

# LNG이용의 經濟性 分析

金 重 求 (韓國動力資源研究所 産業政策研究室長)

## I. 머리말

경제성을 재비교해 보고자 한다.

우리나라는 내년도에 인도네시아로부터 LNG(液化天然가스)를 연간 200만톤 도입함에 따라 세계에서 7번째 LNG수입국이 된다. LNG는 청결연료(Clean fuel)로서 열량이 높은 등 그 고유의 특징을 내포하고 있어서 다양도로 이용되었을 뿐만 아니라, 제 2차 석유위기 이후 석유의존도 감축이란 정책목표 달성을 위해 天然가스, 또는 LNG(액화천연가스)형태로 에너지源을 선택한 결과 이 부분의 교역이 급신장한 바도 있다.

우리나라도 제 2차 석유위기 이후 LNG도입을 계획한 결과 7년후인 87년에 LNG를 도입하게 되었으나, 지금의 국제에너지 시장 변화의 중핵인 油價가 그 당시 \$30/b 과는 달리 \$15-16/b에 형성되고 있어서 LNG의 이용에 따른 경제성은 재평가 되어져야할 시기에 이르르게 하였다. 왜냐하면 LNG는 LNG를 이용하기 위해서 다른 에너지源과는 달리 막대한 시설 투자비가 선행되어야 되기 때문이다.

따라서 본고는 LNG 사업에 따른 투자의 經濟性 분석이 아닌, LNG를 도입하게 되었을 때 간편 청결로서 국민에게 주는 편익을 감안하여 기존 他에너지와의 이용상

## II. 용도별 經濟性 비교

LNG는 일반적으로 發電用, 가정·상업용, 산업용, 기타 등으로 그 용도가 다양한 편이다. 그러나 우리나라는 도입초기에 수요개발에 취약한 관계로 주로 발전용에 90% 이상을 사용하고 나머지는 가정·상업용과 산업용에 소비될 계획이다(표-1 참조).

그러나 향후 LNG이용계획은 發電부문을 감축하고 여타 부문을 확대할 계획이다.

이와같이 LNG수요가 發電부문에 치중한 가운데 기존 발전연료인 B-C油, 석탄, 원자력과의 경쟁관계는 존속되기 때문에 이들에 대한 경제성이 어떤지를 살펴보고, 가정·상업부문은 도시가스로 전환하여 사용함에 따라 기존연료인 연탄, 石油, 전력, LPG와의 경제성을 비교해 보고자 한다.

### 1. 發電연료로서 경제성

LNG는 도입초기에 대부분 發電用 수요로 충당됨에 따라 기존 발전연료의 主宗을 이루고 있는 유연탄, B-C油

(表-1) LNG 수 급 계 획

(단위: 만톤, %)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1996	2001
供 給	40.3	200	200	200	200	200	500	500
需 要								
-가정·상업용	-	6.8	10.0	14.2	19.1	25.3	28.5	43.1
-산 업 용	-	0.8	2.1	3.9	5.5	6.5	5.3	8.2
-발 전 용	100 <sup>1)</sup>	92.3	88.0	81.0	75.4	68.2	66.2	48.7

주: 1) 발전소 시험용임.

원자력과 어떤관계가 있는지 살펴보자.

우리나라의 '85년도 발전원별 구성비를 보면, 水力 6.3%, 원자력 28.9%, 石炭 34.5%, B-C油 30.1%, 輕油 0.2%이다. 80년 B-C油 비율이 77.6%에 비하면 현재는 절반가량 석유의존도 감축을 시현한 결과이다.

연료별 소비량 발전비율은 '85년 무연탄 5.5%, 유연탄 24.8%, B-C油 31.6%, 輕油 0.6%, 원자력 30.8%, 수력 6.7%로 구성되어 있음을 감안하여 본고에서는 LNG를 도입해서 발전을 할경우 發電單價를유연탄, B-C油, 원자력과 비교하여 경제성을 비교해 보고자 한다. 먼저 열량당 공급가격을 비교해 보자.

(1) 열량당 도입에너지 가격

열량당 공급가격은 우선 원자력을 제외한 수입 에너지 가격의 단순비교이다. 현재 油價는 계속 하락하고 있는 상황하에 있기 때문에 여타 에너지 가격은 石油 가격에 영향을 받고 있음은 자명한 사실이다.

그러나 본고에서는 우리나라와 여건이 유사한 日本의 에너지 수입가격(CIF)를 기준으로 하여 열량당 단순비교를 해보면 유연탄 가격이 가장 저렴한 것으로 분석된다. 물론 여기에는 환경오염방지를 위한 대책비용은 제외된 상태이다. LNG의 열량당 가격은 유연탄에 비해

〈表 - 2〉 열량당 導入에너지價格 (CIF)

(단위 : 원 / 천kcal)

L N G	유 연 탄	무 연 탄		B - C 油
		수 입	국 내 탄	
\$228.85 / 톤 \$15.6 / 천kcal	\$ 55.82 / 톤 ₩ 7.5 / 천kcal	\$ 50.61 / 톤 ₩ 7.5 / 천kcal	₩36.440 / 톤 ₩ 7.9 / 천kcal	\$ 15.15 / b ₩ 8.5 / 천kcal
2.1	1.0	1.0	1.1	1.1

주 : 1) 에너지원은 日本의 CIF가격(86.4)기준임.

2) 환율은 1 \$ = 888.70원 적용(86.1)

〈表 - 3〉 에너지源別 발전 전력량

(단위 : %)

	수 력	원 자 력	석 탄	B - C油	輕 油
1978	5.7	7.4	3.0	77.9	6.0
1979	6.5	8.9	3.5	77.6	3.5
1980	5.3	9.3	6.7	77.6	1.1
1981	6.7	7.2	6.3	79.0	0.8
1982	4.6	8.8	6.1	79.7	0.8
1983	5.6	18.3	8.8	66.5	0.8
1984	4.5	21.9	24.9	47.8	0.9
1985	6.3	28.9	34.5	30.1	0.2

단순히 2.1배 수준에 이르고 있음을 볼 수 있다.

(2) 發電연료용 공급가격 비교

LNG는 도입하여 발전용으로 사용하기까지는 여러 단계를 거친다. 발전용 공급<sup>1)</sup> 가격은 CIF가격+税金(부가세, 방위세)+터미널 사용료로 구성된다. 최근(4월) 日本의 CIF도입가격을 기준으로 계산할 때 LNG의 톤당 발전소 공급가격은 317.5 \$ (CIF 가격 \$ 228.85/톤+기지로 \$ 38.61/톤+세금 \$ 50.04/톤)로 산정된다. 이를 천kcal 당으로 환산하면 21.7원에 이른다.

〈表 - 4〉 發電연료 소비량

	석 탄		石 油			원 자 력	水 力
	무 연 탄	유 연 탄	B - C油	저유황유	輕 油		
1980	1,645천톤	-	6,823천kl	152천kl	115천kl	869천TOE	496천TOE
1981	1,721 "	-	7,092 "	462 "	77 "	724 "	677 "
1982	1,721 "	-	7,425 "	618 "	97 "	944 "	501 "
1983	2,077 "	546톤	6,927 "	599 "	107 "	2,241 "	681 "
1984	2,481 "	3,715 "	5,460 "	519 "	134 "	2,948 "	600 "
1985	2,274 "	5,647 "	4,289 "	201 "	86 "	4,186 "	915 "

주 : 1) 타사 발전 연료소비량은 극미량으로 제외.

B-C油는 4%, 1.6%, 2.4% 등으로 구분되는데 최근 精油社 가격으로 보면 B-C油(4%)는 kcal당 149.18원, B-C油(1.6%)는 156.51원, B-C油(2.4%)는 153.75원으로 이를 천kcal 당으로 환산하면 B-C油(4%)는 15.07원, B-C油(1.6%)는 15.81원, B-C油(2.4%)는 15.53원에 이른다.

유연탄은 연료용인 경우 톤당 85년 수입가격이 \$44.04/톤이나 이를 전력용으로 사용하기 위해서는 국내 부대 시설비를 포함하여 공급자 가격으로 \$53/톤이 된다. 유연탄 공급자 가격을 천kcal 당으로 보면 7.14원에 이른다.

한편 무연탄은 국내 저질탄을 이용한 무연탄 發電을 대상으로 삼았기 때문에 최근(86.5.20현재) 톤당(5급탄 기준) 가격은 36,440원임으로 이를 천kcal 당으로 환산하면 발전공급 가격은 7.9원에 이른다. 원자력 발전의 연료인 우라늄은 PWR인 경우는 천kcal당 2.62원, P-HWR은 2.32원으로 공급자 가격이 형성된다.

따라서 단순한 발전용 공급가격을 비교해 보면, 경제성 순위가 원자력, 유연탄, 무연탄, B-C油, LNG로 LNG가 발전용 공급가격으로도 가장 高價인 것으로 분석된다.

우라늄(PWR)을 1로 보았을때 유연탄은 2.7배, 무연탄은 3.0배, B-C油 5.7배, LNG는 8.3배에 가까운 높은 연료비용이 소요되어야 한다.

發電은 기저부하인 원자력, 수력과 더불어 유연탄, 무연탄, B-C油 등으로 발전이 되고 있는데, LNG 180만톤이 발전용으로 사용될 경우 B-C油 세어가 LNG로 대체된다고 볼 수 밖에 없다. 그러면 <표-5>에서 분석한 바에 의하면, LNG 180만톤<sup>1)</sup>은 열량으로 B-C油 230만kl에 해당되므로 B-C油 대신 LNG를 공급연료로 사용할 경우 연료비는 추가로 19억원/년이 소요된다.

(3) 발전원가별 경제성 비교

<表-5> 발전용 供給價格 비교

	L N G	B - C 油			유연탄	무 연 탄	우 라 늄	
		4 %	1.6%	2.4%			PWR	PHWR
가 격	\$317.53/톤 (₩206/m <sup>3</sup> )	₩149.18/	156.51/	153.75/	\$53/톤	₩36,440/톤	738백만/kwh	6.52백만/kwh
원/kcal	21.7	15.07	15.81	15.53	7.14	7.9	2.62	2.32
순 위	5	4	-	-	2	3	1	-

환율 1 \$ = 888.70원 적용.

發電原價는 운전비, 고정비로 나누어 볼 수 있고, 운전비에는 연료비, 인건비, 기타경비가 속하고 운전비는 감가상각비와 이자로 구분된다.

LNG는 기존의 平澤 화력발전소(시설용량 1,400MW)를 중유전소, LNG전소 및 혼소로 개조하게 되는데, LNG 발전소 발전단가는 <表-6>에서 보는 바와같이, kwh당 61.89원이며, 연료비가 82%로 主宗을 이룬다.

<表-6> 발전단가 추정

항 목	센트 / kwh	원 / kwh
- 운전비	6.057	53.75
• 연료비	5.731	50.86
• 인건비	0.129	1.14
• 기 타	0.197	1.75
- 고정비	0.918	8.14
• 감가상각비	0.361	3.20
• 이 자	0.557	4.94
- 합 계	6.975	61.89

주: 1) 연료비 가격을 현재 LNG가격으로 비율대체시켰음.

2) 환율 1 \$ = 887.4원(86.4.28)

<자료>: 동자연, 石油 및 가스산업의 경제분석, 1981.

한편 LNG와의 경쟁관계에 있는 B-C油는 kwh당 51.19원, 유연탄은 kwh 당 31.95원, 원자력은 kwh당 29.65원이다.

<表-7> B-C油, 유연탄, 원자력發電단가

(단위: 원/kwh)

	B - C 油	유 연 탄	원 자 력
- 고 정 비	12.65	15.09	26.09
- 연 료 비	38.54	16.86	3.56
- 합 계	51.19	31.95	29.65

주: 지급이자 포함.

<자료>: 韓國電力, 경영통계, 1985.

따라서 발전단가별 경제성을 대비해 보면 <表-8>과 같은데, 경제성 순위가 원자력, 유연탄, B-C油, LNG 순서로 LNG가 발전단가별 경제성 순위에서 가장 낮음을 볼 수 있다. 이를 역으로 말하면, LNG 발전은 타연료에 비해 高價임을 알 수 있다.

<表 - 8> 發電단가별 경제성 비교

	LNG	B-C油	유연탄	원자력	무연탄 (84년)
원/kwh	61.89	51.19	31.95	29.65	52.33
경제성	2.09	1.73	1.08	1.00	1.76

(4) 환경처리 비용을 감안한 경제성 비교

LNG는 청결연료로서 환경공해에 대한 비용이 전무하다. 그러나 여타 발전연료인 유연탄, B-C油, 무연탄, 원자력등을 LNG에 대해서 경제성을 비교할 때 사회적 비용(Social Cost)인 환경비용을 감안해야 한다.

일반적으로 유연탄은 연소시 Sox, Nox, Ash를 환경기준치까지 최소화해야 한다. 美國은 이러한 환경통제 비용을 감안한 유연탄의 발전비용은 kwh당 \$54mills (약 48원)으로 분석하고 있으나, 우리나라는 탈황제거를 위한 부착시설의 유무에 따라 이를 달리하고 있다. 탈황시설 부착시 發電원가는 kwh당 7.1원, B-C油 전소는 3.25원 증가되는 것으로 분석되고 있다. 따라서 유연탄 발전소의 발전단가는 kwh당 39.25원이다. 그러나, 실제 탈황시설 이외 환경통제 비용을 고려하면 이보다 훨씬 높다고 보았다.

<表 - 9> 유연탄(탈황시설 부착시)發電원가

발전단가(원/kwh)	탈황시설부착시 추가 발전단가(원/kwh)	합 계
31.95	7.1원	39.25

B-C油 전소발전소는 탈황시설 부착으로 發電 단가가 kwh당 3.25원 추가된다. 따라서 탈황시설 부착 B/C油 발전단가는 kwh당 54.44원이 된다.

<表 - 10> B-C油 전소發電단가(탈황시설 부착)

발전단가(원/kwh)	탈황시설 부착비용	합 계
51.19	3.25	54.44

한편 원자력은 최근 소련의 체르노빌 원자력 발전소의 방사능 누출로 인하여 많은 문제를 특히 환경에 대한 문제에 관심이 고조되고 있다.

<表 - 11> 원자력 發電단가(환경비용 고려)

발전단가(원/kwh)	환경비용(FGD비용)(원/kwh)	합계(원/kwh)
29.65	5.8	35.45

우리나라는 환경처리 비용으로써 FGD비용은 발전비용중 1985년 현재 19.6%를 차지하기 때문에 1984년도 發電단가에 5.8원/kwh을 추가함으로 원전발전 단가는 35.45원/kwh이 된다.

따라서 종합적 경제성을 비교해 보면 <表-12>와 같다.

<表 - 12> 發電單價(환경비용 고려)경제성 비교

발전원별	발전단가(원/kwh)	환경비용(원/kwh)	합 계	경제성
원 자 력	29.65	5.8	35.45	1.00
유 연 탄	31.95	7.1	39.25	1.11
B - C 油	51.19	3.25	54.44	1.54
무 연 탄	52.33	-	52.33	1.48
L N G	61.89	-	61.89	1.75

발전연료로서 에너지는 원자력이 가장 저렴하여 경제성이 가장 높은 것으로 추정되며, LNG는 청결고열 에너지로서 발전부문에 사용함은 단기적으로는 B-C油에 비해 kwh당 7.45원을 더 지불해야 하는 결론이 도출된다. 물론 에너지의 장기 안정적인 면을 고려하여 안정에 대한 대가로 지불되는 비용으로 간주할 수도 있지만, 단기적인 면에서는 LNG를 發電부문에 사용함은 가능한 축소해야 한다.

2. 都市가스 연료로써 경제성

우리나라는 LNG 도입초기에 都市가스 연료로서의 수요가 개발되지 못함을 고려하여 도시가스의 연료로서 개발하여 취사용, 난방용 등으로 확대 보급계획을 세워두고 있다.

그러나 취사용, 난방용 에너지로서는 여타 경쟁관계에 있는 에너지가 있다. 연탄, 灯油, LPG, 도시가스가 대표적이다. LNG는 이미 여러번 언급된 바와 같이, 에너

지 시장에서 상품으로 운반되지 못하는 결점과 일반인이 LNG를 한번도 사용해 본 경험이 없음으로 인한 일반인의 의구심과 기존 취사, 난방용의 시설변경의 어려움 등이 LNG수요 개발의 제약요인으로 등장한다.

한편 소득증대에 따른 일반인의 연료에 대한 편의성 추구 지향은 LNG를 확대할 수 있는 요인으로도 볼 수 있으나, 수요를 결정하는 주요 요인은 시장가격에 있음을 감안하여 본고에서는 소비자 가격을 중심으로 경제성을 분석하고자 한다.

(1) 열량당 相對價格 비교

가정·상업용 연료로서 에너지源은 연탄, 灯油, 輕油, 도시가스, LPG, 전기 그리고 LNG를 들 수 있다. LPG를 제외한 에너지源은 현재 시장에서 가격이 형성되어 있기 때문에 이를 토대로 하여 LNG와 비교해 보고자 한다.

LNG는 가정·상업용 연료로써 사용하기 위해서는 막대한 주배관시설이 형성되어 있어야 되기 때문에 기존의 도시가스 공급망을 LNG 공급망으로 대체한다고 하더라도 에너지 인수기지에서부터 京仁지역까지는 공급망을 설치해야 한다.

따라서 LNG는 주수요처인 京仁city gate에 이르는 120km에 연간 150만톤을 수송할 때 주배관 사용료는 <表-13>과 같이 \$0.114/MBTU이 된다. LNG 도입 초기는 평균 70만톤이 통과 한다고 가정하면 주배관 사용료는 \$0.245/MBTU (\$12.64/톤)으로 산정된다.

여기에 공급가격인 \$317.53/톤을 합하고 부가세 10%를 가산하면 LNG 가정·상업용 공급자의 소비자 가격은 톤당 331.42\$ (294원/kg) 이 된다.

<表-13> 주배관 사용료

통과물량(만톤)	10	30	50	70	100	150
주배관사용료 (\$/MBTU)	1.714	0.571	0.343	0.245	0.171	0.114

이와같은 LNG 공급자 소비자 가격을 기존의 에너지 열량당 가격의 상대가격을 비교해 볼때 취사 면에서는 LNG가 가장 경제성이 높은 연료로 나타났으며, 난방용으로는 저렴한 연탄가격과 B-C油에 밀리고 있으나, 도시가스나 LPG 보다는 경제성이 있다.

그러나 열량당 단순 가격 대비 이외 편의성을 고려한 문제가 대두되기 때문에 다음에는 편의성을 고려한 경제성을 분석해 보고자 한다.

(2) 편의성을 고려한 經濟性 비용

소비자는 국민소득 향상에 따라 시장에서 편의성을 주는 에너지源을 선택하게 된다. 편의성이란 결국 불편성 제거에 대한 기회비용(opportunity cost)으로 볼 수 있다.

가정·상업 연료로서 각에너지源은 용도에 따라서 편의성을 정확하게 계산해 낼 수는 없지만, 가정 난방용의 경우는 난방시스템의 90% 이상이 연탄소비에 편중되어

<表-14> 유효열량당 相對價格 비교(소비자)

	단위	열량(kcal)	열효율(%)		유효열량(kcal)		연료가격(86.5.30현재)	유효열량당가격(천kcal)		경제성순위	
			취사	난방	취사	난방		취사	난방	취사	난방
연탄	kg	4,600	12	65	552	2,990	₩49.4(63.4) <sup>1)</sup> /kg	89.5	16.5(21.2) <sup>2)</sup>	4	1(2)
灯油	ℓ	8,700	45	95	3,915	8,265	₩261/ℓ	66.7	31.6	2	5
輕油	ℓ	9,200	45	95	-	8,740	₩248/ℓ	-	28.4	-	4
B-C油	ℓ	9,900	45	95	-	9,405	₩157.35/ℓ	-	16.7	-	2(1)
도시가스	m <sup>3</sup>	7,000	50	98	3,500	6,860	₩300/m <sup>3</sup>	85.7	43.7	3	6
LPG	kg	12,000	50	98	6,000	11,760	₩618/kg	103.0	52.6	5	7
전기	kwh	860	65	100	559	860	₩68.52/kwh	122.6	79.7	6	8
LNG	kg	13,000	50	98	6,500	12,740	₩294/kg	45.2	23.1	1	3
	(m <sup>3</sup> )	(9,500)	(50)	(50)	(4,750)	(9,310)	₩215/m <sup>3</sup> <sup>3)</sup>	(45.2)	(23.1)		

주: 1), 2)는 연탄의 불편성을 고려한 kg 당 유효열량 가격임.  
3) LNG는 주배관 사용료 포함 가격임.

있음을 감안하여 연탄을 사용함에 따른 불편비용을 추정하여 이를 열량당 가격에 가산해 줌으로써 에너지 선택 원간의 경제성을 비교해 볼 수 있다.

편의성은 불편성에 대한 기회비용으로 계산된다고 이미 지적한 바와 같다. 따라서 불편성을 제거하기 위한(환경비용 포함) 비용을 추정하여 이를 편의성에 대한 기회비용으로 보고자 한다.

가정연료로서 主宗인 연탄은 他에너지에 비해 열량당 상대적으로 극히 저렴한 가격이다.

그러나 실상은 연탄을 소비함에 따른 연탄재 처리비용은 사회적 비용으로 처리되기 때문에 대부분 소비자는 이를 염두에 두고 있지 않으나, 사실은 79년도에 서울시는 150억원을 동경비로 사용한바 있다. 이러한 점을 감안하여 타에너지에서 없는 불편성을 연탄 재처리 비용이외의 연탄교환비용, 연탄가스 중독사고 방지를 위한 가스 배출기 비용은 타 연료 사용에 없던 비용으로 이를 경제성 분석에 삽입하여 대비해야 한다.

연탄 사용에 따른 불편비용은 1개당 50원 정도로 추정되기 때문에 <表-14>의 연탄가격은 63.3원/kg으로 추정된다. 여기에 열효율을 감안 유효열량을 적용하면 연탄의 유효 열량당 가격은 천kcal당 취사용의 경우 114.7

원, 난방용의 경우는 21.2원으로 각각 추정된다.

따라서 경제성 순위에서도 연탄은 난방용의 경우 높은 것으로 분석된다.

### Ⅲ. 종합적 經濟性 비교

이제까지 분석한 자료를 종합해 보면, 發電用 연료는 kwh당 원자력이 가장 저렴한 것으로 분석되며, LNG와 B-C油와의 발전단가는 kwh당 7.45원 차이가 남을 고려하여 발전부문의 LNG소비는 가능한 억제함이 바람직하다. 한편 가정용 연료로써 LNG가격은 취사용의 경우 유효 열량 가격당(천 kcal) 45.2원이므로 가장 저렴한 것으로 분석되었기 때문에 고가치 사용(high-Value use)인 가정용 취사는 적극 확대함이 경제적이다. 그러나 현실적으로 LNG와 경쟁관계에 있는 취사용 연료인 LPG, 도시가스과 가격을 고려한다면 LNG 도시가스의 소비자 가격을 기존의 도시가스나 LPG 가격 수준으로 항상조정하여 그 차익의 도시가스 확대사업 기금으로 적립하여 사용함이 현재의 가격체계를 유지하면서 도시가스를 확대할 수 있는 방안이다. ☐

<表-15> 연탄의 유효 열량당 가격

	열량(kcal) / kg	유효열량(kcal)		연료 가격 (불편제거 비용포함)	유효열량당 가격(천kcal)	
		취사	난방		난	방
연탄	4,600	552	2,990	63.3	21.2	

(新刊)

石油 및 石油産業의 入門書

**石油의 基礎知識**

—大韓石油協會 弘報室 編著—