 등의 CO₂ 포집 및 저장과제에 총 60.2 백만 유로를 투자하고 있으며, 2007년부터 2011년까지 7차 Framework Program 동안에는 석탄활용 기술에 대한 투자를 강화할 계획이다.

선진외국의 경우 대부분 청정석탄기술이 상용화 또는 실증단계 진입을 하였으나, 국내는 “기후변화협약체계 (UNFCCC, 1994.3)”을 계기로 “청정에너지 기술개발 5개년 계획(94-98)”의 일환으로 석탄 및 석유 등 주요 화석연료의 청정기술 확보를 도모한 바가 있다. 그러나, 이러한 기술은 기초기술 확보단계 수준에서 끝났으며, 2000

¹⁴⁾IGFC: Integrated coal gasification combined cycle

¹⁵⁾DME: Di-methyl Ether

¹⁶⁾ENCAP: Enhanced capture of CO₂

¹⁷⁾CASTOR: CO₂ from capture to storage

Table 4. Trend of coal utilization technology in advanced countries.

	Project	Technology	Outcome
US	Vision 21	- developing fundamental technology for FutureGen	- CO ₂ treatment technology for efficient coal fuel usage - budget: 3 billion dollars
	Clean coal technology program	- developing IGCC power plant	- starting in 1985 with DOE support - Texaco, Destec, and Kellogg, etc. perform R&D
	FutureGen	- integration of H ₂ production by coal gasification and CO ₂ separation	- zero emission plant plan in 2003 with 1 billion dollars. - CO ₂ capture, concentration and storage from coal gasification
Japan	IGFC-Eagle Project Integrated Coal Gasification Fuel Cell	- high efficient power system integrating IGCC and fuel cell	- operating 150 tons/day pilot plant - addition of fuel cell in 2006 - commercialization in 2008
	Hyper-Coal Power Generation System	- cost-effective ash-free coal is needed	- economical solvents for commercialization are needed - hyper-coal production process development in 2007
	DME from Coal Bed - Methane Project	- Production of DME which is smoke-free and less pollutants	- construction of pilot plant (100 tons/Day) in 2005 - design of commercial process till 2006 - expected investment : 0.25 billion dollars
	(Hyper-Ring) Hydrogen-Production Process	- Promotion of coal and water reaction/CO ₂ absorption etc. in single reactor	- 80% of H ₂ production technology - 5 years project from 2001 - Small scale plant construction from 2004
EU	Framework Program	- strategic plan for R&D of whole EU	- starting in 1984, Framework program divided into 6 Programs - completing 4th Program during 1994~1998, and 5th program during 1999~2002 - progressing 6th program during 2003~2006, which energy budget of 6th framework program is 2.1 billion euro (about 12% of total R&D budget, 18 billion euro) - targets of 6th programs are pollution control measures and eco-system development such as high efficiency waste-free power plant, and CO ₂ isolation

년 이후 기후변화협약 논란 이후 석탄활용 기술개발에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

4-2. 석탄활용 기술개발

석탄활용 기술개발은 석탄 직접이용기술과 변환이용 기술의 2가지로 분류한다. 직접이용기술은 연소와 석탄 전처리로 구분하며, 변환이용기술은 가스화와 직접액화로 구분한다. 석탄을 통한 생산물은 전기, 스팀, 수소, 액체연료, 석유화학연료가 있으며, 일부 기술은 현재 성숙 단계에 있고, 나머지 일부 기술은 기술개발단계 및 시작단계에 있는 실정이다.

석탄청정이용 기술은 분류층석탄가스화기술, 석탄가스

화 연료전지복합발전기술, 고품질석탄이용 고효율연소기술, 석탄이용수소생산 공정기술, 석탄 합성석유 및 고효율 전기동시 생산, 초고효율 발전(IFC) 등 다양한 기술이 있다. 그중에서 현재의 고유가 시대 및 에너지 환경을 고려할 경우 석탄을 이용하여 가스화후 액화를 거쳐 석탄 합성석유를 생산하고, 연료전지복합발전을 통하여 전기를 생산하는 기술로 발전과 석탄 합성석유생산에 초점을 맞추어야 한다. 현재 국내의 합성석유 생산수준은 벤치급 수준의 기초기술을 확보한 수준이다. 석탄가스화 복합발전(IGCC¹⁸⁾의 경우 석탄 3톤/일 규모 소형 가스

¹⁸⁾IGCC: Integrated gasification combined cycle

화 실증 플랜트와 연료전지는 100 kw급 이하로 수백MW 급으로 확대 개발 필요하며, 복합공장은 개념연구 수준이다. 미국의 복합공장 연구프로그램이 있으며, 남아공의 Sasol 공정, 중국의 합성 석유 생산 단위 공정 Project는 있으나 복합 공정은 전세계적으로 실현된바 없기에, 국산기술로 1호기 복합공장을 건설하여 실증실험을 통한 국산 공장설계 기술을 확보한 후, 국산기술로 2호기 복합공장을 건설하여야 한다. 단독으로 합성석유생산시 배럴당 25~40\$로 유가의 생산가격을 낮출 수 있을 것으로 예상된다.

5. 결 론

세계자원수급 전망의 체계적 분석을 통하여 석유, 석탄, 천연가스의 현황을 체계적으로 분석하였다. 본 연구 결과 화석에너지원중 풍부한 매장량과 저렴한 원가, 낮은 지역 편재성, 석유와 비교시 뛰어난 경제성이라는 장점을 가진 석탄자원을 이용한 석탄청정기술 개발이 최적 대안임을 알 수 있고, 선택과 집중을 통한 에너지기술개발 전략시 최적 대안으로 고려하여야 할 것이다. 또한 석탄청정이용 에너지기술개발을 통하여 고유가를 대비한 수송용 연료공급과 장기적으로는 수소경제구현이 가능할 것이다. Fig. 6의 기술전망수요전망에서 우리나라의 수소경제를 대비하여 수소경제로 나아가는 과도기적 과정에서 석탄활용기술과 신재생에너지기술이 중요한 역할을 할 것이다. 석탄활용 기술과 신재생에너지기술은 공급측면의 기술로서 단기적으로는 석탄의 장점을 활용한 석탄활용 기술개발에 역점을 두고, 장기적으로는 무공해 무한대의 신재생에너지기술 개발을 하여야 할 것이다. 그러나 현실적으로 우리나라의 경우 신재생에너지관련 자원량이 선진국과 비교시 다소 부족한 우리의 여건

을 감안할 때 수소경제로 나아가는 과정에서 석탄활용 기술은 커다란 역할을 할 것이고 석탄활용기술 개발에 보다 많은 비중을 두어야 할 것이다. 또한 수요측면의 기술인 효율향상 기술개발도 병행함으로써 국가에너지 안보 및 수소경제사회구현이 가능할 것이다. 이처럼 석탄활용 에너지기술 개발은 자원현황, 석유와 비교시 뛰어난 경제성, 에너지수급시나리오를 고려할 경우 수소경제로 나아가는 과정에서 최적의 기술 개발 대안이다. 또한 석탄활용기술 개발은 선진국을 포함한 전세계적인 Paradigm이다. 본 연구 결과는 향후 에너지분야 정책결정시 의사결정의 자료로 활용될 수 있다.

참고문헌

1. 김종욱; 이성곤. "세계에너지 자원수급 전망분석과 대책", 한국에너지기술연구원, 2005.
2. BP statistics of world energy, Jun 2004, British Petroleum, 2004.
3. Clean Coal Technologies in Japan, NEDO, 2004.
4. Energy in Japan 2005, Agency of Natural Resources and Energy, Ministry of Economy, Trade and Industry, 2005.
5. Energy End-Use Technologies for the 21st Century, WEC, 2004.
6. International Energy Outlook 2005, EIA, Jun 2005.
7. Keyword Energy Statistics 2005, IEA, 2005.
8. Resources and future availability of energy sources, ECN, 2005
9. World Energy Outlook 2004, IEA, 2004.
10. World energy, technology and climate policy outlook 2030, European Commission, 2005.