



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

국제유가 변동에 따른 국내 발전사의 천연가스
도입 가격과 계통한계가격의 상관관계 연구

**The relationship between the import price of natural gas
and system marginal price in Korea under oil price fluctuation**

김 민 호

한양대학교 공학대학원

2018년 8월

석사학위논문

국제유가 변동에 따른 국내 발전사의 천연가스
도입 가격과 계통한계가격의 상관관계 연구

**The relationship between the import price of natural gas
and system marginal price in Korea under oil price fluctuation**

지도교수 김 진 수

이 논문을 공학 석사학위논문으로 제출합니다.

2018년 8월

한양대학교 공학대학원

에너지자원공학 전공

김 민 호

이 논문을 김민호의 석사학위논문으로 인준함.

2018년 8월

심사위원장

성 원 모 (인)

심 사 위 원

김 선 준 (인)

심 사 위 원

김 진 수 (인)

한양대학교 공학대학원

국 문 요 지

본 연구는 국제유가 변동에 따른 국내 발전사의 천연가스 도입 가격과 계통한계가격(SMP)의 상관성에 대해 연구하였다. 글로벌 금융위기 이후 급락한 국제유가는 점차 상승하여 2010년 하반기에 배럴당 100달러대를 회복한 후에 다시 하락을 거쳐 다시 완만한 상승을 하는 양상을 보이고 있다. 우리나라와 같이 석유를 전적으로 수입에 의존하고 있는 국가에서는 국제유가 변동이 가계, 기업 및 국가경제 전체에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 국제유가의 변동요인을 정확히 파악해서 향후 유가상승에 대처하는 것이 중요하다. 국제유가 변동에 민감한 국내 사업 가운데 에너지산업 업종, 특히, 전력사업분야는 유가의 흐름을 항상 체크해야 한다. 또한, 국내 전력공급의 안정성 확보, 발전시장 경쟁을 통한 비용절감, 다양한 국내·외 사업추진에 따른 성장동력 창출 등 전력사업에 영향을 미치는 요소에 차지하는 비중과 그 중요성이 날이 갈수록 커지고 있다. 따라서, 본 연구는 먼저 국내 전력시장에 대하여 정의하고, 그 구조 속에 발전 설비별 연료 가격과 일본 수입원유 가격의 국내 발전용 LNG 원료비 영향을 조사하였다.

연구 결과, 계통한계가격(SMP)에는 국내 전력소비량보다 두바이 국제 유가와 일본 원유도입단가(JCC)에 더 유의미하게 영향을 받는 것으로 분석되었다. 시계열 분석 시 불안정한 시계열 변수들 간의 장기적 균형관계를 고려하여 오차수정 모형 활용이 가능하고, 두바이 가격과 일본 원유도입단가의 과거 값은 계통한계가격의 현재 값을 설명할 수 있는 예측치로도 활용가능함을 알 수 있었다.

목 차

국문요지	i
목 차	iii
표 목 차	iv
그림목차	v
제 1 장 서론	1
1.1 연구 배경 및 필요성	1
1.2 연구 목적 및 방법	2
제 2 장 국내 전력시장 개요 및 미국 전력가격	3
2.1 국내 전력시장 구조	3
2.2 전력시장 운영 절차	7
2.3 SMP 결정 요인	10
2.4 미국 전력가격	14
제 3 장 일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 원료비 영향	19
3.1 연료가격 설정	19
3.2 일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 도입 원료비 영향	22
3.3 시사점	26
제 4 장 국제 유가와 국내 발전용 LNG 가격의 상관관계 분석	27
4.1 가설 및 자료	27

4.2 연구 내용	29
4.3 분석 결과	31
제 5 장 결론 및 민간 LNG 발전사 발전방안 제안	33
참고문헌	35
ABSTRACT	37
감사의 글	39
연구윤리 서약서	40



표 목 차

<표 2-1> 발전설비 현황	5
<표 2-2> 국내 전력시장의 특징	6
<표 2-3> CBP 전력시장 운영 절차	9
<표 2-4> SMP 결정 요인	11
<표 2-5> 전력시장 참여 설비용량	12
<표 2-6> 전력거래량	13
<표 2-7> 연도별 SMP	20
<표 4-1> 회귀분석 결과	29
<표 4-2> 로그 회귀 분석결과	30

그림 목 차

<그림 2-1> 우리나라 전력산업 구조	4
<그림 2-2> 전력시장 운영 절차	8
<그림 2-3-1> 전력시장 참여 설비 용량	12
<그림 2-3-2> 전력거래량	13
<그림 2-4> 미국의 전력시장	15
<그림 3-1> 연도별 SMP	20
<그림 3-2> SMP와 국제유가 비교	21
<그림 3-3> 연도별 MMBtu 가격	25
<그림 4-1> SMP 가격결정구조 예시	27

제 1 장 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

국제 유가의 움직임은 가계의 소비 및 기업의 생산에 직접적으로 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라 국가의 거시 경제정책과도 밀접한 관련이 있다. 예를 들어 국제유가가 하락하면 개인의 소비 여력이나 기업의 생산원가에 바로 영향을 주며, 국제유가가 상승하면 우리나라의 GDP(Gross Domestic Product)가 감소하고 경상수지도 악화된다. 이렇듯 유가의 움직임은 가계, 기업, 정부에게 매우 중요한 관심사이다. 우리나라의 에너지가격은 국제유가 변동에 민감하게 반응한다. 특히 우리나라처럼 자원의 98%를 수입할 경우 하루하루 유가의 변동에 촉각을 세우며 에너지가격의 변화를 체크할 정도로 민감하다. 국제유가 변동에 민감한 분야는 정유, 항공, 해운 등이 있지만 전력을 생산하는 에너지 분야에서도 상당히 많은 연관성이 내포되어 있다. 우리나라는 2011년 9·15 정전상태 이후 전력예비율 증가를 위해 발전 설비용량, 특히 석탄, LNG(Liquefied Natural Gas) 복합이 급격히 증가하였으나, 그 이후로는 전력수요의 성장률이 둔화하여 현재의 CBP(Cost Based Pool, 변동비 반영 발전시장)기반의 국내 전력시장에서는 연료원별 발전사간의 수익구조 격차가 심화되고 있다.

본 논문은 국내 민간발전사업의 성패를 좌우하는 SMP(System Marginal Price, 계통한계가격)에 영향을 미치는 설명변수와의 상관관계 파악을 통해 국제유가와 우리나라 전력시장의 계통한계가격 간 인과관계에 대한 분석을 시도하였다.

1.2 연구 목적 및 방법

과거 발전사업이라 하면 한국전력공사와 한국수력원자력, 발전자회사가 하는 것으로 생각되었으나, 현재는, 바야흐로 민간발전사업의 춘추전국시대가 열리고 있다. 우리나라 전력산업은 연료의 수입 의존도가 매우 높아 국제 환경 등 변화요소에 큰 영향을 받고 있다. 전력거래소는 매시간별로 전력의 수요와 공급을 맞추기 위해 연료비가 낮은 순서대로 발전기 투입 계획을 수립한다. 도매시장에서 투입된 발전기 중에서 가장 마지막에 투입된 발전기의 연료비가 사업의 성패를 좌우하는 SMP를 결정한다. 때문에 연료비가 비싼 LNG·유류 발전기가 대부분 SMP를 결정하고 있다.

본 논문에서는 SMP에 영향을 미치는 국제 유가 가운데 두바이유와 석유 환산톤으로 환산한 최종에너지 전력소비량, 아시아의 LNG 가격 등락에 영향을 미치는 JCC(Japan Crude Cocktail, 일본원유도입단가)가 얼마나 영향을 미치는지 분석하였다. 일반적으로, 한국가스공사를 포함한 동아시아 지역의 LNG 도입가격은 두바이유 원유가격의 등락에 따라 3개월 시차를 두고 영향을 받는 JCC과 매월 말일 목요일에 발표하는 ICP(Indonesian Contracted Price, 인도네시아산 원유 수출 복합단가)등에 연동되어 결정되고 있다.

연구방법은 국내 전력시장에 대하여 정의 및 연료가격 특성과 일본 수입 원유가격의 국내 발전용 원료비 영향을 조사하였다. 그리고, 국내 LNG 가격에 대한 특성과, 상기 항목에 대하여 상호간 관계 특성을 분석하여 R 프로그램 통계 분석을 통하여 도출하였다.

제 2 장 국내 전력시장 개요 및 미국 전력가격

2.1 국내 전력시장 구조

국내 전력시장은 현재 한국전력공사로부터 6개 발전회사 분리 및 경쟁 체제를 도입하고 있지만 송전 및 배전 부문에 대해서는 독점 운영하는 1단계 형태인 발전경쟁체제를 구축하고 있다. 전력 산업은 크게 발전부문, 전력시장 운영부문, 송전 및 배전부문, 판매부문 등으로 구성 되어 있다.

발전부문은 한국전력공사의 자회사인 5개 화력발전회사와 한국수력원자력, 그리고 민간 발전회사 등으로 구성되고 전기의 생산을 담당하는 부분이며, 전력거래 시장부분은 전력시장 운영과 전력계통운용을 담당하고 거래비용을 지급하는 전력시장 중개 및 전력계통 운용 역할을 맡는 부분으로 한국전력거래소가 담당하고 있다. 송전 및 배전부분에 해당하는 전력망, 판매부분은 생산된 전기를 소비자에게 안정적으로 공급하고 요금을 회수하는 역할을 수행하는 부분으로 국내 대부분의 지역은 한국전력공사가 독점적으로 수행하고 있다.

[그림 2-1] 우리나라 전력산업 구조¹⁾



1) 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”, “비용평가 운영 규정”, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>

〈표 2-1〉 발전설비 현황²⁾

[단위 :만kW, %]

구 분		대수	설비용량	비율	비고
한전 자회사	원자력	24	2,252.87	21.4%	
	석 탄	59	3,412.46	32.4%	유연탄 + 국내탄
	가 스	108	1,591.34	15.1%	
	수 력	37	529.52	5.0%	양수 포함
	유 류	17	319.00	3.0%	유류복합 포함(한림)
소 계		245	8,105.18	76.9%	
민간 회사	석 탄	2	119.00	1.1%	유연탄(북평#1,2)
	가 스	129	2,153.50	20.4%	
	수 력	20	98.66	0.9%	
	유 류	9	70.19	0.7%	유류복합 포함(대산)
소 계		160	2,441.35	23.1%	
합 계		405	10,546.53	100.0%	

※ 비중양 급전 발전기 : 27,891대(1,081.29만kW) [' 17.11. 30 기준]

산업통상자원부의 전기위원회가 국내 전력시장에 대한 전반적인 정책개발과 규제기능을 수행하고 있으며 현행 국내 전력시장의 주요한 특징은 다음 표와 같다.

2) 한국전력공사, Web-site www.kepco.co.kr(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

〈표 2-2〉 국내 전력시장 특징³⁾

구분	내 용
발전경쟁시장	가. 용량만 입찰하는 시스템 구성 나. 한전 독점체제 구성(기타 판매부문)
CBP 전력시장	가. 변동비 거래가격이 결정되는 CBP(Cost Based Pool) 전력시장 - 비용평가위원회에서 매달 발전기별 연료비용 검토 결정 - 시간대별 전력수요에 맞춰 비용이 낮은 발전기부터 투입 ※ 단, 2만kW 이하 발전설비, 신재생에너지 설비 등은 우선 투입 - 기본적으로 최종 투입되는 발전기의 변동비인 평균비용이 해당 시간의 시장가격 결정 단, 기동비는 한계기동설비의 운전시간 평균비용에 의하여 결정됨 - 고정비는 가스터빈의 장기한계고정비용에 근거한 용량가격(CP)에 기반을 두어 보상
강제적 전력시장	모든 전력거래가 전력시장을 통해 이루어지는 강제적 전력시장이나 다음과 같은 경우는 예외됨 - 전력거래소의 전력계통에 연결되어 있지 않은 도서지역(한전) - 200kW이하의 신재생에너지 발전사업자 - 구역전기사업자(잉여 전력 및 부족 전력은 시장에서 거래 가능) - 자가용 전기설비 설치자(총생산전력의 50% 미만 거래 허용) - PPA 사업자(수급계약에 의해 한전에 직접 판매) - 3만kVA 이상의 전기사용자에 대한 직접구매 허용(수요독점 예외)
규제적 전력시장	가. 전력수급 안정을 위하여 매 2년 전력수급 기본계획을 수립하고, 기본계획에 따라 전기사업에 대한 인·허가를 승인함 나. 한전 자회사인 발전회사 소유발전기에 대해서는 조정계수를 통하여 정산가격을 조정하여 적용하는 규제적 전력시장 구조 - 시장참여자(한전, 발전회사)의 재무구조 안정성 확보를 위하여 해당 발전기에 대한 시장가격 조정제도(보정계수) 운영

3) 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”, “비용평가 운영 규정”, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>

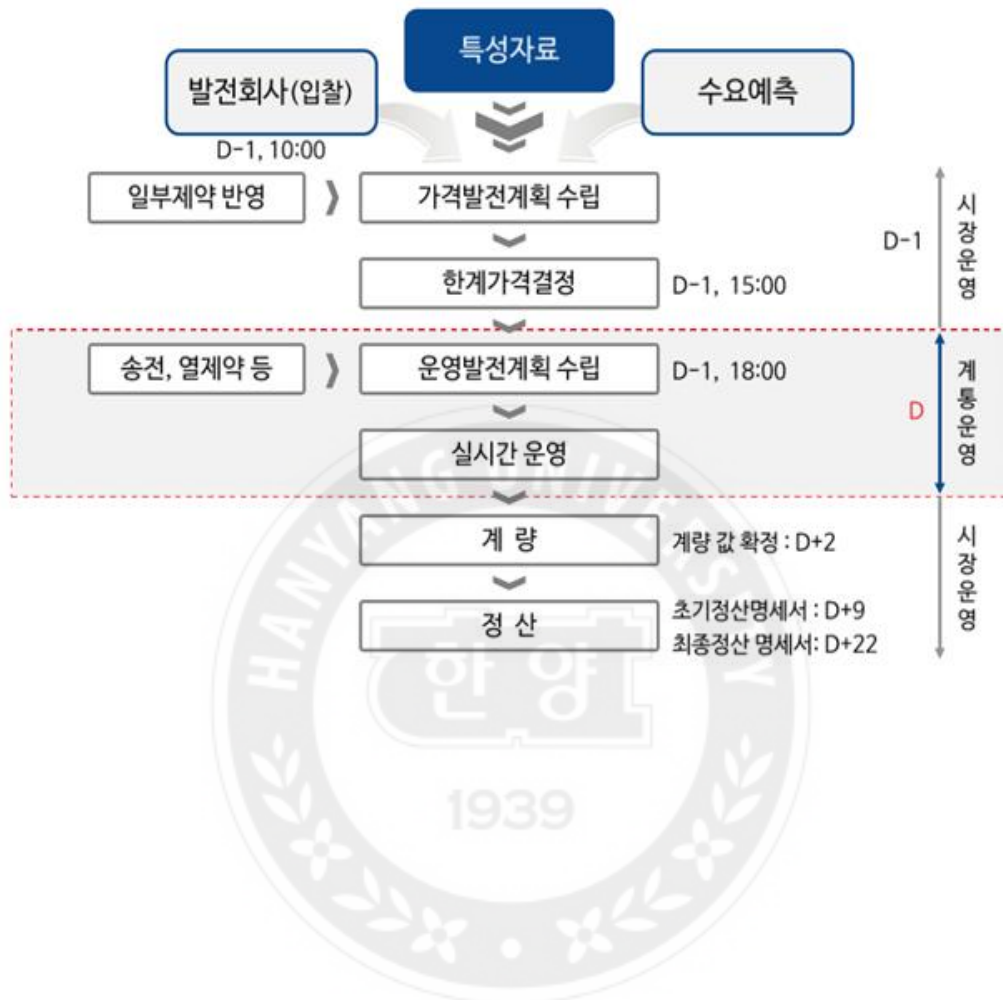
2.2 전력시장 운영 절차

현재 우리나라의 전력시장구조인 변동비 반영시장은 일정 규모(20MW) 이상 의 모든 발전사업자가 경쟁입찰에 의무적으로 참여하고 있다.

전력시장은 발전소에서 생산한 전기를 판매하기 위해 한 곳으로 모으다는 의미에서 풀(Pool)이라고도 부른다. 의무적 풀(Mandatory Pool) 형태로서 개별발전기가 특정시간대의 발전가능용량을 입찰하면 이를 토대로 계통계약 조건(단, 발전기 자기계약만 고려)이 없는 상태에서 계통 전체의 공급설비를 일정 기간 동안(34시간) 최적화하는 상태에서 한계발전기의 변동비로부터 시간대별(계통한계가격) 결정되는 매우 규제적인 시장이다. 전력거래소는 전력시장 운영규칙에 따라 입찰, 정산, 계량, 시장감시, 정보공개, 분쟁조정 등 공정하고 투명한 시장 운영업무를 맡고 있으며, 전력시장을 통해 전력을 판매하는 발전회사와 전력을 구매하는 판매회사, 구역전기사업자, 또는 대규모 소비자(직접구매자)가 참여하여 전력의 거래가격과 거래량을 결정한다. 전력시장 예측과 설비운영 계획이 복잡하고, 요구되는 설비의 특성이(기동시간, 출력 증감발 속도 등). 다양하다 연료부분은 운영손실에 대한 최소화(가동비 절감, 저효율 구간 운전 지양) 매우 필요하다.

이러한 CBP 시장의 운영절차는 아래의 그림과 같다.

[그림 2-2] 전력시장 운영 절차⁴⁾



4) 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”, “비용평가 운영 규정”, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>

<표 2-3> CBP 전력시장 운영 절차⁵⁾

구분	내용
발전비용 평가	비용평가위원회에서 각 발전기별 연료비 자료를 검토하여 각 발전기의 생산비용을 결정함
입찰	발전회사는 익일의 시간대별 발전가능용량 입찰
전력수요예측	전력거래소에서 익일의 매시간에 대한 전력수요 예측
발전계획수립	입찰자료와 전력수요를 토대로 송전제약, 연료제약, 열 제약 등을 고려하지 않고 총 발전비용이 최소가 되도록 발전기 기동정지계획과 경제급전계획을 수립하여 발전기별 출력배분 및 가동결정
시장가격결정	매 시간대별 전력수요를 충족시키기 위해 최종적으로 투입되는 한계발전기의 변동비로부터 해당시간의 시장가격을 결정함
실시간 급전	전력수요에 맞추어 발전기별 출력을 조정하고 발전기 가동 또는 정지
정산	각 발전기별 전력 공급량을 계량하여 정산 규칙에 따라 발전사에 정산

5) 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”, “비용평가 운영 규정”, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>

2.3 SMP 결정 요인

전력시장 한계가격인 SMP는 기본적으로 다양한 요인에 의하여 결정된다. 이는 전력수요, 전력공급, 전원구성, 발전기 기동비용, 발전기별 연료비 등에 따라 달라지게 된다. 현재 SMP는 한계발전기의 변동비(한계비용과 무부하비용)와 기동비의 합으로 구성된다.

예를 들면, 일정한 전력수요에서 기저발전기의 물량이 많을수록 SMP 수준은 전반적으로 낮아지게 되며, 기저발전기의 비중이 적을수록 효율이 낮은 발전기가 시장 가격을 결정하게 되어 SMP는 높아지게 된다. 마찬가지로 동일한 공급수준에서 수요가 높아질수록 SMP는 높아지며, 수요가 낮을수록 SMP는 낮아지게 된다. 이에 따라, SMP는 기본적으로 시간대별로 달라지게 되는데 이는 시간대별로 수요, 공급, 전원구성, 연료비 등이 다르기 때문이다.

평균 SMP 추이변동은 계절별, 요일별, 시간대별에 따라 다르게 나타나며, 특히 하절기에는 발전용 LNG 단가가 낮음으로 전력수요가 높은 경우에도 거래되는 시장결정가격이 낮은 반면, 동절기에는 전력수요와 발전용 LNG 단가가 동시에 높아 거래되는 시장결정가격이 높게 형성된다.

SMP 결정요인은 다음 표와 같이 요약된다.

<표 2-4> SMP 결정 요인⁶⁾

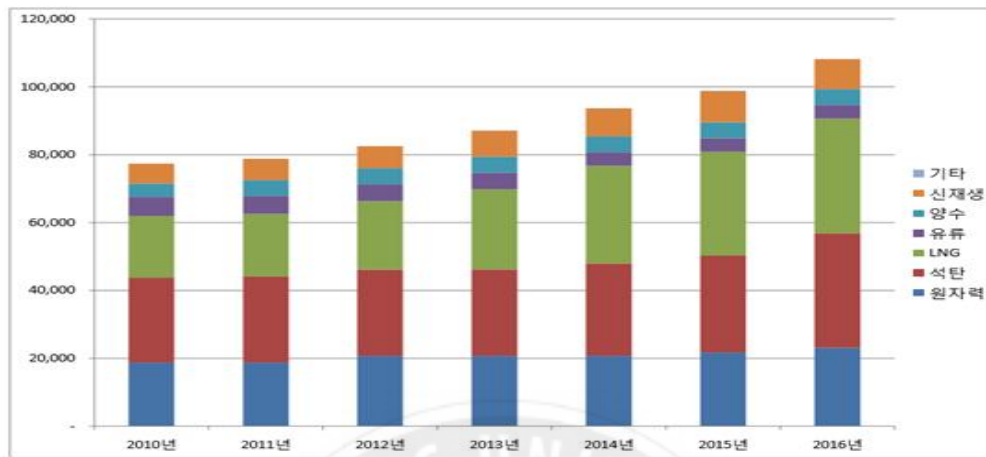
구분	주요 요인
전력수요	가. 국내외 경제상황(호경기, 불경기, GDP 증감률) 나. 계절별 온도(냉방, 난방, 이상고온, 이상한파) 다. 요일(평일, 공휴일), 시간(업무시간, 비업무시간) 라. 기술 진보와 생활여건 변화 (전기자동차, LED보급, 전기난방용품 보급, Smart Grid 등) 마. 정부의 정책 및 타 연료 가격 변화 (수요관리, 전기요금, 열 및 난방유 가격 등)
전력공급	가. 공급 전원 구성 및 기저발전기 비중 나. 발전기의 입찰가능용량(발전기 계획예방정비, 고장정지 등) 다. 설비예비율, 공급예비율, 순동예비율 등
연료단가	SMP 결정비율이 높은 유가 및 LNG 단가의 변화
환율	국내 연료도입 단가의 변화

다음 그림은 2010년부터 2016년까지 전력시장 참여 설비용량을 나타낸다.

6) 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”, “비용평가 운영 규정”, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>

<그림 2-3> 전력시장 참여 설비용량⁷⁾

[단위: GWh]



<표 2-5> 전력시장 참여 설비용량⁸⁾

[단위: GWh]

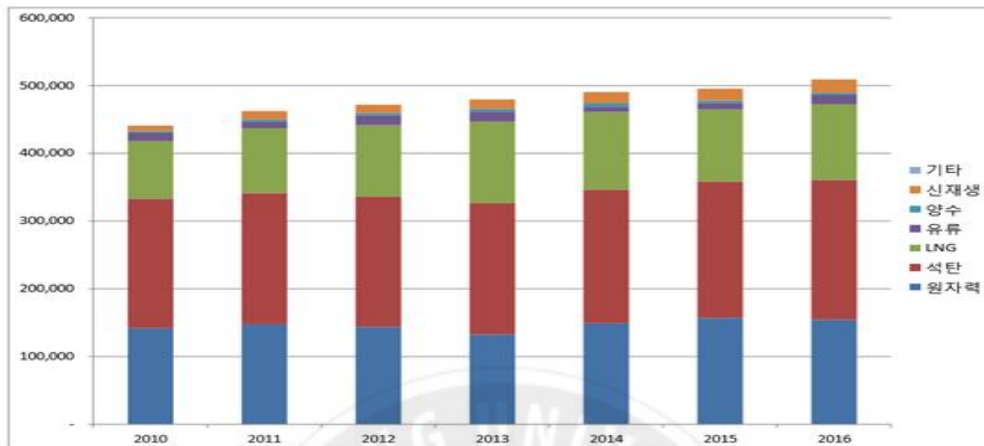
기 간	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
원자력	18,716	18,716	20,716	20,716	20,716	21,716	23,116
석탄	25,050	25,379	25,437	25,496	27,236	28,557	33,754
LNG	18,182	18,423	20,142	23,597	28,791	30,566	33,769
유류	5,665	5,337	5,016	4,956	4,016	4,016	4,016
양수	3,900	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700	4,700
신재생	5,847	6,272	6,513	7,611	8,219	9,247	8,834
기타	-	-	-	-	-	11	57
합계	77,360	78,826	82,524	87,075	93,678	98,812	108,246

7) 한국전력공사, Web-site www.kepco.co.kr(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

8) 한국전력공사, Web-site www.kepco.co.kr(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

<그림 2-4> 전력거래량⁹⁾

[단위: GWh]



<표 2-6> 전력거래량¹⁰⁾

[단위: GWh]

기 간	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
원자력	141,894	147,763	143,548	132,465	149,199	157,167	154,310
석탄	191,007	193,554	192,623	194,358	197,223	201,070	206,610
LNG	85,173	95,005	105,285	119,940	114,878	106,445	111,814
유류	11,841	9,568	14,416	14,692	7,565	9,388	13,280
양수	2,774	3,214	3,634	4,088	5,042	3,641	3,618
신재생	8,177	12,237	12,289	13,997	16,491	17,627	19,353
기타	-	-	-	0	1	23	247
합계	440,868	462,343	471,795	479,541	490,399	495,361	509,233

9) 한국전력공사, Web-site www.kepco.co.kr(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

10) 한국전력공사, Web-site www.kepco.co.kr(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

2.4 미국 전력가격

2.4.1 시장 개요¹¹⁾

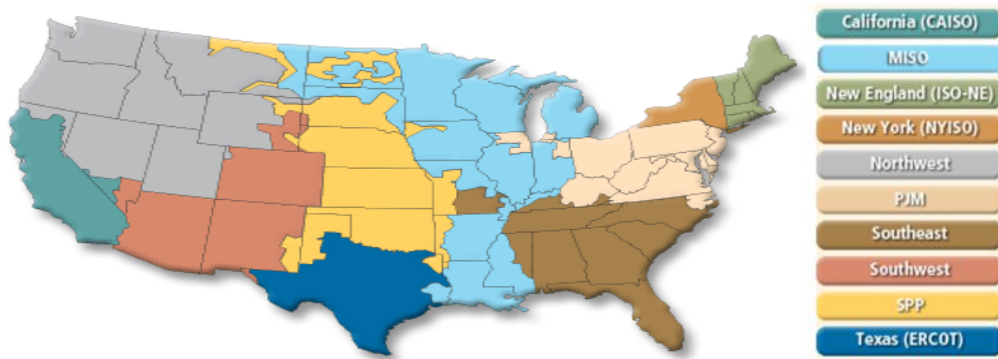
미국에서 전력시장을 운영하는 지역은 그림(2-5)에서 보이는 바와 같이 ISO-NE, NYISO, PJM, MISO, SPP, ERCOT, CAISO 지역이다. 이 7개 지역은 미국 전체 전력 부하의 2/3 이상을 차지하며, ISO 또는 RTO가 운영하는 도매전력시장을 통해 전력을 구매하거나 판매하도록 되어 있다. 현재 6개의 ISO/RTO가 FERC¹²⁾의 관할 하에 운영 중이며, ERCOT은 고립된 송전망으로 인해 미국 내 다른 시장과 달리 텍사스 주 산하 텍사스 공익사업위원회(PUCT)의 규제를 받는다. ISO 또는 RTO가 없는 북서부, 남동부, 남서부지역은 기존의 수직통합형 전력회사를 중심으로 쌍무계약 위주로 거래된다. ISO/RTO의 등장으로 미국은 연방정부의 규제를 받는 시장기반 중앙 집중형 시장(Centralized Market Model)과 주정부의 규제를 받는 수직통합 전력회사 중심의 전통적 규제모델(Traditionally Regulated Model)로 구성되게 된다.

미국의 전력가격을 연구 조사한 이유는 미국의 광활한 지리적 특수성을 갖고 있으면서 안정적인 전력을 공급하고 있는 구조인 반면 우리나라는 그에 비해 규모면에서는 작지만 전력가격에 미치는 요소가 무엇인지 등을 파악하고자 선정하였다.

11) 김진이, 2017, “2017년 해외 전력산업 동향-미국 전력시장 종합”, 전력거래소

12) FERC(Federal Energy Regulatory Commission: 연방에너지규제위원회)
Web-site <http://www.ferc.gov>

〈그림 2-5〉 미국의 전력시장



2.4.2 하루 전 에너지시장

미국의 에너지시장은 전력시장 규모에 가장 큰 부분을 차지하는 중요한 시장이다. 에너지시장은 ‘하루전시장’과 ‘실시간시장(밸런싱 시장)’로 구성된다.

하루 전 에너지시장의 거래단위는 1시간으로 하루 전 입찰한 부하를 만족시키기 위한 에너지 거래시장이다. 시장은 하루 전 오전 중에 입찰을 마감하고 결과는 하루 전 오전이나 오후 중반에 발표된다. 이때 시간대별 부하가 산정되어 공급자원별 발전 스케줄과 시장가격이 결정된다. 시장청산 엔진은 안전도제약발전계획¹³⁾으로 비용 최소화를 목적함수로 최적화를 수행한다. 하루전시장에서는 가상발전 및 가상부하를 허용한다. 하루 전 에너지시장은 실시간 시장에서의 부하예측 오차, 발전기 고장과 같은 임밸런스 문제

13) 안전도제약발전계획(Security-Constrained Unit Commitment, SCUC)

로 발행할 수 있는 가격 변동성에 대한 안정장치로서 중요한 의미를 가진다. 하루전시장에서는 발전기가 발전비용을 복구하지 못할 경우에 대비하여 일괄지불금(make-whole payments)을 허용, 비용회수를 지원한다. 하루전시장의 주요기능은 기동시간이 오래 걸리는 발전기가 사전에 준비하여 운영당일 적기에 운전될 수 있도록 가격 인센티브를 제공하는 것이다.

2.4.3 실시간 에너지시장

실시간 에너지시장은 하루전시장 결과와 신뢰도발전계획(RUC)의 자정 전 업데이트된 결과를 토대로 운영일전 야간에 물리적 운영을 개시한다. 실시간시장의 역할은 실시간 부하와 계통여건에 발전력을 맞추기 위해, 하루전 시장에서 할당된 자원의 출력을 조정하고, 필요시 새로운 자원을 투입하는 것이다. 실시간시장은 제일 최근의 기상조건을 반영한 재생에너지 출력예측, 송전망 및 발전기의 예방정비계획과 불시고장 등의 최신 정보를 반영한다. 모든 ISO는 하루전시장과 실시간시장의 차이가 클 경우를 대비하여 운영당일 사전 발전계획을 추가로 수행한다. 실시간시장은 5분 단위 시장가격(LMP)을 산출하며, 거래규모는 작지만, 실시간 시장가격 정보는 시장참여자 투자결정의 중요요소로 활용된다. 실시간시장은 안정적인 계통운영을 위해 적절한 가격신호를 제공해준다는 관점에서도 중요하다. 이러한 이유 때문에 일반적으로 실시간시장 가격은 하루전시장가격보다 변동성이 크다. 예비력이 부족한 시점에 실시간시장 가격의 중요성은 더욱 높아진다.

2.4.4 시장제도 개선 동향

대부분의 ISO에서 보조서비스 시장제도 개선작업을 진행 중이다. 개선 동기는 재생에너지 증가, 배전이하 자원 증가, 신기술 도입, 에너지저장장치의 등장 등이 있다. 특히 MISO와 CAISO가 증감발예비력 상품을 도입한 것이 주목할 만한 변화이며, ERCOT은 1차 주파수응답, 신속 주파수응답(Fast Frequency Response Service), 관성서비스(Synchronous Inertia Service)에 관심을 두고 새로운 상품을 개발하였다. PJM은 주파수조정예비력 신호를 세분화하여 기존 자원을 위한 신호 (Reg A)와 신속대응 자원 신호(Reg D)를 구분하는 급전방식 규칙에 대한 전면적인 개정작업이 진행되었다. 2016년 기준 PJM의 예비력시장은 1차 예비력(Primary Reserve), 1, 2 단계 운전예비력(Tier 1, 2 Synchronized Reserve), 정지예비력 (Non-synchronous Reserve), 2차 예비력(Secondary Reserve), 주파수조정예비력 (Regulation Market) 시장으로 구성되어 있다. 이러한 일련의 개선작업은 에너지저장장치, 수요반응자원, 간헐성자원에 대한 대응을 보조서비스시장에 반영하기 위한 조치로 볼 수 있다. 또한 요금제 기반 서비스 상품을 시장기반으로 전환하기 위한 검토가 지속적으로 이루어지고 있다.

미국의 전력산업은 동북부에서 채택하고 있는 풀(pool)제와 2001년 이전의 캘리포니아와 현재 텍사스에서 이용되고 있는 분할시스템이다. 시장기반 중앙집중형 시장에서는 지역한계가격제도(Locational Marginal Price, LMP)를 통하여 송전혼잡비용이 높은 지역에 요금이 높게 산정되도록 하여 신규 설비가 요금이 높은 지역에 투자되도록 유도하고 있지만, 도매시장 도입에 따른 시장가격의 불확실성과 변동성 확대로 위험회피 성향이 강한 발전사업자들의 신규 발전설비 투자 유인이 부족한 상황이다.

미국의 전기요금은 지형, 전원믹스, 에너지망 형태 및 규제구조에 영향을 받고 있으며, 규제주에서 낮은 요금이 지속되고 있다. 이에, 한국전력공사는 전기요금 원가 경쟁력 강화를 위하여 지속적인 비용감축과 더불어 시장·규제제도 개선에 대한 노력이 필요하다고 본다.

또한, 미국의 전력산업을 좀 더 적극적인 자세로 심도있게 살펴보면 볼수록 우리나라의 전력산업의 미래를 구상할 수 있다. 왜냐하면, 미국의 전력산업은 규모와 제도 등에 이미 꾸준하게 검토 및 실행해 왔기 때문이다.



제 3 장 일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 원료비 영향

3.1 연료가격 설정¹⁴⁾

동일한 수요 및 공급이 주어진 경우, 계통한계가격(SMP) 및 발전기별 수익 등은 연료가격에 의해 변화하게 된다.

국내 발전연료가격 중, 변동성이 가장 큰 것은 국제유가에 연동되는 유류와 LNG 이다. 국내 천연가스 소비량 중 96% 수준을 한국가스공사에서 도입하고 있으며, 한국가스공사의 LNG 도입가격은 장단기 계약에 따라 국제유가와 연동하는 형식이다. 유류의 경우도 마찬가지로 국제 유가의 변동에 따라 국내 유류의 가격이 변동한다. 이는 최근 몇 년간의 국제유가 및 유류, LNG 등의 발전연료가격의 추세를 보이는 아래 그림에서 확인할 수 있으며, 국내 유류가격과 LNG의 변동 크기가 비슷한 추세를 보이고 있음을 알 수 있다.

현재 우리나라에서는 유가 및 연료가격을 별도로 예측하여 공개하는 기관은 에너지경제연구원밖에 없는 실정이다.

아래의 그림은 역대 유가와 SMP 사이의 관계를 보여준다.

14) 정직한, “일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 도입 원료비 영향”, 시장규제연구팀

<그림 3-1> 연도별 SMP¹⁵⁾

[단위: 원/kWh]



<표 2-7> 연도별 SMP¹⁶⁾

[단위: 원/kWh]

기 간	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
통합SMP	117.77	126.63	160.83	152.10	142.26	101.76	77.06
육지SMP	117.42	125.93	160.12	151.56	141.78	101.54	76.91
제주SMP	159.16	211.18	245.94	213.86	195.87	125.83	91.77

15) 전력거래소, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

16) 전력거래소, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>(발전량, 설비용량 등 자료 검색)

〈그림 3-2〉 SMP와 국제유가 비교¹⁷⁾



상기 그래프는 국제유가(최근 26개월, 2015.1.1~2017.12)와 육지 SMP(최근 20개월, 2016.5~2017.12)를 비교한 것이다. 우리나라는 변동비 기반시장(CBP)으로 SMP가 국제유가와 수개월의 시차를 두고 비슷한 패턴을 보인다.

또한, SMP결정 주원료원인 LNG연료비는 12월부터 3월까지 동계 공급비요금이 적용되므로, 기타 계절에 비해 상승할 수 있으며, 요금체계가 변경되는 4월에는 LNG연료비가 하락하는 것으로 보이기도 한다.

17) 한국석유공사, Web-site www.knoc.co.kr(주간 국제유가 동향)

3.2 일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 원료비 영향

LNG 천연가스 시장은 지역시장으로 아시아, 유럽, 북미시장으로 구성되고, 아시아 지역의 LNG 수입가격은 유가에 연계되는 방식으로 결정되고 있으며, 가스공사의 대부분 천연가스 수입은 석유가격과 연동하는 장기계약 방식이다.

아시아 지역 유가연동(Oil-indexation) 천연가스 가격결정 도입시 LNG 생산국들이 수입국의 원유가격에 LNG가격을 연동하는 방식을 선호, 일본 수입원유가(JCC)를 기준으로 LNG가격을 결정하는 것이 관행이 되었으며 한국과 대만도 이를 따르고 있다.

아태지역은 일반적으로, 아태지역의 LNG 가격은 원유가격에 연동된다. 아태지역에서 LNG는 경쟁관계에 있는 천연가스가 공급되지 않는 지역에서 판매되므로, 이러한 메커니즘은 다년간에 걸쳐 잘 확립되어 왔다. 일본의 경우, LNG는 Japan Crude Cocktail이라 불리기도 하는 일본세관통관가격(Japan Customs Cleared price, JCC) 지수로 구성된 산식에 의해 원유가격에 연동되어 있다. JCC는 일본정부기관에 의해 세심하게 준수되며, 약 30개 산유국으로부터 수입되는 200개 이상 유형의 원유로 구성된다. 이러한 조합으로 인해 JCC는 시장조작으로부터 거의 영향을 받지 않으며 신뢰도가 매우 높다.

특히, 국내 발전용 LNG 수입가격은 주로 일본 원유수입가(JCC)를 기준으로 도입가격이 결정되어 있어, 현물유가시장의 주요 유종 대비 일본 원유

수입가(JCC)가 국내 LNG도입 원료비와 상관성이 높아, 단기 가격전망 시에는 일본 원유수입가 기준 분석이 필요하다. 국내 전력시장에서 발전용 LNG 요금단가 중 원료비가 95%나 차지하고 있다.

유동적인 가스거래시장이 존재하지 않는 아시아와 신흥국가의 경우, LNG 가격은 거의 유가에 연동되고 있다. 후쿠시마 원전사고 이후 석유가격 상승함에 따라, 유가에 연동된 LNG 가격과 LNG 현물거래가격이 급등하였고, 이는 2011년부터 2014년까지 대서양지역과 아시아태평양지역 간 재정거래를 발생시켰다. 그러나, 2014년 후반부터 유가가 하락하자 유가에 연동된 LNG 가격 또한 하락하였다.

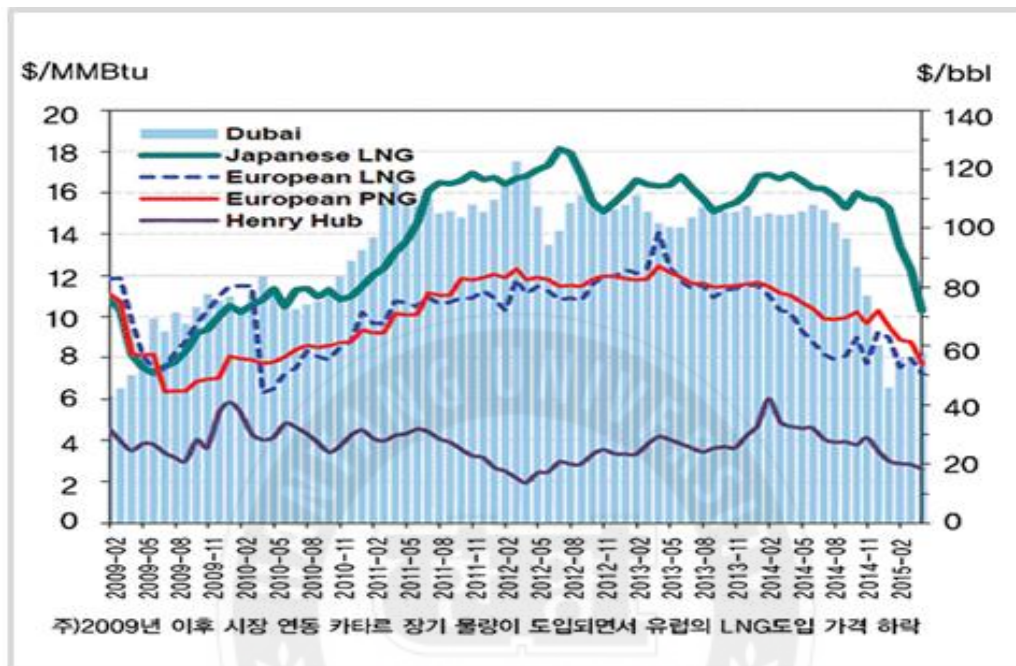
일본의 월평균 LNG 수입가격은 2013년 14.5~16.1달러/MMBTU, 2014년 15달러/MMBTU대였으나, 2015년 12월에는 8.13달러/MMBTU로 급락하였다. 일본과 한국의 현물 및 단기거래가격은 2014년 상반기 평균 17달러/MMBTU를 초과하였으나, 2015년 11월에는 6.81달러/MMBTU였다.

이러한 일본의 LNG 구매 행태에 대해 원전 가동과 관련된 불확실성과 전력·가스시장 자유화 대비, 신규 수요 창출 잠재력 고려, 잉여물량을 활용한 거래시장 진출 등 다양한 측면의 해석들이 나오고 있다. 일본의 미국산 LNG 구매 행태는 일본의 신규 물량계약을 제한할 뿐만 아니라 잉여물량의 거래시장 유입 등으로 향후 LNG 계약 및 단기거래 시장의 환경에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 전력시장 자유화에 따라 수요의 불확실성이 높아지고 있는 가운데, 일본의 LNG 구매 기업들은 과거와 달리 국제거래를 통한 잉여물량의 관리로 자국 내 가스 수급불균형을 해소하려는 움직임을 보이고 있다.

특히 전 세계의 LNG 소비량 중 40% 가까이를 차지하는 일본이 수요 증가에 큰 영향을 미치고 있다. 일본은 2011년 후쿠시마 원전사고의 여파로 전체 발전량의 1/3을 차지하는 원자력 발전의 비중을 획기적으로 낮췄다. 한 때 재가동 원전이 단 2기에 불과했을 정도로 원전 가동률을 낮추고, 이를 LNG 소비량을 늘리는 것으로 대체해 왔기 때문에, 지금까지 LNG의 수요는 지속적으로 증가해 왔다. 여기에 전세계 LNG소비 대부분을 아시아권이 차지하고 있었기 때문에 아시아 지역의 LNG 값은 높게 형성되고 있었다.



〈그림 3-3〉 연도별 MMBtu 가격¹⁸⁾



18) 투에이에너지, Web-site www.todayenergy.kr/정보공개 자료

3.3 시사점¹⁹⁾

국제 유류가격과 LNG의 변동 크기가 비슷한 추세를 보이고 있어, 국내 발전용 LNG 원료가격에 대한 향후 전망을 예측할 수 있으며, 해외 전체적인 LNG 천연가스 시장은 지역시장으로 아시아, 유럽, 북미시장으로 구성되고, 아시아 지역의 LNG 수입가격은 유가에 연계되는 방식으로 결정되고 있으며, 가스공사의 대부분 천연가스 수입은 석유가격과 연동하는 장기계약 방식임을 알 수 있다. 전력시장에서 원자력 및 석탄 발전기로 구성되는 기저 발기가 아닌 LNG발전기가 SMP를 주로 결정하는 한계발전기 역할을 하며, 국내 발전용LNG 요금단가 중 원료비가 95%나 차지하고 있고, 국내 발전용 LNG도입 원료비는 주로 일본 수입원유가 기준으로 산정되고 있다. 국내 발전용 LNG 도입가격은 주로 일본 원유수입가(JCC), 약 30개 산유국으로부터 수입되는 200개 이상 유형의 원유로 구성되고 있어, 시장조작으로부터 거의 영향을 받지 않아 신뢰도가 매우 높아, 상관관계 분석에 대한 설명 변수로 적합하다. 두바이, 브렌트, WTI유 대비 일본 원유수입가가 국내 LNG도입 원료비와 상관성이 높아, 단기 전망 시 일본 원유수입가 기준 분석이 타당하며, 관련 자료 조사결과 일본 원유수입가 1\$/Bbl 상승 시, 국내 발전용 LNG도입 원료비는 119.0161원/GJ 상승하는 측면이 있고, 반대로 일본 원유수입가 1\$/Bbl 하락 시, 국내 발전용 LNG 도입 원료비는 119.0161원/GJ 하락한다고 해석이 가능하다. 또한, 셰일오일 개발, 이란 핵 협상 타결 등에 따른 국제유가의 추가적 하락 가능성이 존재하므로 지속적인 모니터링이 필요하고, 유가하락 시에는 국제 LNG가격, LNG발전비용 등을 종합적으로 고려하여 전력산업에 미칠 수 있는 영향의 검토가 필요하다.

19) 정직한, 2015, “일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 도입 원료비 영향”, 시장규제연구팀

제 4 장 국제 유가와 국내 발전용 LNG 가격의 상관관계 분석

4.1 가설 및 자료

SMP는 시간대별 수요를 충족시키는 가장 비싼 발전기의 발전가격으로, 첨두부하의 대부분을 차지하는 LNG 또는 유류가 가격결정 한계발전기의 역할을 한다

〈그림 4-1〉 SMP 가격결정 구조 예시²⁰⁾

(단위 : 원/kWh)



20) 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”, “비용평가 운영 규정”, Web-site <https://www.kpx.or.kr/>

따라서 SMP의 가격결정발전기인 국내 LNG 또는 유류 도입가격에 영향을 미치는 두바이유 가격, 최종발전기 가격을 결정하는 전력수요는 각종 에너지원들을 공통적으로 적용할 수 있는 에너지 단위인 석유환산톤 환산 전력소비량으로 환산값(발열량 1000TOE)을 통해 최종에너지 전력소비량으로 사용하고, 동아시아 지역 LNG 도입계약 시 적용하며 국내 발전용 LNG 원료비 수준을 결정하는 일본수입원유단가(JCC, Japan Crude Cocktail)’을 설명변수로 가정

$$Y = \alpha + \beta_1 \text{Log}X_1 + \beta_2 \text{Log}X_2 + \beta_3 \text{Log}X_3 + \epsilon$$

(식 4-1)

y 는 SMP 가격, x_1 는 t 연도의 명목 두바이유 가격, x_2 는 전력소비량, x_3 는 JCC 가격이다. β_1 과 β_2 과 β_3 의 추정값이 통계적으로 유의한 값을 가지며 가설을 채택할 수 있는지 분석하였다.

2010년 1월 ~ 2017년 2월 기준으로(약 6년 이상), 전력거래소 전력통계정보시스템(Electric Power Statistics Information System)과 일본통계청(Japan Statistics Bureau)에서 데이터 수집 및 추출하였으며, 분석방법은 모형의 유효성을 판별하기 위해서 SMP \sim f(Dubai, 전력소비량, JCC)로 모든 변수에 대해 회귀분석 시행 후 이분산성(Heteroscedasticity), 공선성(Collinearity)으로 검정 고려 과정을 실시하였다.

4.2 연구내용

4.2.1 회귀분석 결과

<표 4-1> 회귀분석 결과

구분	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
C(상수)	-9.5389	24.6075	-0.388	0.6992
X1(두바이유 가격)	0.3987	0.1053	3.784	0.0002 ***
X2(전력소비량 값)	0.0018	0.0009	1.961	0.0532
X3(JCC 가격)	0.0011	0.0002	5.394	6.51×10^{-07} ***

※ ***, **, *은 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 계수의 통계적 유의성을 의미함.

결정 계수값(R-squared)은 0.6961이며, F-statistic은 2.2×10^{-16} 으로 회귀 모형적합도를 판단하는 기준으로 0.05 보다 작아 회귀모형에 적합하다. 또한, p-value 값이 1%이하인 두바이유 가격과 JCC가격이 유의함을 볼 수 있다.

이분산성은 p값이 0.4068로 유의하지 않는 결과를 도출하여, 이분산성이 없다는 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, 이분산성이 존재한다고 볼 수 없다. 또한, 자기상관성은 더빈-왓슨 통계량인 DW = 0.60105으로 0~1에 근접하므로 양의 자기상관을 가지고 있다.($p=1(\leftrightarrow d=0)$) 다중공선성 부분은 p값이 0.05539로 0에 가까우며, F통계량과 t통계량과 함께 있어야 하는데, 추정된 값으로 판단하자면 다중공선성이 존재할 확률이 매우 낮다고 볼 수 있다. 이분산성을 고려한 강건한 표준오차 모형결과는 강건한 표준오차 고려 시 JCC가 가장 유의하다고 나타났다

4.2.2 로그 회귀 결과

로그 분석한 사유는 단위 차이 크므로, 단조변환 하기 위해 로그를 취해 분석하였다.

<표 4-2> 로그 회귀분석 결과

구분	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	p-value
C(상수)	-5.54419	2.11460	-2.622	0.0104
X1(두바이유 가격)	0.11202	0.05206	2.152	0.0344 *
X2(전력소비량 값)	0.32333	0.19511	1.657	0.1013
X3(JCC 가격)	0.61030	0.07434	8.210	2.68×10^{-12} ***

※ ***, **, *은 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 계수의 통계적 유의성을 의미함.

결정 계수값(R-squared)은 0.706이며, F-statistic은 2.2×10^{-16} 으로 회귀 모형의 적합도를 판단하는 기준으로 0.05 보다 작아 회귀모형에 적합하다. 이분산성 로그 회귀 분석 결과, p값이 0.03531로 0.05보다 작은 것으로 보아(유의수준보다 작다) 이분산성이 없다는 귀무가설을 기각하며, 해당 모형은 이분산성이 존재한다. 자기상관성 로그 회귀 분석 결과, 더빈-왓슨 통계량인 DW = 0.49799으로 0~1에 근접하므로 양의 자기상관을 가지고 있음을 알 수 있다.($p=1(\leftrightarrow d=0)$) 다중공선성 로그 회귀 분석 결과 p값이 0.02308로 0에 가까우며, 추정하자면 다중공선성이 존재할 확률이 매우 낮다고 볼 수 있다.

4.3 분석결과

4.3.1 가설 분석 결과

최근 ‘설비용량 증대 및 전력수요 감소’라는 에너지환경의 변화에 따라 발전원별 수익구조가 달라지는 이슈를 바탕으로, 전력시장가격(SMP)에 영향을 미칠 수 있는 복수 설명변수를 “R 프로그램”을 통해 회귀분석을 실행하였다.

로그 회귀 분석결과 DUBAI, 전력소비량, JCC에 대한 SMP와의 상관계수는 55%로 인해 유의한 것으로 판단되며, 특히 DUBAI, JCC는 높은 수준의 유의함이 있으나 전력소비량은 유의함이 없는 것으로 나타났다.

또한, DUBAI 가격과 JCC 가격은 P-value 값이 0.05보다 작아 상관관계가 있다고 볼 수 있다. 결정 계수값(R-squared)은 0.6961이며, F-statistic은 2.2×10^{-16} 으로 회귀 모형의 적합도를 판단하는 기준으로 0.05 보다 작아 회귀 모형에 적합하다. 또한, p-value 값이 1%이하인 두바이유 가격과 JCC가격이 유의함을 볼 수 있다.

이분산성은 p값이 0.4068로 유의하지 않는 결과를 도출하여, 이분산성이 없다는 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, 이분산성이 존재한다고 볼 수 없다.

이분산성 로그 회귀 분석 결과, p값이 0.03531로 0.05보다 작은 것으로 보아(유의수준보다 작다) 이분산성이 없다는 귀무가설을 기각하며, 해당 모형은 이분산성이 존재한다.

자기상관성 로그 회귀 분석 결과, 더빈-왓슨 통계량인 $DW = 0.49799$ 으로 0~1에 근접하므로 양의 자기상관을 가지고 있음을 알 수 있다.($p=1(\leftrightarrow d=0)$)

다중공선성 로그 회귀 분석 결과 p값이 0.02308로 0에 가까우며, 추정하자면 다중공선성이 존재할 확률이 매우 낮다고 볼 수 있다.

전력시장가격(SMP)은 결과적으로 전력수요와 첨두부하를 담당하는 유류, LNG 가격에 영향을 미치는 DUBAI 가격과는 상당한 상관관계가 있는 것으로 파악되었으나, 전력소비량은 자기상관 검정에서 미흡한 부분이 있는 만큼 적절한 신규 설명변수를 고려하여 향후 추가로 시행할 필요가 필요할 것으로 판단된다.



제 5 장 결론 및 민간 LNG 발전사 발전방안 제언

본 연구는 우리나라의 도매 전력시장 가격을 반영하고 있는 계통한계가격(SMP)과 계통한계가격에 영향을 미치는 주요 요소들을 도출하였으며, 국제유가 변동에 따른 국내 발전사의 천연가스 도입 가격과의 상관관계에 대하여 비교 분석하였다.

첫째,

국내 유류가격과 발전용 LNG의 변동크기가 유사하고, 두바이, 브렌트, WTI유 대비 일본 원유수입가가 국내 LNG도입 원료비와 상관성이 높아, 단기 전망 시 일본 원유수입가 기준 분석이 타당하다고 해석 가능하다. 국제유가하락 시에는 국제 LNG 가격, LNG 발전비용 등을 종합적으로 고려하여 전력산업에 미칠 수 있는 영향에 대해 사전 대비 할 수 있다.

둘째,

회귀분석결과 전력소비량은 국내 발전용 LNG 원료비 가격과 계통한계가격에 유의하지 않다고 나왔다. 다만, 위 사항은 본 논문 데이터 자료(2010년~2017년) 근거에 기반으로 볼 때 이 기간에는 전력소비량이 원료비와 계통한계가격에 장기적인 측면에서 영향을 주지 않았지만 안정적인 전력산업 및 계통측면을 보호하기 위해 인위적으로 발전설비 용량을 적절히 증감하여 전력소비량에 대한 영향을 최소화 한 것으로 볼 수 있다.

셋째,

JCC 가격은 국내 LNG 발전비용과 계통한계가격 형성에 영향을 주고 있다.

기존 국제유가(두바이, WTI유 등)보다 JCC가 LNG도입 원료비와 상관성이 높아, JCC 기준으로 유가의 LNG가격 영향 분석이 타당함에 따라 JCC와 LNG 도입 원료비의 상관관계는 JCC가 상승하면, LNG도입 원료비도 상승하는 양의 상관관계를 나타나고 있다.

그러나, 계통한계가격의 결정 요인 가운데, 전력수요와 전력공급이 계통한계가격에 어떠한 영향을 미치는지를 실증적으로 분석하지 않았는데, 이 부분은 다음의 과제로 남겨둔다.

다가오는 2024년이면 한국가스공사의 국내 LNG 도입 계약물량 중 가장 비중이 큰 카타르의 RAS GAS(492만톤)과 오만의 O LNG(406 만톤) 계약이 종료된다. 이는 국내 천연가스 전체 사용량의 25% 수준으로 카타르와 오만과의 계약이 끝나는 2024년에 한국가스공사와 천연가스 직도입사 간 물량 경합이 제대로 이뤄질 중요한 해로 전망되며, 급격한 수요 증가에 따른 피크 대응을 위해 건설기간이 짧은 LNG 비율이 높아지고 있으며 우리나라 전력시장의 LNG 민간발전사들은 한국가스공사가 2024년 이후 계약만으로 부족한 국내 천연가스 물량을 가져올 경우 대비해 국내 천연가스 직도입 물량확보와 발전시장 경쟁을 통한 수익증대 및 비용절감 측면을 고려 시 본 연구가 참고가 되길 바란다.

끝으로, 우리나라와 같이 석유를 수입에 의존하고 있는 국가의 정책당국자와 신규 발전소 건설, 전력사업 계획 수립 시 많은 민간발전사에 도움이 되었으면 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김연규, 2008, “석유전쟁 ing”, K-books
- [2] 김상곤·김윤자·홍장표, 2004, “21세기 한국의 천연가스산업(바람직한 발전방향과 정책 제안)”, 전국교수공공부문연구회
- [3] 김진이, 2017, “2017년 해외 전력산업 동향-미국 전력시장 종합”, 전력거래소, pp. 1-51.
- [4] 남일충, 2012, “전력산업에 대한 경쟁정책”, 한국개발연구원
- [5] 남일충, 2013, “전력수급계획과 발전설비 투자시장의 효율성”, 한국개발연구원
- [6] 류권홍, 2014, “국제 석유·가스 개발과 거래 계약”, 한국학술정보
- [7] 에너지경제연구원, Web-site www.keei.re.kr
- [8] 이창근, 2017, “2017년 해외 전력산업 동향-미국 PJM”, 전력거래소
- [9] 임대봉, 2016, “유가변동에 따른 경제적 효과 분석”, 한국산업경제학회, pp. 1861-1877.
- [10] 임병진, 2014, “국제유가 및 환율의 변화가 한국 수출에 미치는 영향에 관한 연구”, 한국산업경제학회 무역연구 제10권 제6호 pp. 809~826.
- [11] 윤상직, 2010, 「국제석유개발 계약의 이해」, 세경사
- [12] 송승주, “물가·성장간 관계변화 분석(유가변동기를 중심으로)”, 금융경제연구 제355호1-9
- [13] 손승욱, 이재승, 2017, “한국과 일본의 LNG 수급전략에 대한 연구”, 고려대학교, pp. 27-49.
- [14] 산업자원부, 2000, “경쟁으로 가는 한국의 전력산업”, 한국전력공사

- [15] 전력거래소, 2017, “비용평가세부운영규정”
- [16] 전력거래소, 2017, “전력시장 운영 규칙”
- [17] 전력거래소, 2018, Web-site <https://www.kpx.or.kr>
- [18] 정직한, 2015, “일본 수입원유가격의 국내 발전용 LNG 도입 원료비 영향(KEMRI 전력경제 REVIEW)”, 시장규제연구팀
- [19] 최동현, 이준서, 2014, “국제유가 변동요인의 특성에 관한 연구”, 동국대학교 무역연구 제10권 제6호 pp. 903-930.
- [20] 투에이에너지, 2018, Web-site www.todayenergy.kr
- [21] 한국가스공사, 2018, Web-site www.kogas.or.kr
- [22] 한국전력공사, 2018, Web-site www.kepco.co.kr
- [23] 한국조명·전기설비학회, 2014, “전력계통한계가격(SMP)과 기전발전비율, LNG 도입가격, 환율 간 인과관계 분석”, pp. 97-105.
- [24] 전력시장신기술연구센터, 2014, “현대화사업 사업성 검토를 위한 전력 시장 분석”, 건국대학교, pp. 7-19.
- [25] 허인, 안지연, 2017, “국제유가와 원/달러 환율의 관련성 및 원인분석”, 한국경제발전학회 제3권 제1호 pp. 45-67.
- [26] 한국석유공사, Web-site www.knoc.co.kr
- [27] FERC(Federal Energy Regulatory Commission: 연방에너지규제위원회)
Web-site <http://www.ferc.gov>
- [28] 일본관세청 홈페이지, 2018, Web-site www.customs.go.jp

ABSTRACT

The relationship between the import price of natural gas and system marginal price in Korea under oil price fluctuation

Kim, Min-Ho

Dept. of Energy and Mineral Resources Engineering

The Graduate School of Engineering

Hanyang University

This study examines 「Analysis for Correlation of between Domestic LNG import price of power generation company and System Marginal Price (SMP)」, After the global financial crisis, international oil price have climbed steadily, recovering to US \$ 100 / bbl in the second half of 2010 and now Oil prices are showing a moderate rise again. In countries that depend entirely on oil imports like Korea, the effect of changes in international oil prices on households, businesses, and the national economy is so great that it is important to accurately understand the fluctuations in oil prices and cope with rising oil prices in the future. Among domestic businesses that are sensitive to international oil price fluctuations, the energy sector, especially the electric power sector, should check the flow of oil prices. In addition,

Day after day, It is very importance of the proportion of the factors affecting the electric power business such as securing the stability of domestic power supply, cost reduction through power generation market competition, and creating growth engine by various domestic and foreign business promotion.

Therefore, this study first defined the domestic electricity market, and examined the influence of the fuel cost by power generation facilities and the cost of LNG feedstock for domestic power generation in Japan.

As a result, the price of international oil price Dubai and the Japan Crude Cocktail (JCC) have been significantly lower than the TOE_Tonnage of Oil Equivalent (calorific value converted to energy power consumption) In the time series analysis, it is possible to use the error correction model (Vector Error Correction Model: VECM) considering the long-term balance between unstable time series variables, and the Dubai price and the Japanese crude oil import price (JCC) and the present value of the system marginal price.

감사의 글

처음 대학원에 입학하던 날 새로운 학문을 배운다는 설렘과 기대로 대학원 생활을 시작하였지만, 직장 생활과 병행하면서 에너지자원 분야에 대한 새롭게 배운다는 것은 결코 녹록한 일이 아니었습니다.

하지만, 대학원 생활은 학식이 높은 교수님들과, 다양하고 넓은 분야에서 일하는 훌륭한 선후배 및 동기들을 만나 생각을 공유하고 학문을 나누며 기존 틀에 박힌 지식의 편견을 없애고, 학문의 좁은 시야를 넓혀 전문을 넓힐 수 있는 좋은 기회이자 값진 시간이었습니다.

졸업을 앞둔 지금 2년 6개월이라는 배움의 길을 완주할 할 수 있었던 것은 힘들 때 마다 격려, 위로와 힘이 되어준 사랑하는 아내와 아들, 대학원 선배, 지인들이 있었기에 가능한 일이었으며, 그 외 모든 분들께 감사의 마음을 전하고자 합니다.

특히, 부족한 저를 항상 뜻하게 독려해 주시고, 배움에 길로 지도하여 주신 성원모 교수님, 김선준 교수님, 그리고, 이번 연구와 논문과정에서 미흡한 준비에도, 필요한 내용을 세심히 살펴주시고 소중한 가르침을 아낌없이 베풀어 주신 김진수 교수님께 다시 한번 머리 숙여 깊은 감사를 드립니다.

연구 윤리 서약서

본인은 한양대학교 대학원생으로서 이 학위논문 작성 과정에서 다음과 같이 연구 윤리의 기본 원칙을 준수하였음을 서약합니다.

첫째, 지도교수의 지도를 받아 정직하고 엄정한 연구를 수행하여 학위논문을 작성한다.

둘째, 논문 작성시 위조, 변조, 표절 등 학문적 진실성을 훼손하는 어떤 연구 부정행위도 하지 않는다.

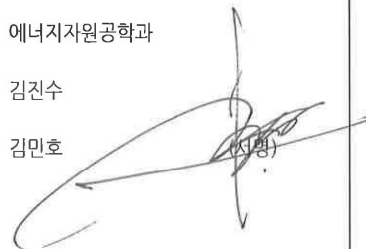
셋째, 논문 작성시 논문유사도 검증시스템 "카피킬러"등을 거쳐야 한다.

학위명 : 석사

학과 : 에너지자원공학과

지도교수 : 김진수

성명 : 김민호



(서명)

한 양 대 학 교 공 학 대 학 원 장 귀 하

Declaration of Ethical Conduct in Research

I, as a graduate student of Hanyang University, hereby declare that I have abided by the following Code of Research Ethics while writing this dissertation thesis, during my degree program.

"First, I have strived to be honest in my conduct, to produce valid and reliable research conforming with the guidance of my thesis supervisor, and I affirm that my thesis contains honest, fair and reasonable conclusions based on my own careful research under the guidance of my thesis supervisor.

Second, I have not committed any acts that may discredit or damage the credibility of my research. These include, but are not limited to : falsification, distortion of research findings or plagiarism.

Third, I need to go through with Copykiller Program(Internet-based Plagiarism-prevention service) before submitting a thesis."

JUNE 05, 2018

Degree : Master
Department : DEPARTMENT OF ENERGY AND MINERAL RESOURCES
ENGINEERING
Thesis Supervisor : Kim, Jinsoo
Name : KIM MIN HO

(Signature)

