

AHP를 이용한 전력공급원 구성비율 설정에 관한 연구

김형준* · 김영민**

An Application of the Analytic Hierarchy
Process to the Electric Power Generation Mix

Kim, Hyung-Joon* · Kim, Young-Min**

ABSTRACT

This article describes an alternative approach for determining Korea's optimal power generation mix through an Analytic Hierarchy Process(AHP). Five criteria, strategic, economic, technological, environmental, and socio-political criterion, are considered simultaneously, as opposed to the traditional emphasis on economic criterion only. The electric power sources examined here included nuclear power, coal-fired power, and LNG fired power.

1. 서 론

에너지 정책은 국가경제적인 비중과 의미가 매우 크기 때문에 그 수립과정에서 고려해야 할 요소가 매우 다양하고 상호간에 중복되는 형태를 취하기도 한다. 그러므로 에너지 정책 수립과정에서 모든 고려사항을 그 비중과 역할에 맞게 반영하는 일은 매우 어려운 일이다. 그렇다고 하여 고려해야 할 요소들의 비중을 제대로 파악하지 못한 채 계획이 이루어진다면 국가 전체적인 입장에서 볼때 투자 및 자원의 효율적인 배분에 큰 오류를 범하게 된다.

그럼에도 불구하고 아직까지 다양한 정책목표를

반영할 수 있는 에너지 정책평가 기법은 개발되지 못한 상태이다. 지금까지는 주로 경제성 측면에 초점을 맞추면서 몇가지 전제하에서 계량화 할 수 있는 기준에 의하여 평가하는 것이 대부분이었다. 그러나 최근 에너지 문제는 경제적 측면 이외에도 기술적 요인, 환경문제, 산업파급효과, 사회 정치적 문제 등 계량화하기 어려운 요인들이 중요한 변수로 대두되면서 이러한 요인들을 정책대안의 평가과정에 적절히 포함시킬 수 있는 새로운 의사결정기법의 필요성이 제기되고 있다.

이에 따라 다양한 목표를 에너지 정책평가 과정에 반영할 수 있는 의사결정기법에 대한 연구가 진

* 한국원자력연구소

** 인하대학교 산업공학과

행되고 있다.

Amagai와 Leung은 일본의 적정 전력공급원구성비를 설정을 위한 연구에서 다목적 함수(경제성, 전력수급 안정성, 환경영향)의 최적화기법으로 선형계획법에 바탕을 둔 절충모형(Compromising Model)을 제시하고 있다[11].

Keeny와 Sichertman은 원자력과 석탄화력발전의 비교분석을 위해 경제성, 환경영향, 안전성 및 안전규제 측면을 고려한 다속성 효용이론(Multiattribute Utility Theory)을 제시하고 있다[17].

김영창 등은 비용의 최소화만을 고려하는 기존의 전원개발모형에다 환경영향 및 발전소 재해 위험도 등을 고려하기 위하여, 이들 3가지 요소를 목적함수로 두고 매년의 적정 공급신뢰도를 제약 조건으로 하는 우선순위 동적계획법(Preference Order Dynamic Programming)을 이용하는 방법을 제시하고 있다[3].

이들 기법은 에너지 정책평가를 위한 다기준 의사결정기법으로서의 나름대로의 많은 장점을 지니고 있다. 그러나 분석과정이 어렵고 복잡할 뿐만 아니라, 계량화 하기 힘든 정책목표가 있을 경우 이를 평가과정에 제대로 반영하기가 매우 힘들어 현실적으로 적용하는데 많은 어려움이 있다.

일련의 활동 또는 평가기준들의 상대적인 중요성을 결정하기 위한 방법으로서 1970년대 초에 T. L. Saaty가 개발한 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process : AHP)이 있다. 이 기법이 갖는 참신성은 다수의 목표, 다수의 평가기준, 다수의 의사결정 주체가 포함되어 있는 의사결정문제를 계층화하여 해결하고자 하는 데 있다. 평가하고자 하는 에너지 문제를 적절히 계층화 할 수 있다면 AHP기법은 에너지 정책 평가를 위한 유용한 분석의 틀과 방법론을 제공할 수 있을 것이

다.

본 연구에서는 먼저 AHP를 적용할 때 발생할 수 있는 몇 가지 문제점에 대해 논한 후 그 분석 결과를 바탕으로 우리나라의 적정 전력공급원구성비율 설정문제에 적용해 봄으로써 에너지 정책 평가를 위한 다기준 의사결정기법으로서의 AHP의 도입 타당성을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 제 2장에서 AHP의 개요와 적용절차에 대하여 간략히 논하고, 제 3장에서 AHP적용을 위한 적정성 평가를 수행하였다. 제 4장에서는 우리나라의 적정 전력공급원 구성비율 설정문제에 적용하여 그 결과를 제시하였다.

2. 계층분석과정(AHP)

2.1 개요

AHP는 1970년대 초 T. L. Saaty에 의해 개발되었으며, 그 후 이 기법에 대한 많은 이론 및 응용연구가 진행되고 있다[4],[6],[7],[24],[26].

이 기법은 주어진 의사결정문제를 계층화 한 후, 상위계층에 있는 한 요소(또는 기준)의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍별비교(Pairwise Comparison)에 의해 측정하는 방식을 통해 궁극적으로는 최하위 계층에 있는 대안들의 가중치 또는 우선순위를 구할 수 있도록 해 준다.

AHP 기법은 의사결정자의 오랜 경험이나 직관 등을 평가의 바탕으로 하고 있기 때문에 수치로 표현할 수 있는 정량적 평가기준은 물론 흔히 의사결정문제에서 다루기 곤란하면서도 반드시 고려하지 않으면 안될 정성적 평가기준들도 비교적 쉽게 처리할 수 있다. 뿐만 아니라 분석과정도 직관적이고 비교적 쉽다는 장점을 지니고 있다. 이러한 이유로 AHP기법은 최근 가장 많이 이용

되고 있는 의사결정기법의 하나로 평가받고 있다.

2.2 AHP의 적용절차

AHP를 이용하여 의사결정문제를 해결하고자 할 경우에는 보통 다음과 같은 4단계를 거친다 [22].

[단계 1] 주어진 의사결정문제를 계층구조(Hierarchy)로 분해한다.

AHP의 적용절차중 가장 중요한 단계라고 할 수 있는 이 단계는 주어진 의사결정문제를 상호 관련된 의사결정요소들로 계층화하여 문제를 분해하는 과정이다[20],[21].

최상위 계층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목표가 놓여지고, 최하위 계층에는 선택의 대상인 대안들로 구성된다. 계층구조의 중간계층은 의사결정의 질(Quality)에 영향을 주는 속성, 즉 평가기준들로 구성이 되는데, 하위계층으로 갈수록 보다 상세하고 구체적인 내용이 되어야 한다.

[단계 2] 같은 계층에 있는 요소들을 대상으로 쌍별비교를 행한다.

가중치란 상대적인 비중 또는 상대적인 중요도를 뜻한다. 만일 평가기준이 두개뿐이라면 그 둘을 직접 비교하여 상대적인 비중이나 중요도를 바로 판단할 수 있다. 그러나 평가기준이 여러개 일때는 각각의 상대적인 비중이나 중요도를 모두 고려하여 단번에 가중치를 정하기는 어렵다. 따라서 AHP에서는 평가기준들을 2개씩 뽑아 쌍별로 비교한다.

쌍별비교의 과정에는 평가기준들에 대한 의사결정자의 선호(Preference)정도를 먼저 어의적(語義的)인 표현에 의해 나타내고, 이에 상응하는 적정한 수치를 부여하는 수량화 과정이 포함된다. 이를 위해서는 신뢰할만한 평가척도가 필요하며, AHP에서는 Saaty가 제안한 9점 척도가 많이 이

용되고 있다[20]. AHP에서 사용되는 9점 척도의 내용을 <표 2-1>에 나타냈다.

<표 2-1> Saaty의 9점 척도의 내용

중요도	정 의
1	동일한 정도로 중요 (Equal Importance)
3	약간 더 중요 (Moderate Importance)
5	중요 (Strong Importance)
7	매우 중요 (Very Strong Importance)
9	절대 중요 (Absolute Importance)

2,4,6,8 위의 수치들의 중간 정도의 중요도

역수 a_{ij} 가 위의 값들을 가질 때의 a_{ji} 값

[단계 3] 고유치 방식을 이용하여 쌍별비교된 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 추정한다.

즉, 앞단계에서 쌍별비교를 통해 얻은 a_{ij} 값을 이용하여 평가기준 C_1, C_2, \dots, C_n 이 갖는 영향도 또는 선호도를 나타내 주는 수치 w_1, w_2, \dots, w_n 을 추정하는 것이다. Saaty는 이러한 가중치 추정방법으로서 다음의 관계식을 이용하는 고유치 방법(Eigenvalue Method)을 제안하고 있다[22].

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W$$

여기서 A 는 쌍별비교의 결과로 얻어진 정방행렬이며, λ_{\max} 는 A 의 최대 고유치(Maximum Eigenvalue), W 는 고유벡터(Eigenvector)이다.

한편, Saaty는 λ_{\max} 의 값이 n 에 근접할수록 쌍별비교행렬 A 가 일관성을 갖는 것으로 해석할 수 있다는 특성과 λ_{\max} 의 값은 항상 n 보다 크거나 같다는 특성을 이용하여 다음과 같은 일관성 측정법을 개발하였다[22].

일관성 비율(Consistency Ratio : CR)=CI /RI

여기서 CI는 일관성 지수(Consistency Index)로서 $CI=(\lambda_{max}-n)/(n-1)$ 에 의해 계산되는 값이고, RI는 Random Index의 약자로서 평가기준의 갯수 n 의 크기에 따라 다음과 같은 값으로 나타난다[22].

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

[단계 4] 최하위 계층에 있는 대안들의 우선순위를 구하기 위하여 각 계층에서 구해진 평가요소들의 가중치를 종합한다.

최상위 계층에 있는 의사결정문제의 가장 일반적 목표를 달성함에 있어서 최하위 계층에 있는 대안들이 어느정도 영향을 미치는지 또는 어느 정도의 중요성을 갖고 있는지를 알아보기 위해 대안들의 종합가중치(Composite Relative Weights)를 구하는 단계이다.

대안의 종합가중치는 아래의 식을 통해 구할 수 있다[22].

$$W_i = \sum_j (w_j)(u_{ij})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_i : i\text{번째 대안의 종합가중치} \\ w_j : \text{평가기준 } j\text{의 상대적 가중치} \\ u_{ij} : \text{평가기준 } j\text{에 대한 } i\text{번째 대안의 가중치} \end{array} \right.$$

이들 대안의 종합가중치는 대안의 상대적 비중 또는 우선순위라고도 하며, 대안 선택 또는 자원 배분의 기초를 제공한다[25].

3. AHP적용을 위한 적정성 평가

본 연구의 목적중의 하나는 AHP를 적용하는 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 검토·평가하는 것이다. 본 연구에서는 AHP를 적용함에 있어서 흔히 발생할 수 있는 문제를 크게 2가지로 분류하였다. 즉, AHP에서 사용되는 평가척도의 문제와 평가기준들간의 상대적 중요도를 나타내는 가중치의 도출방법에 관한 문제이다.

3.1 평가척도(Scale of Measure)

AHP적용의 적정성과 관련하여 논란이 되고 있는 내용중의 하나는 평가자의 주관적 선호도(Intensity of Preference)를 수치로 변환하는데 사용되는 Saaty의 9점 척도에 관한 것이다[15].

Saaty는 몇가지 실증적 예를 통하여 9점 척도의 적정성을 주장하고 있다[22]. 그러나 평가척도의 선택은 경험적인 배경하에서 이루어져야 하며, 임의의 적용예에서 우수하다고 해서 모든 경우에 적절한 것은 아니다[19]. 따라서 본 연구에서는 간단한 실증적 예를 통해 에너지 정책 분석에서 9점 척도의 적정성을 평가해 보고자 한다. 이러한 실험의 하나로서 우리나라 1차 에너지원별 소비량 구성비율(1994년도 기준)을 먼저 어의적으로 평가한 후 이를 여러가지 척도를 이용하여 수치로 변환하고 고유치 방법에 의해 에너지원별 소비량 구성비율을 추정하여 이를 실제 구성비율과 비교해 보고자 한다.

<표 3-1>은 우리나라 1차 에너지원별 소비량 구성비율을 어의적으로 나타낸 판단행렬이다. 어의적판단은 에너지 정책분야 전문가에게 의뢰하여 행해졌다.

한편, 비교대상 평가척도는 9점척도를 비롯하여 5개로 한정했으며, 이를 <표 3-2>에 나타냈다.

평가척도에 따른 에너지원별 소비량 구성비율의 추정치를 고유치 방법에 의해 계산하여 <표 3-3>에 나타냈다. 본 연구에서는 추정치가 실제치에 얼마나 접근하는가를 알아보기 위해 Saaty가 도입한 RMS(Root Mean Square Deviation)외에 상관계수를 새로 도입함으로써 추정치와 실제치 간의 선형관계의 강도를 추가로 알아 보았다. 여기서 RMS란 추정 벡터값이 실제 벡터값에 얼마나 근접하는가를 평가하는데 사용되는 측정방법의 하나로써, 쌍을 이룬 수치 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)$ 이 있을 때 $RMS = \{\sum_i (a_i - b_i)^2 / n\}^{1/2}$ 로 정의된다.

<표 3-3>에서 알 수 있듯이 9점척도는 상관계수와 RMS의 관점에서 볼 때 다른 척도에 비해 좋은 결과를 보이고 있다. 이러한 결과는 이와 유사한 다른 실험(우리나라 전원구성비율 추정문제)에서도 비슷하게 나타났다.

3.2 가중치의 추정(Estimation of Weights)

평가기준의 상대적 가중치 추정을 위해 여러가지 방법이 제안되고 있으나 그 중 고유치 방법(Eigenvalue Method)과 대수최소자승법(Logarithmic Least Squares Method)이 널리 이용되고 있다[12],[13],[18].

이 두가지 방법중 어떤 것이 더 좋은 추정치를

산출하는가에 대한 일치된 견해는 아직까지 없다. Saaty는 고유치 방법이 더 좋은 추정치를 산출할 뿐만 아니라 고유치 방법이 판단의 일관성을 측정할 수 있는 유일한 방법임을 주장하고 있다[23],[24]. 반면, Crawford와 Barzilai 등은 대수최소자승법이 통계이론에 근거를 두고 있을 뿐만 아니라, 계산이 쉽다는 점등을 들어 대수최소자승법의 우월성을 주장하고 있다[12],[13].

본 연구에서는 고유치 방법과 대수최소자승법을 대상으로 우리나라의 1차 에너지원별 소비량 구성비 추정문제에 적용해 봄으로써 그 결과를 실제치와 비교해 보고자 한다.

<표 3-4>는 우리나라 에너지원별 소비량 구성비 추정을 위한 어의적 판단 행렬을 9점 척도를 이용하여 수치로 변환한 것이고, <표 3-5>는 고유치 방법과 대수최소자승법에 의해 에너지원별 소비량 구성비를 추정한 결과이다.

위의 계산예에서 알 수 있듯이 고유치 방법과 대수최소자승법 모두 가중치 추정을 위한 좋은 방법인 것으로 나타났다. 그러나 RMS의 계산결과 대수최소자승법보다 고유치 방법이 보다 좋은 결과를 나타내고 있고, 또한 Saaty가 주장하고 있는 것처럼 고유치 방법은 AHP의 가장 큰 장점 중의 하나인 판단의 일관성을 측정할 수 있다는 점에서 대수최소자승법에 비해 유리하다고 할 수 있다.

<표 3-1> 에너지원별 소비량 구성비에 대한 판단행렬

	수력	원자력	석유	무연탄	유연탄	LNG
수력	E	-	-	-	-	-
원자력	A	E	-	S	-	B(M-S)
석유	A	A	E	A	V	A
무연탄	M	-	-	E	-	E
유연탄	A	B(E-M)	-	B(S-V)	E	B(S-V)
LNG	B(M-S)	-	-	E	-	E

(*) 여기서 E는 동등, M은 약간 더 중요, S는 중요, V는 매우 중요, A는 절대중요를 의미하며, B는 Between을 의미

〈표 3-2〉 평가척도와 수치의 의미

평가 척도	동등 (Equal)	약간 (Moderate)	중요 (Strong)	매우 (Very Strong)	절대 (Absolute Strong)
(1) 1-5	1	2	3	4	5
(2) 1-9	1	3	5	7	9
(3) 1-15	1	5	8	11	15
(4) x^2	1	9	25	49	81
(5) \sqrt{x}	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{7}$	$\sqrt{9}$

(*) 여기서 x 는 9점척도에 대응하는 값임

〈표 3-3〉 평가척도에 대응하는 고유벡터의 값(에너지원별 소비량 구성비)

평가 척도	고유벡터의 값						r	RMS
	수력	원자력	석유	무연탄	유연탄	LNG		
(1) 1-5	0.046	0.153	0.439	0.068	0.221	0.072	0.966	0.082
(2) 1-9	0.022	0.127	0.586	0.040	0.181	0.044	0.999	0.016
(3) 1-15	0.010	0.114	0.633	0.028	0.184	0.031	0.933	0.013
(4) x^2	0.001	0.048	0.838	0.005	0.101	0.006	0.993	0.098
(5) \sqrt{x}	0.069	0.180	0.363	0.102	0.217	0.107	0.916	0.119
실제치	0.018	0.115	0.619	0.040	0.164	0.045		

(*) 여기서 x 는 9점척도에 대응하는 값임

〈표 3-4〉 우리나라의 에너지원별 소비량 구성비 추정을 위한 쌍별비교 행렬

	수력(기타)	원자력	석유	무연탄	유연탄	LNG
수력(기타)	1	1/9	1/9	1/3	1/9	1/4
원자력	9	1	1/9	5	1/2	4
석유	9	9	1	9	7	9
무연탄	3	1/5	1/9	1	1/6	1
유연탄	9	2	1/7	6	1	6
LNG	4	1/4	1/9	1	1/6	1

〈표 3-5〉 에너지원별 소비량 구성비 추정 결과 비교

	고유치 방법	LLSM	실제치
수력(기타)	0.022	0.020	0.018
원자력	0.127	0.136	0.115
석유	0.586	0.555	0.619
무연탄	0.040	0.044	0.040
유연탄	0.181	0.197	0.164
LNG	0.044	0.047	0.045
RMS	0.016	0.031	

4. AHP에 의한 전력공급원구성 비율 설정

4.1 의사결정 계층도의 작성

4.1.1 평가대안의 설정

1995년 현재 우리나라의 발전원별 설비 구성비를 보면 원자력 26.7%, 석유 22.7%, 유연탄 21.1%, LNG 16.7%, 수력 9.6%, 무연탄 3.2%의 순으로 되어 있다. 그러나 무연탄 발전은 경제성 측면에서 극히 불리하고, 수력은 대용량으로 개발 가능한 곳은 이미 개발이 끝난 상태이며, 석유발전은 국가 에너지 안보 및 정부의 탈석유 전원정책을 고려하여 이들을 제외한 원자력, 유연탄, LNG 3가지를 우리나라의 장기 전력공급원구성비율 설정을 위한 본 연구의 평가 대안으로 삼았다. 한편 풍력이나 조력 등 자연에너지의 경우 이를 대용량의 전력원으로 실용화 하기에는 경제성과 기술적 측면에서 해결해야 할 과제가 많이 남아 있을 뿐만 아니라, 이러한 문제점들이 장기적으로 볼 때 어느 정도 해결된다 해도 전체 전력공급 측면에서 볼 때 그 역할은 그다지 크지 않을 것으로 예상됨에 따라 역시 평가 대안에서 제외하였다.

4.1.2 평가기준의 설정

대안을 평가하기 위한 기준은 관련 연구보고서 및 정책보고서[1, 5, 8, 9, 10] 등 문헌 검토를 통해 1차적으로 추출한 후 에너지 정책 전문가와의 토의를 거쳐 5개의 주항목과 14개의 세부항목으로 구분하였으며, 이를 요약하면 〈표 4-1〉과 같다.

4.1.3 의사결정 계층도의 작성

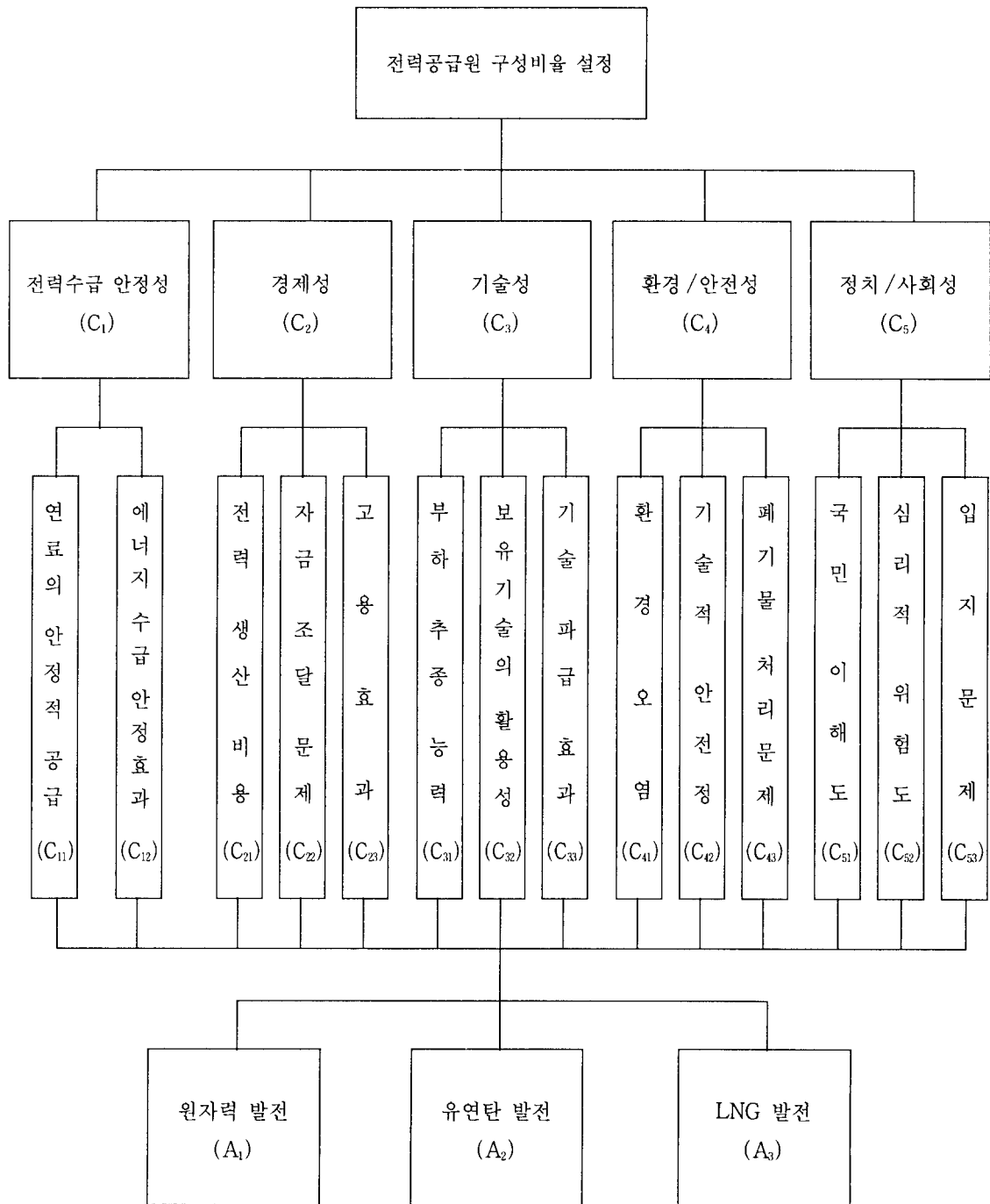
도출된 평가대안 및 평가기준을 기초로 하여 AHP의 의사결정 계층도를 작성하였으며, 이를 〈그림 4-1〉에 나타냈다. 최상위 계층에는 의사결정문제의 일반적 목표인 장기전력공급원구성비율 설정이 위치하고, 계층 2와 계층 3에는 평가기준이 위치하며, 최하위 계층에는 평가대안이 위치하게 된다.

4.2 평가기준의 쌍별비교 및 가중치의 도출

〈그림 4-1〉의 의사결정 계층도에 따라 평가기준들에 대한 판단행렬(Judgment Matrix)을 작성하기 위해서는 평가기준들간의 쌍별비교가 필요하며, 본 연구에서는 이러한 쌍별비교를 국내 에너지 전문가들을 대상으로 설문을 통해 행하였다.

〈표 4-1〉 평가기준의 요약

주 항 목	세 부 항 목	설 명
1. 전력 수급 안정성	1.1 연료의 안정적 공급 1.2 에너지 수급 안정효과	· 연료원의 안정 확보 가능성(세계의 자원 매장량, 지역적 편중성 등을 고려할때) · 연료가격의 변동에 따른 발전비용의 상승 또는 유연성 효과
2. 경제성	2.1 전력생산 비용 2.2 자금조달 문제 2.3 고용효과	· 발전소 건설 및 운영에 따른 총비용 (건설투자비+연료비+운전유지비) · 초기투자비의 조달 등 · 발전소 건설 및 운영에 투입되는 소요 인력
3. 기술성	3.1 부하추종 능력 3.2 보유기술의 활용성 3.3 기술과급 효과	· 전기의 품질을 유지하기 위한 적정 부하추종 능력 여부 · 국내 보유기술 및 인력의 효율적 활용 측면 · 발전소 건설 및 운영에 따른 타산업에의 과급효과
4. 환경 /안전성	4.1 환경오염 4.2 기술적 안전성 4.3 폐기물처리 문제	· 발전소 운영에 따른 수질 및 대기오염 (온배수 문제, SO_x , NO_x , CO_2 발생량 등) · 직업적 재해 발생빈도 등을 포함한 기술적 안전성 · 발전소 운영과정에서 발생하는 폐기물의 처리난이도(석탄 화력의 분진과 재, 원전의 방사성폐기물등)
5. 정치 /사회성	5.1 국민이해도 5.2 심리적 위협도 5.3 입지문제	· 발전원에 대한 일반국민의 이해도, 친숙도, 수용성등 · 거대사고 발생 가능성, 재해의 치유 난이도, 재해의 지속 기간 등 · 발전원별 입지조건, 지역주민의 수용성 등



<그림 4-1> 의사결정 계층도

정부부처의 관계공무원을 포함한 연구기관, 기업 등 12개 기관의 78명의 전문가를 대상으로 설문을 배포한 결과 53%에 해당하는 41명이 설문에 응답하였다.

쌍별비교를 위한 평가척도 및 가중치 도출방법은 제 3장의 AHP적용을 위한 적정성 평가결과

를 바탕으로 9점척도 및 고유치 방법을 이용하였다. 즉, 9점척도를 이용하여 평가자 개인이 행한 쌍별비교 값을 기하평균법에 의하여 새로운 종합판단 행렬을 만들고 고유치 방법에 의해 평가기준들의 가중치를 계산하였다. 그 결과가 <표 4-2>에 나와있다.

<표 4-2> 가중치 계산 결과

의사결정 목표 (계층 1)	평가 기준 (계층 2)	평가기준 (계층 3)	평가 대안(계층 4)		
			원자력	유연탄	LNG
적정 전력 공급원 구성비율 설정	C ₁ =0.428	C ₁₁ =0.355	0.484	0.402	0.114
		C ₁₂ =0.645	0.621	0.284	0.096
	C ₂ =0.016	C ₂₁ =0.655	0.655	0.255	0.090
		C ₂₂ =0.250	0.098	0.267	0.634
		C ₂₃ =0.095	0.506	0.361	0.133
	C ₃ =0.100	C ₃₁ =0.716	0.092	0.229	0.679
		C ₃₂ =0.122	0.239	0.437	0.323
		C ₃₃ =0.161	0.439	0.301	0.260
	C ₄ =0.310	C ₄₁ =0.643	0.415	0.131	0.454
		C ₄₂ =0.178	0.209	0.542	0.249
		C ₄₃ =0.179	0.127	0.251	0.622
	C ₅ =0.046	C ₅₁ =0.380	0.126	0.204	0.669
		C ₅₂ =0.181	0.103	0.383	0.514
		C ₅₃ =0.440	0.122	0.272	0.606
	대안의 종합 가중치			A ₁ =0.427	A ₂ =0.279

〈표 4-2〉에 나타났듯이 우리나라의 적정 전력공급원 구성을 위한 5가지 평가기준의 상대적 중요도는 전력수급 안정성(C_1) 0.428, 환경/안전성(C_2) 0.310, 경제성(C_3) 0.116, 기술성(C_4) 0.100, 정치/사회성(C_5) 0.046의 순으로 나타났다.

〈표 4-2〉의 3번째 열에 있는 값들은 위의 5가지 평가기준 각각의 측면에서 평가된 하부 평가기준들의 상대적 중요도이며, 나머지 열에 있는 값들은 하부평가기준 각각의 측면에서 평가된 원자력 : 유연탄 : LNG의 상대적 중요도이다. 표의 마지막 행에 나온 값은 평가대안의 종합가중치로서, 제 2장 제 2절의 [단계 4]에 나온 식에 의해 구한 값이다. 예를 들어, 원자력의 종합가중치는 $(0.428 \times 0.355 \times 0.484 + 0.428 \times 0.645 \times 0.621 + \dots + 0.046 \times 0.440 \times 0.122)$ 에 의해 구해진 값이다.

5. 결 론

본 연구는 우리나라 장기 전력공급원구성비율 설정을 위한 AHP의 도입 타당성을 제시하는데 있다. 이를 위해 본 연구에서는 먼저 AHP를 적용할 때 발생할수 있는 몇 가지 문제점, 즉 평가척도의 사용문제와 가중치 도출방법에 대해 논한 후 그 분석결과를 바탕으로 우리나라의 적정 전력공급원구성비율을 설정해 보았다.

주로 경제성과 기술적 평가기준에 초점을 맞추어 온 기존의 전력공급원구성비율 설정방법과는 달리 본 연구에서는 전력수급 안정성, 환경/안전성, 경제성, 기술성, 그리고 정치/사회성 등 5가지 평가기준을 고려하여 우리나라 주전력원인 원자력, 유연탄, LNG의 적정비율을 설정해 보았다.

평가기준의 쌍별비교는 설문을 통해 국내 에너지 전문가들에게 의뢰하여 행하였으며, 평가결과 대안의 종합가중치는 원자력 0.427, 유연탄 0.279, LNG 0.294로 나타났다.

본 연구의 결과를 요약하여 설명하면 다음과 같다.

첫째, 원자력은 연료의 안정적 공급과 에너지 수급 안정효과 등 전력수급 안정성 측면에서 상대적으로 다른 발전원에 비해 유리한 것으로 나타나고 있으며, 현재의 여건이 크게 변하지 않는 한 원자력발전 비율은 현재의 수준을 계속 유지해야 할 것으로 보인다.

둘째, 유연탄은 연료의 안정적 공급과 기술적 안전성 측면에서 다른 발전원에 비해 상대적으로 유리한 것으로 나타났으나, 환경오염측면에서 매우 불리한 것으로 나타나 이에 대한 근본 대책이 없을 경우 그 비중은 현재보다 다소 낮추어야 할 것으로 보인다.

셋째, LNG는 환경측면과 폐기물 처리문제 등에서 상대적으로 유리한 것으로 나타났으며, 환경 및 정치사회적 측면이 중요한 요소로 부각됨에 따라 LNG의 비중은 현재보다 높여야 할 것으로 보인다.

참고로 현재 정부의 장기전력수급계획에서 목표로 하고 있는 2006년도의 원자력 : 유연탄 : LNG의 전력공급원구성비율은 0.451 : 0.338 : 0.211로 되어 있다[10].

참 고 문 헌

- [1] 강창순 외, 「현대 산업사회와 에너지」, 서울대학교 출판부, 1992.
- [2] 김성희, 「의사결정론 -분석 및 응용-」, 영지문화사, 1991.
- [3] 김영창, “환경문제를 고려한 다목적 전원개발계획에 관한 연구”, 한국과학기술원, 박사학위논문, 1992.
- [4] 백광천 외, “R&D 투자 규모결정 및 자원배분에 관한 연구”, 「한국경영과학지」, 제 10

- 권 제 1호(1993), pp. 81-105.
- [5] 아주대학교 에너지문제연구소, "2000년대 원자력 전망 및 대처방안 수립에 관한 연구", 한국전력공사, 1989.
- [6] 이영찬, 민재형, "불확실한 상황하에서의 다 목표 R&D 투자계획수립에 관한 연구", 「한국경영과학회지」, 제 20권 제 2호(1995), pp. 39-60.
- [7] 정병호, 조권익, "부정확한 쌍대비교정보를 갖는 다요소의사결정문제에서의 가중치 산출", 「한국경영과학회지」, 제 19권 제 2호(1994), pp. 75-84.
- [8] 통상산업부/한국전력공사, 「원자력발전백서」, 1995.
- [9] 한국에너지연구소, "원자력과 석탄화력의 경제성 및 환경에 미치는 영향 비교 분석 연구", 과학기술처, 1986.
- [10] 한국원자력산업회의, 「원자력년감」, 한국원자력산업회의, 1994.
- [11] Amagai, H. and Leung, P., "Multiple Criteria Analysis for Japan's Electric Power Generation Mix," *Energy Systems and Policy*, Vol. 13, 1989, pp. 219-236.
- [12] Barzilai, J., Cook, W. D., and Golany, B., "Consistent Weights for Judgments Matrices of the Relative Importance of Alternatives," *Operations Research Letters*, July 1987, pp. 131-134.
- [13] Crawford, G. and Williams, C., "A Note on the Analysis of Subjective Judgment Matrices," *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 29, 1985, pp. 387-404.
- [14] Golany, B., "A Multicriteria Evaluation of Methods for Obtaining Weights from Ratio-Scale Matrices," *European Journal of Operational Research*, Vol. 69, 1993, pp. 210-220.
- [15] Harker, P. T. and Vargas, L. G., "The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, Vol. 33, No. 11, Nov. 1987, pp. 1383-1403.
- [16] Jensen, R. E., "An Alternative Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structure," *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 28, No. 3, 1984, pp. 317-332.
- [17] Keeny, R. L. and Sichertman, A., "Illustrative Comparison of One Utility's Coal and Nuclear Choices," *Operations Research*, Vol. 31, No. 1, Jan. -Feb. 1983, pp. 50-83.
- [18] Krovak, J., "Ranking Alternative-Comparisons of Different Methods Based on Binary Comparison Matrices," *European Journal of Operational Research*, Vol. 32, 1987, pp. 86-95.
- [19] Olson, D. L., et al., "Comparison of the REMBRANDT System with Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operational Research*, Vol. 82, 1995, pp. 552-539.
- [20] Saaty, T. L., "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures," *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15, No. 3, 1977, pp. 234-281.
- [21] Saaty, T. L., "Modelling Unstructured Decision Problems : The Theory of Analytical Hierarchies," *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 20, No. 3,

- 1978, pp. 147-157.
- [22] Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [23] Saaty, T. L., "Rank Generation, Preservation, and Reversal in the Analytic Hierarchy Process," *Decision Sciences*, Vol. 18, No. 2, 1987, pp. 157-177.
- [24] Saaty, T. L., "Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operational Research*, Vol. 74, 1994, pp. 426-447.
- [25] Saaty, T. L., "How to make a Decision : The Analytic Hierarchy Process," *Interfaces*, Vol. 24, No. 6, Nov. -Dec. 1994, pp. 19-43.
- [26] Zahedi, F., "The Analytic Hierarchy Process: A Survey of the Method and Its Applications," *Interfaces*, Vol. 16, July-Aug. 1986, pp. 96-108.