

# Fuzzy AHP와 BSC 결합모델기반의 Green Supplier 선정 문제

서 광 규\*

\*상명대학교 경영공학과

## A Combined Fuzzy AHP and BSC Model based Green Supplier Selection Problem

Kwang-Kyu Seo\*

\*Dept. of Management Engineering, Sangmyung University

### Abstract

As environmental protection is becoming more and more important, green production has become a key issue for almost every manufacturer and will determine a manufacturer can be sustainable in the long term.

Therefore a performance evaluation system for green suppliers is necessary to determine the suitability of suppliers to cooperate with the company. While the works on the evaluation and/or selection of suppliers are abundant, those that concern environmental issues are rather limited. The objective of this study is to construct a combined model based on fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) and balanced scorecard (BSC) for evaluating green suppliers in the manufacturing industry. The BSC concept is applied to define the hierarchy with four major perspectives (i.e. financial, customer, internal business process, and learning and growth), and performance indicators are selected for each perspective. FAHP is then proposed in order to tolerate vagueness and ambiguity of information. Finally, FAHP is finally constructed to facilitate the solving process. With the proposed model, manufacturers can have a better understanding of the capabilities that a green supplier must possess and can evaluate and select the most suitable green supplier for cooperation.

**Keywords :** Green Supplier, Fuzzy AHP, BSC, Performance Evaluation, The Combined Model

### 1. 서 론

오늘날 환경문제는 한 지역 또는 한 국가만의 문제가 아닌 지구 전체 그리고 인류 전체와 매우 밀접하게 관계된 문제이다. 이러한 문제의 해결을 위해 최초의 국제환경기구인 UNEP를 비롯한 많은 국제기구에서는 환경문제에 대한 해결방안을 찾기 위한 논의가 활발히 진행되고 있다. 그 결과, 환경친화적 기업, 환경경영, 지속가능성 등 환경에 대한 기업책임의 중요성이 더욱 더 강조됨을 알 수 있다. 이는 기업이 경제적 기능을

벗어나 기업 활동에 필요한 환경을 보호하면서 지속 가능한 경영을 해야만 성공할 수 있음을 의미하고 이에 따라 기업들은 경제발전과 환경보존이라는 두 가지 측면을 모두 달성하려 한다.

공급사슬관리에서 우수한 공급업체의 선정은 구매 기업의 시장 경쟁력 확보에 있어서 중요한 요소인 제품의 품질, 가격, 제조 유연성, 납기 준수 능력 등에 지대한 영향을 미치는 중대한 의사결정이다[10]. 따라서 우수한 공급업체의 확보 및 효율적인 공급관계 관리가 중요한 전략적 요인으로 부각됨에 따라 기업의 공급사슬

\* 교신저자: 서광규, 충남 천안시 동남구 안서동 300 상명대학교 경영공학과

M · P: 016-718-2682, E-mail: kwangkyu@smu.ac.kr

2011년 7월 20일 접수; 2011년 9월 9일 수정본 접수; 2011년 9월 14일 게재확정

관리 활동 중에서도 우수한 공급업체의 선정 및 관리는 기업의 주요 관심사가 되고 있다. Supplier 선정에 관한 대표적인 선행연구로 De Boer 등[4]과 Weber 등[15]의 연구에서는 벤더의 선정 범주와 방법을 제시하였고, Ghodsypour 등[6]과 Ng 등[12]의 연구에서는 최적의 supplier를 선정하기 위한 의사결정에서 모든 supplier를 평가할 수 있는 전통적 또는 다양한 속성의 기술들의 적용 문제에 다루었다. 또한 Amid 등[1]은 supplier 선정을 위한 fuzzy programming을 제안하였다.

최근 들어 국내·외적으로 환경문제에 대한 인식이 증가하고 있고, 제조업자들은 supplier 들로부터의 재화와 서비스들을 구매함에 있어 저원가, 고품질, 짧은 리드타임 등의 전통적인 핵심 성능 지표이외에도 환경적 책임들을 고려하고 있다. 특히 유럽, 일본, 미국 같은 선진국에서 환경적 이슈들을 법률과 규정으로 제정하고 있으며, 선진기업들은 EU 환경제약이 실시되기 오래 전부터 이미 녹색 공급에 참여하고 있다. 그러므로 세계시장에서의 장기적인 성장을 위해서 기업은 supplier를 평가하는 과정에서 기존의 전통적인 성능 지표뿐만 아니라 환경 성능을 충분히 고려한 지표를 사용해야 한다. Green supplier 선정에 관한 대표적인 선행연구로 Louis 등[10]의 연구에서는 간단하고 효과적인 절차인 AHP(analytic hierarchy process)를 사용하여 green supply chain을 평가하는 혁신적인 방법을 제시하고 있고, Amy 등[2]의 연구에서는 다수의 supplier를 선정하고 평가하는데 환경적인 이슈를 고려한 green supplier 평가 모델을 제시하였다.

일반적으로 공급업체를 선정하는 문제는 다수의 평가 요인으로부터 다수의 선택대안들을 평가해야 하는 전형적인 다기준 의사결정(multiple criteria decision making; MCDM) 문제의 한 형태이다. MCDM 문제에 있어서 가장 널리 쓰이는 AHP는 하나의 문제를 여러 계층구조를 가지는 다수의 수준으로 분해하고 각 수준에 존재하는 상호 독립적인 각 의사결정 요소들에 대하여 각 대안들을 평가함으로써 매우 구조적이고 합리적인 의사결정을 가능하게 한다는 장점이 있다[13]. 그러나 기존의 AHP에서 대부분의 평가자는 자신의 평가를 단일의 숫자로 표현하는 것보다 숫자들의 구간(interval)으로 표현하는 것에 보다 큰 확신을 가진다.

이는 상대비교 자체가 가지는 애매모호함의 특성 때문에 평가자 자신이 자신의 의사를 crisp number로 명확히 표현하는 것이 불가능하기 때문이다. 쌍대 비교를 수행하는 과정에서 개인의 선호도를 표현함에 있어서 불확실성이 존재하는 퍼지(fuzzy)한 것으로 보고, 이를 구간을 이용하여 퍼지수(fuzzy number)로 정의하는 경우 평가결과의 신뢰도를 확보할 수 있다.

또한 근래에 널리 사용되고 있는 성과측정 방법인 BSC는 균형성과표로 재무지표와 비재무지표의 균형적 통합을 강조하는 전략적 성과관리시스템으로서 다양한 적용 사례들이 소개되고 있다[14]. 최근에는 제조업 외에 서비스업, 은행업 등 다양한 산업으로 확장되고 있는 추세이며 비영리조직인 정부기관에서도 조직의 목표설정과 조직간 의사소통, 경영성과 평가 등을 이유로 BSC를 개발하여 이용하고 있다. 이처럼 기업과 정부의 BSC 도입과 사용이 확대되고, BSC에 대한 연구가 지속적으로 발전하고 있는 이유는, BSC가 조직 전체의 전략과 비전을 개별 조직구성원들의 구체적 행동목표와 연계시킴으로써 전략의 수립과 실행하는데 매우 효과적인 경영시스템으로 인정되고 있기 때문이다.

본 연구에서는 기업의 성공적인 성장과 장기적인 비전을 위해 green supplier를 선정하는 과정에서 기업 성과지표 뿐만 아니라 환경적인 지표 등을 고려하고자 한다. 이러한 다양한 지표들은 정성적이고, 정량적인 의사결정지표이기 때문에 본 연구에서는 다중 기준의 사결정에 적합하고 동시에 애매모호한 정성적 요인을 다룰 수 있는 Fuzzy AHP 방법을 사용하기로 하였다. 또한 기업의 구체적인 성과지표를 측정하기 위해서 각 지표들 간의 균형을 강조하고, 인과관계를 설정하여, 체계적으로 관리할 수 있는 BSC 성과측정 기법을 적용하여 green supplier 선정 문제를 다루기로 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 Fuzzy AHP

Fuzzy AHP 방법은 기본적으로 기존 AHP 방법 [8]과 유사하다. 다만, 연산과정에 사용되는 데이터가 보통수가 아닌 퍼지수라는 점이 기존 AHP 방법과는 다르다. 즉, fuzzy AHP에서는 설문을 통한 데이터 수집에 있어서 설문자들의 애매모호한 생각을 반영시켜 데이터 자체를 모호한 것으로 보고, 이를 퍼지수로서 정의한다. 그리고 이 퍼지수를 가지고 쌍대비교 행렬을 작성하여 평가요인별 상대적 중요도와 각 대안별 평가 점수를 산출한다.

Fuzzy AHP를 적용한 연구들은 다양한 분야에 적용되어 왔는데, 제조업분야에서 제품 선택을 위한 평가 작업이나 기계에 대한 우수성 판단 및 선택을 위해서도 fuzzy AHP가 활용되었다[3]. 이러한 연구가 확장되어 기존의 AHP를 활용하여 전략적인 경영을 위한 경영환경 예측에 있어서도 fuzzy AHP가 활용되기도 하였고, IT 분야에서는 정보시스템 솔루션 선정에 있어서

솔루션에 대한 우수성 판단 및 선택을 위하여 정성적, 정량적인 부분을 함께 고려한 fuzzy AHP가 활용되기도 하였다[9, 11]. 이러한 연구들은 정성적 요인들의 언어적인 표현의 애매모호한 정도를 표현하기 위한 것들이 대부분인데, 본 연구에서는 정량적 요소와 정성적 요인들을 함께 고려하기 위해 정량적 요소의 측정치에 대한 정규화 과정을 거친 후, fuzzy 개념을 적용한 fuzzy AHP 기반의 의사결정 연구를 수행한다.

2.2 BSC (Balanced Scorecard)

최근에 사용이 확대되고 있는 성과측정 방법인 BSC는 Kaplan과 Norton [7]에 의해 개발된 균형성과 지표 재무지표와 비재무지표의 균형적 통합을 강조하는 전략적 성과관리시스템으로, 조직 전체의 전략과 비전을 개별 조직구성원들의 구체적 행동목표와 연계시킴으로써 전략의 수립과 실행하는데 매우 효과적이다. Kaplan과 Norton이 제시하는 BSC에서는 재무관점, 고객관점, 내부 프로세스관점, 그리고 학습과 성장관점의 4가지 관점으로 기업의 성과를 측정하며 각 관점별로 구체적 성과지표를 설정한다. 성과지표는 재무지표와 비재무지표, 장기지표와 단기지표, 내부지표와 외부지표, 그리고 선행지표와 후행지표 등으로 구분할 수 있는데 BSC의 대표적인 특징은 이 모든 지표들 간의 균형을 강조하고, 인과관계를 설정하여 체계적으로 관리한다는 점이다. 즉, BSC는 다양한 성과지표들 간의 종적, 횡적 인과관계를 정리하여 전략지도로 표시하고, 각 단계에서 달성해야할 구체적인 목표를 제시하여 조직 전체의 전략과 각 부서의 성과지표들 간의 인과관계를 조직구성원들에게 이해시킴으로써 조직 구성원들이 전략적 사고를 할 수 있도록 하는 장점이 있다.

본 연구에서는 기업의 구체적이고 다양한 성과지표를 측정하기 위해서 각 지표들 간의 균형을 강조하고, 인과관계를 설정하여, 체계적으로 관리할 수 있는 BSC 성과측정 기법을 도입하여 green supplier를 선정하는데 적용하고자 한다.

3. 연구 모형 및 연구 절차

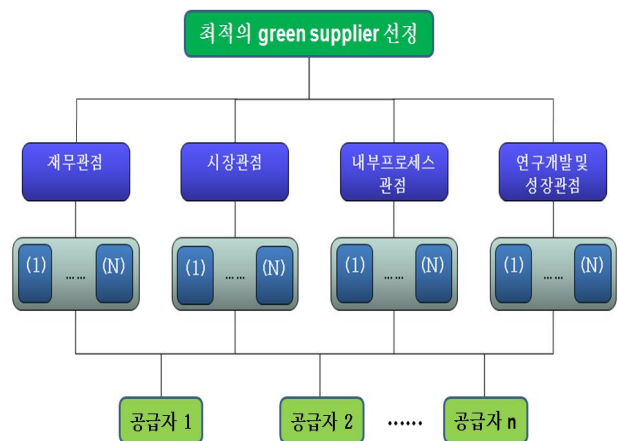
3.1 제안 연구모형 및 연구절차

Green supplier 선정은 기업이 국내·외 시장에서 지속적이고 장기적인 성장을 위해서 매우 중요한 이슈 중에 하나이다. 본 연구에서는 green supplier 선정을 위해 BSC에서 제시하는 4가지 관점인 재무, 고객, 내

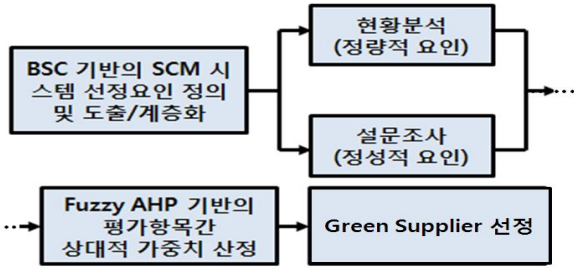
부 프로세스, 학습과 성장관점 모두 고려하였다. 그리고 green supplier 선정과 관련한 각 측면의 관점에 대하여 정의하고 정의된 관점을 바탕으로 측정가능한 주요요인들을 도출하였다. 이를 위하여 문헌조사 및 현업 전문가들로부터 핵심요인을 조사하였고, 최종적으로 BSC 4가지 관점별로 5가지 주요요인을 도출하였다. 도출한 주요요인은 <표 1>과 같고, 이는 [그림 1]과 같이 계층모델로 제시되었다.

<표 1> Green Supplier 선정을 위한 요인

관점	세부기준
재무관점	환경투자 비용자금 [1]
	친환경 개발비용 [2]
	폐기처리비용 [3]
	재활용비용 정도 [4]
	환경설비 운영비 [5]
시장관점	환경변화에 따른 공급유연성 [6]
	환경성분 통제정도 [7]
	친환경시장규모 및 수용성 [8]
	환경시장 점유율 [9]
	친환경 고객서비스율 [10]
내부프로세스 관점	친환경 프로세스 설계 [11]
	환경관련 정보의 원활한 교환 [12]
	환경개발 인적자원 [13]
	환경기술개발 및 생산화 능력 [14]
	청정에너지 사용율 [15]
연구개발 및 성장관점	환경기술개발 인력 및 수준 [16]
	오염절감능력 [17]
	재사용 및 재제조시설 [18]
	지속성장가능성 [19]
	환경의 신규시장 개척정도 [20]



[그림 1] Green supplier 선정을 위한 계층 모델



[그림 2] Green supplier 선정을 위한 의사결정 모델의 프로세스

[그림 1]에서 제안된 계층모델의 요인들은 상위범주별로 상대적 중요도를 측정하여, 궁극적으로 green supplier를 선정할 수 있는 의사결정 모델이 개발되는데, 이를 위한 프로세스는 [그림 2]와 같다.

본 연구는 green supplier의 선정모델 개발에 대한 검토를 통하여 의사결정 요인을 BSC의 4가지 관점별로 체계화 및 계층화하고, 정량적 데이터의 처리를 위한 정규화 모델과 fuzzy AHP 분석기법을 이용하여 기업이 최적의 green supplier를 선정할 수 있다. 즉, 본 연구에서는 BSC와 fuzzy AHP를 이용하여 green supplier를 선정하는 모델을 개발하고, 친환경적인 supplier를 선정하고자 하는 기업과 관련자들은 green supplier 선정에 있어 정성적 및 정량적 평가 측면을 함께 고려하게 되고, 동시에 설문에 기인하는 정성적 요인의 평가값을 종합적으로 반영할 수 있도록 하였다.

본 연구의 진행과정은 다음과 같다. 첫째, 문헌연구와 SCM 컨설턴트 등 현업 전문가들과의 인터뷰를 통하여 green supplier 선정요인을 도출하였다. 둘째, green supplier 선정요인을 BSC의 4가지 관점으로 분류하고, 이를 계층화하였다. 셋째, 정성적 요인의 평가를 위한 쌍대비교를 위한 설문문항을 작성하여, 이를 SCM 컨설턴트 등 전문가들을 상대로 설문조사하였고, 정량적인 항목들은 현황분석을 통해 정량데이터를 수집하였다. 넷째, green supplier 선정요인에 대한 fuzzy 개념을 도입하여 쌍대비교를 통하여 평가하였고, 상대적 중요도와 가중치를 획득하였다. 다섯째, 이를 기반으로 최적 green supplier 선정을 위한 의사결정 모델을 개발하였다.

### 3.2 Fuzzy 적용 절차

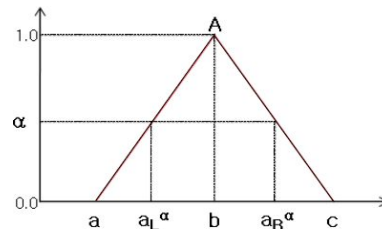
본 절에서는 설문을 통한 데이터 수집에 있어서 설문응답자들의 퍼지한 생각들을 소속도 함수를 적용하여 퍼지 수치로 변화하여 분석을 수행하는 절차와 정량적 데이터를 정규화하기 위한 절차를 기술한다. 본 연구에서는 삼각퍼지수를 사용하여 분석을 수행하였다.

#### (1) 삼각 퍼지수(Triangular fuzzy number) 이론

퍼지수 A의 소속정도 함수  $\mu_A : R \rightarrow [0, 1]$ 이 식(1)과 같이 정의된 형식일 때 이 퍼지수 A를 특별히 삼각 퍼지수(Triangular fuzzy number)라 하고 기호로는 (a, b, c)라고 표시한다(x는 유계 폐구간 [a, c]내의 한 점이다).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x = b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (1)$$

따라서, 식(1)의 소속도 함수(membership function)를 그림으로 나타내면, [그림 3]과 같은 삼각형 모양의 함수로 표현된다. 즉, 세로축이 소속도를 나타낸다고 볼 수 있는데 삼각 퍼지수에서 b일때 소속도가 가장 높고, a와 c로 갈수록 소속도가 떨어지는 형태를 가진다.  $\alpha$ 수준에서 신뢰구간을 나타내는  $\alpha$ -cut은 퍼지 함수값이  $\alpha$ 보다 큰 x값의 구간을 나타낸다. 식 (1)과 같은 삼각 퍼지수의  $\alpha$ -cut은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있으며, 최종적으로 식 (2)의  $\alpha$ -cut과 식 (3)의 선형결합을 이용하여 비퍼지화를 한다.



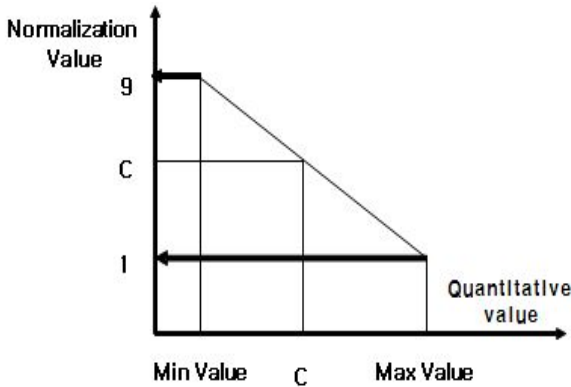
[그림 3] 삼각 퍼지수

$$\forall \alpha \in [0, 1] \quad A_\alpha = [a_L^\alpha, a_R^\alpha] = [(b-a)\alpha + a, -(c-b)\alpha + c] \quad (2)$$

$$L = \lambda[(b-a)\alpha + a] + (1-\lambda)[-(c-b)\alpha + c] \quad (3)$$

#### (2) 정량적 요인의 정규화 모델

정량적 요인의 정규화 모델은 <표 1>에서 green supplier 선정 요인으로 도출된 정량적 요인들을 삼각 퍼지수로 변환된 정성적 요인들의 평가값과 동일한 기준으로 비교하기 위하여 정의된다. 이를 위해서 다른 측면 및 하부 요인들과 동일한 퍼지수 형태로 각 대안들의 정량화된 값들을 삼각 퍼지수로 변환을 해야 하는데 이를 위해 선형 또는 비선형 모델을 적용시켜야 한다.



[그림 4] 정량요인을 위한 정규화 모델

본 연구에서는 [그림 4]와 같은 선형 모델을 적용하기로 한다. 정량적 요인의 정규화 모델은 정량적 수치가 낮을수록 상대우위를 가지는 경우가 있으면, 반대로 정량적 수치가 높을수록 상대우위를 가지는 경우가 있으므로 각각의 경우에 맞게 적용하면 된다.

(3) 퍼지수의 소속도 함수 정의

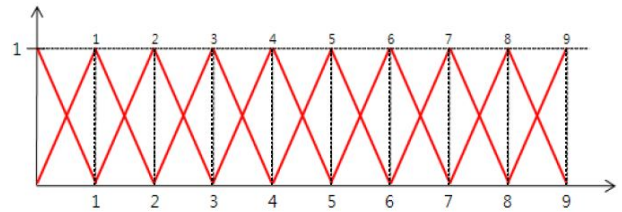
Green supplier를 선정하기 위해서는 가장 먼저 평가기준들이 명확해야 한다. 즉, green supplier 선정을 위해 BSC 각 측면별로 명확한 목표가 설정되어야 하고, 이러한 목표들은 평가 가능한 지표들로 바뀌어야 한다. 그러한 목표 및 지표들은 세부요인들로 반영된다. 이는 기본적으로 설문에서 얻어지는 퍼지 척도수를 기준으로 한다. 설문 응답자들의 퍼지한 생각을 반영하기 위해서 각 척도에 대한 소속도 함수를 <표 2>와 같이 정의하여 적용한다.

<표 2> 퍼지수의 소속도 함수

퍼지 수	소속도 함수
1	(0, 0, 1)
x	(x-1, x, x+1) for x = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
9	(8, 9, 9)

<표 2>에서 정의한 소속도 함수를 [그림 5]와 같은 그래프 형태로 보면 평가자들의 퍼지한 개념을 고려한 설문 데이터의 퍼지 척도수를 쉽게 이해할 수 있다.

[그림 5]와 같이 각각의 퍼지 함수값은 중첩값을 가질 수 있다. 이는 만약 설문자가 7점의 점수를 주었다고 해서 정확히 7점을 선택했다는 비퍼지한 개념을 배제하고, 7점을 기준으로 얼마만큼의 변동은 가지는 퍼지한 개념을 최대한 반영하겠다는 의미이다. 그렇기 때문에 각 세부요인에 대한 소속도를 고려하는 것이다.



[그림 5] 퍼지 소속도 함수

4. 제안 모델을 이용한 green supplier 선정 사례 연구

본 연구에서는 국내 A제조기업의 부품을 공급하는 3개의 supplier를 대상으로 최적의 green supplier 선정 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 green supplier 선정 분석을 위하여 현업에 근무하는 SCM 컨설턴트 등을 포함한 전문가들을 대상으로 설문 조사를 실시하였다.

Fuzzy AHP 분석은 AHP 솔루션 중의 하나인 'Expert Choice 2000'을 사용하여 계산하였는데, 본 연구에서는 Expert Choice를 이용하기 위하여 전문가들의 설문값과 정량적 데이터를 정규화과정을 거친 후 얻은 값을 각각 퍼지수를 변형한 결과값을 Expert Choice에 적용하였다 [5].

4.1 Green supplier 선정을 위한 BSC 4가지 관점의 상대적 중요도 평가

본 절에서는 green supplier 선정을 위한 BSC 4가지 관점간의 상대적 중요도는 물론, BSC의 4가지 관점을 구성하고 있는 세부요인간의 상대적 중요도를 평가한다. 이를 위하여 먼저, BSC 4가지 관점의 간의 상대적 중요도를 평가하고, 각각의 관점을 구성하고 있는 세부요인간의 가중치의 평가결과를 차례대로 기술하기로 한다.

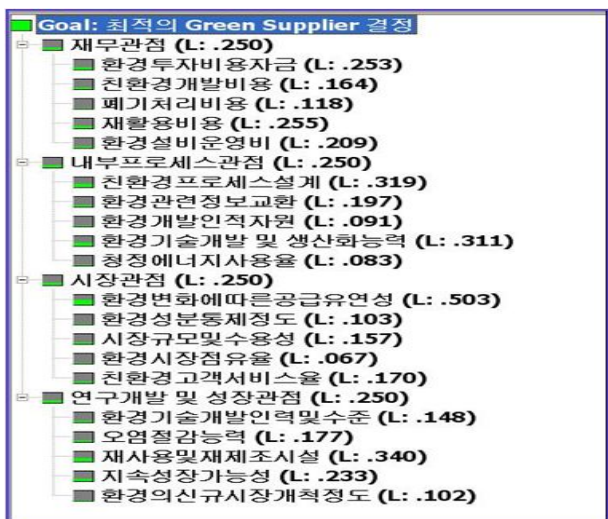
먼저, BSC 전체 관점의 상대적 중요도를 고려하여 green supplier를 선정하기 위해서는 BSC의 4가지 관점별 지표들이 가중치를 비교하여야 하는데 본 연구에서는 BSC 4가지 관점별 지표의 가중치가 모두 동일하다고 가정하였다. 전문가들을 대상으로 수행한 설문조사 결과는 fuzzy 함수를 이용하여 모두 보통수로 변환하였고, 정량적인 세부 요소들은 정규화 모델을 이용하여 변환하였었다. [그림 6]은 green supplier 선정을 위한 Expert Choice에 각 관점별 보통수 대입한 결과를 보여주고 있고, [그림 7]은 green supplier 선정을 위한 3개의 supplier 간 비교 중, 재무관점 5가지 요소의 쌍대 비교 사례를 보여주고 있다.

Compare the relative importance with respect to: 재무관점					
환경투자비용지급	환경개선? 환경개선? 폐기처리? 재활용비? 환경설비	2.25	4.0	1.375	1.833
친환경개발비용		2.25	2.25	1.208	1.375
폐기처리비용				1.146	1.208
재활용비용					2.25
환경설비운영비		Incon: 0.12			
Compare the relative importance with respect to: 내부프로세스관점					
친환경프로세스설계	친환경? 환경개선? 환경개발(환경기술) 경쟁에너지	2.25	6.0	1.833	4.0
환경관련정보교환			4.0	1.375	2.25
환경개발인적자원				1.114	1.833
환경기술개발 및 생산화능력					6.0
정정에너지사용률		Incon: 0.15			
Compare the relative importance with respect to: 시장관점					
환경변화에 따른 공급유연성	환경변화? 환경성분? 시장규모? 환경시장? 경쟁경	6.0	1.833	2.25	1.375
환경성분동체정도			1.833	2.25	1.375
시장규모및수용성				4.0	1.833
환경시장점유율					1.208
친환경고객서비스율		Incon: 0.07			
Compare the relative importance with respect to: 연구개발 및 성장관점					
환경기술개발인력및수준	환경기술? 오염정감? 재사용및? 지속성장? 환경역진?	1.375	1.146	1.208	1.833
오염정감능력			1.375	1.833	2.25
재사용및재제조시설				2.25	6.0
지속성장가능성					4.0
환경의신규시장개척정도		Incon: 0.13			

[그림 6] Green supplier 선정을 위한 각 관점별 보통수 대입 결과

Compare the relative preference with respect to: \ 환경투자비용지급					
공급자A	공급자B	공급자C	공급자A	공급자B	공급자C
1.375	2.25	6.0	Incon: 0.05		
Compare the relative preference with respect to: \ 친환경개발비용					
공급자A	공급자B	공급자C	공급자A	공급자B	공급자C
1.208	1.833	4.0	Incon: 0.35		
Compare the relative preference with respect to: \ 폐기처리비용					
공급자A	공급자B	공급자C	공급자A	공급자B	공급자C
4.0	6.0	2.25	Incon: 0.02		
Compare the relative preference with respect to: \ 재활용비용					
공급자A	공급자B	공급자C	공급자A	공급자B	공급자C
1.208	2.25	8.0	Incon: 0.12		
Compare the relative preference with respect to: \ 환경설비운영비					
공급자A	공급자B	공급자C	공급자A	공급자B	공급자C
1.375	2.25	6.0	Incon: 0.05		

[그림 7] BSC의 재무관점의 비교 결과



[그림 8] BSC의 각 관점별 상대적 중요도 평가 결과

[그림 8]은 최종적으로 Expert Choice를 이용하여 BSC의 각 관점별로 세부 속성들의 상대적 중요도를 평가한 결과를 보여주고 있다.

### 4.2 BSC 전체 관점과 Fuzzy AHP를 이용한 green supplier 선정 결과

Green supplier 선정을 위한 BSC 전체 관점을 고려한 상대적 중요도를 고려하여 green supplier를 선정하기 위해서는 BSC의 4가지 관점별 지표들이 가중치를 쌍대비교하여야 하고, 각 관점별 세부 요인들에 대한 가중치도 평가하여야 하는데 이에 대한 평가결과는 전술한 바와 같다. BSC 4가지 관점을 모두 고려하고 Fuzzy AHP를 적용하여 관점별 그리고 세부요인별 상대적 중요도를 분석한 결과는 전절에 기술한 [그림 8]과 같다. 이렇게 BSC 4가지 관점을 모두 고려하여 3개의 supplier를 평가한 최종결과에서 supplier A는 0.3550, supplier B는 0.4760 그리고 supplier C는 0.1690로 supplier B의 평가결과가 가장 높게 나왔고, 이에 따라 supplier B가 최종 green supplier로 선정되었다.

### 5. 결론

환경 문제에 관심은 더욱 더 증대하고 있고, 환경보호에 대한 국내외 정부규제와 무역 장벽은 점차 강화되고 있다. 이러한 국제 경쟁 심화와 친환경에 대한 고객과 국제사회의 관심 고조로 인해 기업들은 이에 대하여 적극적으로 대응하지 않으면 안되게 되었다. 특히, supplier의 중요성이 증대되고 있는 이 시점에서 그들을 어떻게 선정할 것인가가 매우 중요해졌다. 그리고 supplier를 선정함에 있어 기존의 기준뿐만 아니라 환경성을 고려한 평가 지표가 필요하게 되었다. 이러한 필요성을 만족하기 위하여 본 연구에서는 기업이 green supplier를 선정하는데 필요한 의사결정 요인들을 도출하고 분류하였으며, fuzzy AHP와 BSC의 개념을 활용한 green supplier 선정 모델을 제시하고 사례연구를 통하여 수행하였다.

본 연구에서는 BSC 개념을 도입하여 비전·전략과 연계한 기업 전체의 균형 잡힌 평가요소를 고려한 green supplier 선정 기준을 제시하였다. 또한 일반적으로 평가를 위한 설문에서의 점수는 비퍼지한 개념을 가진 점수로만 반영한 반면, 본 연구에서는 설문데이터에 대한 설문자의 퍼지한 개념을 모두 반영하였다는 특징을 가지고 있고, 동시에 정성적인 요소와 정량적인 요소들을 동시에 고려하기 위하여, 정량적인 요소

의 정규화 모델을 통하여 정량적 수치로 조사된 값들을 퍼지값으로 표현하여 정성적인 요소와 동일한 기준으로 분석하였다.

제안된 모델과 사례연구를 통해 기업이 빈전과 전략에 부합하는 전체관점의 분석결과를 토대로 종합적인 green supplier 선정안을 마련할 수 있었고, 동시에 BSC 전체 관점의 평가 외에도 측면별 관점에 대하여서도 fuzzy AHP를 적용시킴으로써 강점을 가지는 평가 측면과 약점을 가지는 평가측면을 모두 고려한 의사결정을 내릴 수 있도록 하였다.

향후 본 연구의 확장을 위해 방법론적인 측면에서 선형적 형태의 비용 정규화 모델을 더욱 더 구체적인 모델로 구현하는 것이 필요할 것이며, supplier 선정시 환경요인과 기존의 선정 요인간의 가중치 분석 등을 추가적으로 고려하고 산업군별로 특징을 고려한 의사결정 모델로의 개발과 이를 특화시킬 수 있는 유연성 있는 모델로의 확장이 필요할 것이다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1] Amid, Amin and Ghodsypour, S. H., "An Additive Weighted Fuzzy Programming for Supplier Selection Problem in a Supply Chain", International Journal of Industrial Eng. & Production Research, 19(4) (2008): 1-8
- [2] Amy, H. I. Lee, He-Yau Kang, Chang-Fu Hsu, Hsiao-Chu Hung (2009), "A green supplier selection model for high-tech industry", Expert Systems with Applications, 36(4) (2009): 7917-7927
- [3] Cafer, E. B. et al., "Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing system", Computers in Industry, 51 (2003): 13-29
- [4] De Boer, L., Labro E. and Molrlacchi P., "A review of methods supporting supplier selection", European J. Purchasing and Supply Management, 7(2001): 75-89.
- [5] Expert Choice, Expert Choice Software Manual, (2000)
- [6] Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C., "A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming", Int. J. Production Economics, 56-57(1998): 199-212
- [7] Kaplan, R. S. and Norton, D. P., "The Balanced-Scorecard: Measures That Drive Performance", Harvard Business Review (Jan-Feb) (1996): 71-79
- [8] Kwieseilewicz, M., "A note on the fuzzy extension of Saaty's priority theory. Fuzzy sets and systems", 95(1998): 161-172
- [9] Lee, S.C. et al., "Study on the Solution Model of Information System Using Fuzzy AHP", Entrue Journal of Information Technology, 4(1) (2005): 79-89
- [10] Louis Y.Y. Lu a; C.H. Wu a; T.-C. Kuo b (2007), "Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis", International Journal of Production Research, 45(18-19) (2007): 4317-4331
- [11] Mon, D.-L., Cheng, C.-H. and Lin, J.-H. (1994), "Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight", Fuzzy sets and systems, 62 (1994): 127-134.
- [12] Ng. W. L., "An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem". European Journal of Operational Research, 186(3) (2008): 1059-1067
- [13] Saaty, T. L., The analytic hierarchy process: planning, priority setting", Resource Allocation, McGraw-Hill, New York (1980)
- [14] Silk, S.. "Automating the Balanced Scorecard", Management Accounting 79(11) (1998): 38-40
- [15] Weber, C., Current, J. and Benton W., "Vendor selection criteria and methods", European J. Operational Research, 50(1) (1991): 2-18

## 저 자 소 개

### 서 광 규



고려대학교 산업공학과에서 박사 학위를 취득하였고, 한국과학기술연구원(KIST) 연구원을 거쳐 현재 상명대학교 경영공학과 교수로 재직 중이다. 관심분야는 정보시스템, SCM, 의사결정론, 생산관리 등이다.

주소: 충남 천안시 동남구 상명대길 31 상명대학교 공과대학 경영공학과