
퍼지다기준 의사결정기법을 이용한 지역혁신역량지수의 도출*

A Study on the Development of Regional Innovative Capability Indices Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making

허재용**

<목 차>

- I. 서론
- II. 연구방법론
- III. 지역혁신역량지수의 세부지표 선정
- IV. 분석결과
- V. 결론 및 정책적 시사점

Abstract : We attempt to make regional innovative capability indices for overall understanding of regional innovation. We'll analyze various indicators on it using fuzzy set theory and compare regional innovative capabilities of 16 regions in Korea. The fuzzy set theory can reflect more normally the uncertainty of the stakeholder's responses than other decision making analysis methods. The overall results suggest that experts on regional innovation rank GRDP most important and Daejeon is the most innovative region. Building up regional innovative capabilities should be made for more balanced

* 본 연구는 2007년도 과학기술정책연구원의 지원에 의하여 연구되었음.

** 고려대학교 경제학과 박사과정

national land development.

Key words: regional innovation, capability indices, fuzzy set theory

I. 서론

하루가 다르게 발전하는 정보통신기술을 토대로 펼쳐지고 있는 무한경쟁시대에 국가나 지역의 경쟁력을 좌우하는 요인은 혁신역량이다. 정부는 국가균형발전을 중요한 국정과제로 추진하고 있으며 국가균형발전 패러다임을 기반으로 지역경제를 발전시키고 국가경쟁력을 제고하겠다는 강력한 의지를 표명하고 있다. 이를 위해 정부는 다양한 사업을 추진 중이며 투자되는 정부예산의 규모는 2006년 기준 1조 4천억원에 이른다.

지역혁신사업의 성과가 제대로 나타나기 위해서는 각 사업의 개별적인 성과뿐만 아니라 국가차원에서 성과가 창출될 수 있는 효율적인 체계를 갖추어야 한다. 이를 위해서는 중앙정부의 역할조정, 중앙정부와 지방정부간의 긴밀한 유대, 정부사업의 기획 관리 및 평가체계의 합리성, 공식 프로세스의 효율성 개선 등 총체적인 수준에서의 점검이 필요하다.

지역혁신체제의 논의를 주장한 Cooke는 “혁신의 상호작용에 대해 깊이 이해하고 지역혁신을 바라볼 때 지역혁신 내부의 상호작용에 대한 보다 풍부한 이해가 가능하다”고 했다. 많은 지역과 국가에서 지역혁신체제를 활용하고 있으나 혁신의 성공을 위해서는 첫째, 혁신의 다차원성을 잘 파악하고 둘째, 지역의 특수성과 차별성에 기초한 혁신 잠재력을 이끌어내야 한다.

지역혁신역량지수를 도출하는 것은 혁신의 다차원성을 파악하고 이러한 다차원적 성격이 지역적으로는 얼마나 특수하게 그리고 차별적으로 나타나는지를 지수로 산정하는 것이다. 지역혁신역량지수가 산정되면 각 지역별로 혁신역량이 현재 어느 정도 수준인지 비교해 볼 수 있고, 지역적 차원뿐 아니라 국가 전체적인 차원에서 지역혁신역량을 어떻게 발전시켜야 할지에 대한 틀이 마련될 수 있다. 본 연구에서 혁신의 다차원성을 확인하기 위해 지역혁신역량을 가늠할 수 있는 세부지표를 도출하고자 한다. 이어서 세부지표 간의 가중치를 판별하고 이를 각 지역별 패널 데이터와 연계시킴으로써 다양한 혁신역량의 지역적 특수성을 고려하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 다양한 혁신역량을 고려하되 여러 자료를 통합하여 하나의 구

도에서 분석할 수 있는 모형의 개발이 요구된다. 기존 연구에서는 지역혁신역량을 분석하기 위한 수단으로 단순 통계분석이 주를 이루었으나 본 연구에서는 퍼지다기준 의사결정기법(Fuzzy multi-criteria decision making)을 이용하고자 한다. 퍼지다기준 의사결정기법은 기존의 의사결정기법에서는 다룰 수 없었던 응답의 불확실성을 명시적으로 고려할 수 있어 보다 객관적인 정보를 제공해 준다는 강점이 있다. 퍼지다기준 의사결정기법을 통해 지역혁신역량을 가늠하는 세부지표 간 가중치를 도출하고, 이 결과를 지역별 패널데이터에 접목시키면 지역혁신역량 지수가 도출된다.

이후의 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 지역혁신역량에 대한 선행연구를 검토하고 퍼지다기준 의사결정기법에 대해 설명한다. 3장에서는 지역혁신역량지수의 세부 지표들이 선정되는 과정을 설명하고 4장에서는 분석결과를 제시한다. 마지막 장을 결론으로 할애한다.

II. 연구방법론

1. 선행연구

지역혁신역량을 다룬 기존 연구사례들은 그리 많지 않은 편이며, 본 연구의 초점이 되고 있는 지역혁신역량의 다양한 세부지표를 지수로 환산한 연구사례는 없는 것으로 판단된다.

이공래(2003)에서는 16개 광역자치단체와 7개 중앙정부 부처의 기술혁신정책의 현황과 특성을 5대 요소를 나누어 제시함으로써 지방정부와 중앙정부가 협력하여 달성해야 할 5대 정책목표 제시하였다.

나주몽(2006)은 지역혁신역량에 대해 과학기술정책연구원(2003)이 선정한 주요 혁신역량지표를 이용해 지역혁신체제의 관점에서 지역혁신역량의 주요 요인을 추출하고 기업의 기술개발의 경제적 성과와의 관계를 고찰하였다.

김정홍(2003), 김경희(2005)는 지역혁신자원의 투입증가가 지역혁신역량의 강화 및 지역산업성과의 증대를 가져오고 이것이 새로운 지역혁신자원의 투입증가로 이어질 수 있음을 보였다. 16개 광역자치단체의 지역데이터를 토대로 지역혁신역량과 지역산업 성과간 상관관계를 밝혀, 두 요소의 지역간 격차가 시간이 흐름에 따라 확대되고 있음을 밝혔다.

소순창(2006)은 지방정부의 혁신역량 측정을 위해 지방정부에 영향을 주는 요인을 내부적인 요인과 외부적인 요인으로 나누고 이를 다시 8개 부분으로 세분화해 각 요인별 상관관계를 밝히고 지방정부 역량 순위를 밝혔다.

오영수 외(2005)는 지역혁신역량을 ‘장기적으로 새로운 기술을 창출하고 이를 산업화하여 지역의 경제를 활성화하고, 그를 통해 궁극적으로 지역주민의 삶의 질을 향상시키기 위한 지역 경제주체들의 총체적 능력과 환경’이라고 정의하며, 16개 광역자치단체의 지역혁신역량을 실증적으로 평가하였다.

본 연구의 초점인 지역혁신역량지수 개발에 대한 분석 중 우리나라의 자료를 이용한 실증연구는 크게 부족한 상황이다. 본 연구결과로부터 도출될 주요 시사점들은 의사결정 기법에서 출발한 체계화된 지수계량화기법에 근거하고 있기 때문에 향후 지역혁신역량 지수 개발에 대한 분석을 하는 데 중요한 지침을 제공할 것으로 기대된다. 무엇보다 선행연구들에서는 지역혁신역량지수에 대한 단순한 상관분석이나 평균값을 제시하는 수준에서 혁신역량지수를 제시하였지만 보다 발전된 지수계량화기법을 제안하고 실증하고자 한다. 지역혁신체제라는 용어가 정의된 지 오래지 않은 시점에서 16개 광역자치단체의 지역혁신역량지수를 체계적이고 구체적인 수치로 살펴보는 것은 큰 의미가 있다. 이는 국토균형발전을 추구하는 우리나라의 지역혁신정책의 방향 정립에도 기여하는 바가 있을 것으로 기대한다.

2. 퍼지다기준 의사결정기법의 개요

더 높은 수준의 국민적 공감대를 형성하기 위해서는 국민과의 다양하고도 효과적인 의견수렴과정이 필요하다. 대체로 의견수렴과정은 세 가지 단계를 거치게 된다. 우선 적합한 대상을 선정하고, 그 다음으로 각 개인의 의견에 대한 측정이 이루어지고 마지막으로 측정된 의견에 대한 최종통합이 진행된다(Mosleh et al., 1987).

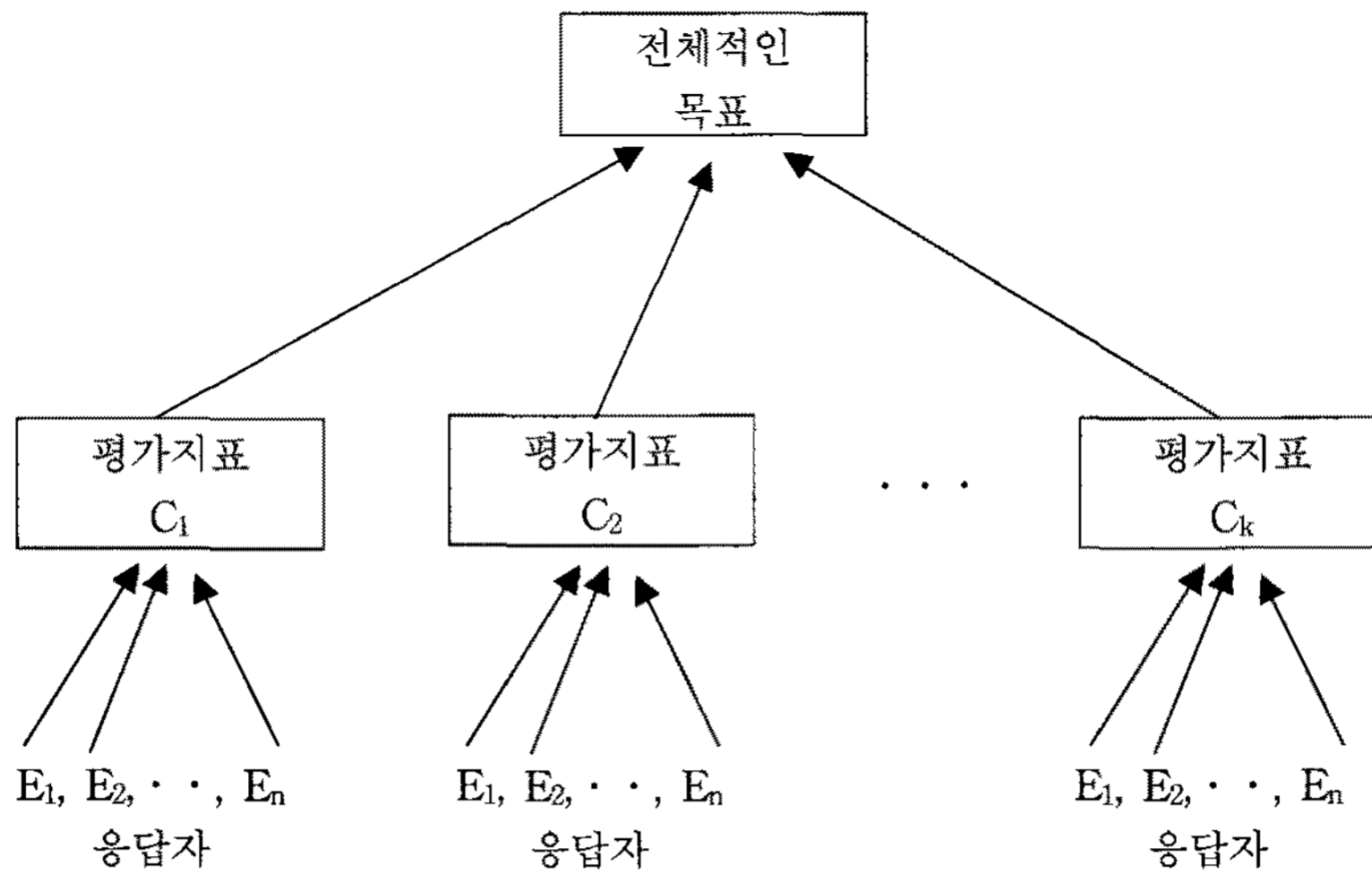
다양한 대상에 대한 다양한 의견을 하나의 지수로 나타내기 위해 제안된 방법론에는 여러 가지가 있다. 단순한 평균값으로 등위를 표시하는 방법(Wheeler et al., 1989)에서 베이저안 방식의 통합기법(Bonano and Apostolakis, 1991)과 같은 더욱 복잡한 방법도 있다. 계층화분석법(AHP, Analytic hierarchy process)을 이용한 방법(Zio, 1996)과 다속성효용이론(MAUT, Multi-attribute utility theory)을 이용한 방법(Keeney, 1992) 또한 매우 널리 이용되고 있다. 대표적으로 곽승준 외(2003)는 AHP를 이용하여 원자력연구개

발사업의 사후평가를 실시하였고, 유승훈 외(1998)는 전력산업을 대상으로 하여 환경관련 의사결정을 위한 환경영향지수를 MAUT를 이용하여 도출하였다. 위 방법들은 각 평가기준에 대해 각 개인이 어떠한 수준의 확신에 기초해서 어떤 평가를 내리고 있는지를 정량화한 후, 이를 통해 각 평가기준들이 가지는 상대적인 중요도를 도출하는 데 공통점이 있다. 그러나 인간 언어가 가지는 고유한 애매함은 극복하기가 쉽지 않은 난제다. 즉, 개개인의 응답이 가지는 불확실성 문제를 극복하는 것이 중요한 문제라 하겠다. 실제로 MAUT 방법론은 가중치를 도출하는 데 상당한 설명력이 있으나 각 개인의 효용함수를 하나로 통합하는 데 문제점이 있고, AHP 방법론은 응답의 불확실성을 고려하기 어렵다는 문제점을 안고 있다.

따라서 본 논문에서는 응답의 불확실성을 보다 명시적으로 반영할 수 있는 퍼지다기준 의사결정기법을 사용하고자 한다. 퍼지다기준 의사결정기법은 각 개인의 응답으로 나타난 언어적 표현을 수리적인 계산에 용이한 퍼지넘버(fuzzy numbers)로 변환할 수 있는 유용한 방법이다. 또한 퍼지넘버는 총합산값을 구하는 과정(fuzzy integrals)을 통해 정량화 될 수 있으며, 여타 방법론을 통해 계산된 결과들과 비교분석이 가능하다(Sohn et al., 2001).

3. 퍼지다기준 의사결정기법의 적용절차

각 개인의 의견에 대한 통합과정은 <그림 1>에 개략적으로 소개되어 있다. 퍼지다기준 의사결정기법은 응답자들이 표현하는 고유한 의사표현이 가지는 불확실성을 명시적으로 고려할 수 있는 독특한 계산과정을 통해 응답자들의 가중치를 도출한다.



<그림 1> 퍼지다기준 의사결정기법의 위계구조

이후 각 응답자들이 각 평가지표(세부지표)에 대해 평가한 바를 가중통합하여 각 평가지표에 대한 n 명의 의견을 종합한다. 마지막으로 중요하게 고려되어야 할 평가지표와 그렇지 못한 평가지표들을 비교·검토한 후 전체적인 의사결정을 내릴 수 있도록 유인한다. 이 과정은 크게 4단계로 구성된다.

(1) 조사 대상과 지표의 결정

첫 단계에서는 연구조사의 목표에 적합한 n 명의 조사대상과 k 개의 평가지표를 설정한다.

$$E = \{ E_i \mid i = 1, 2, \dots, n \}, \quad C = \{ C_t \mid t = 1, 2, \dots, k \}.$$

여기서 i 는 응답자를 가리키며 E 는 응답자들의 집합이다. t 는 평가지표를 가리키며 C 는 평가지표들의 집합이다.

각 평가지표에 대해 평가할 수 있는 언어값 x 를 정의하고, 언어값의 집합 $T(x)$ 를 정의한다(W). 마찬가지로 자신의 평가에 대한 확신의 정도를 묻는 언어값과 언어값의 집합을 정의한다(S). 여기서 W 는 각 평가지표가 가지는 중요도를 나타내며, S 는 응답자들이 각 평가지표의 중요도에 대한 언급을 했을 때, 그 언급에 대한 확신의 정도를 나타낸다. 예를 들면 다음과 같다.

$$T(\text{중요도}) \equiv W$$

= {매우 중요하다, 중요하다, 보통이다, 중요하지 않다, 전혀 중요하지 않다}

$$T(\text{확신의 정도}) \equiv S$$

= {매우 확실하다, 확실하다, 보통이다, 불확실하다, 매우 불확실하다}

(2) 퍼지넘버 설정

두 번째 단계에서는 퍼지넘버를 설정하고 퍼지신뢰지수(fuzzy confidence index)를 계산한다. 세 가지 요소로 이루어진 퍼지넘버 M 이 (a, b, c) 으로 주어졌을 때, 멤버십 함수(membership function) $f_M(x)$ 는 다음 식<1>과 같이 표현할 수 있다.

$$f_M(x) = \frac{x-a}{b-a} ; a \leq x \leq b$$

$$f_M(x) = \frac{x-c}{b-c} ; b \leq x \leq c$$

$$f_M(x) = 0 ; \text{otherwise} \quad \langle 1 \rangle$$

이 식에 따라 각 언어값에 대해 퍼지넘버를 식<2>와 같이 대응시킨다. 구체적인 예는 <표 1>에 잘 나타나 있다. 전술한 바와 같이 응답자를 대상으로 5개의 선택할 수 있는 언어값을 제시한다고 할 때, 세 원소로 이루어진 퍼지넘버는 0.25 간격으로 이루어진 값을 순차적으로 대응시킬 수 있다.

$$W_{it} = (a_{it}, b_{it}, c_{it}), S_{it} = (o_{it}, p_{it}, q_{it}) \quad \langle 2 \rangle$$

<표 1> 언어값들에 대응한 퍼지넘버

언어값(linguistic values)		퍼지넘버 (fuzzy numbers)
W	S	
전혀 중요하지 않다	매우 불확실하다	(0, 0, 0.25)
중요하지 않다	불확실하다	(0, 0.25, 0.5)
보통이다	보통이다	(0.25, 0.5, 0.75)
중요하다	확실하다	(0.5, 0.75, 1)
매우 중요하다	매우 확실하다	(0.75, 1, 1)

다음 과정으로 퍼지신뢰지수(F_i)를 식<3-1~2>에 따라 계산한다.

$$F_i \cong (Y_i, Q_i, Z_i) \quad \langle 3-1 \rangle$$

$$Y_i = \sum_t (o_{it} \cdot a_{it})/k, \quad Q_i = \sum_t (p_{it} \cdot b_{it})/k, \quad Z_i = \sum_t (q_{it} \cdot c_{it})/k \quad \langle 3-2 \rangle$$

(3) 총합산값과 응답자의 가중치 도출

세 번째 단계에서는 총합산값(total integral values)을 계산하고 각 응답자에 대한 가중치(weights)를 도출한다. 퍼지신뢰지수(F_i)에 대한 총합산값은 식<4>의 과정으로 구한다(Liou and Wang, 1992). 여기서 통상적으로 $\alpha = 0.5$ 가 가정된다. 이는 의사결정자가 낙관적이지도 않고 비관적이지도 않은 중립적인 상태에서 의사결정을 한다는 의미이다.¹⁾ 그리고 각 조사대상의 가중치를 구하기 위해서 식<5>에 의해 총합산값을 정규화(normalize)한다.

$$I_T^i = \frac{1}{2} [\alpha Z_i + Q_i + (1 - \alpha) Y_i] \quad \langle 4 \rangle$$

$$w_i = \text{norm} \{ I_T^i(F_i) \} \quad (\text{단, } w_i \geq 0, \sum_i w_i = 1) \quad \langle 5 \rangle$$

(4) 평가지표별 가중치 도출

네 번째 단계에서는 가중치를 이용하여 각 평가지표별로 전체 응답자의 의견을 통합한다. n 명의 의견을 하나로 통합하기 위해 식<6>을 이용, 가중합산값을 구한다. 여기서 $f_i(\theta)$ 는 주어진 평가 대상 θ 에 대한 각 개인의 추정량을 의미한다.

$$f(\theta) = \sum_i w_i f_i(\theta) \quad \langle 6 \rangle$$

1) 만약 낙관적인 성향의 응답자에 대한 경우는 α 값을 0.5보다 크게 하고, 비관적인 성향의 응답자의 경우는 0.5보다 작게 하면 된다. 즉, α 값은 표본대상의 성향을 반영하는 지표로 활용될 수 있다.

Ⅲ. 지역혁신역량지수의 세부지표 선정

1. 세부지표의 선정

본 연구에서는 지역혁신역량에 대해 전술한 선행연구에 근거하여 예비후보들을 선정한 후에 학·연·관계 10명의 전문가를 대상으로 1차 예비설문을 실시하였다. 예비후보들에 대한 충분한 설명을 제시하고 전문가들이 지역혁신역량의 지표 및 세부지표로 합당하다고 생각하는 지표를 선택하도록 하였다. 타 세부지표들에 비해 두드러지게 많은 선택을 받은 지표와 세부지표를 선별해 최종적인 3개의 지표와 8개의 세부지표를 정해 계층구조를 결정하였다. 즉, 「혁신환경」, 「혁신자원」, 「혁신성과」의 3개 지표와 「지역내 총생산」에서 「과학기술논문 수」에 이르기까지 총 8개의 지역혁신역량 세부지표를 확정하였다. <표 2>는 이러한 절차에 따라 설정된 지역혁신역량의 평가를 위한 계층구조를 나타내고 있다.

「혁신환경」 지표에는 지역내 총생산, 정보화 수준의 2개 세부지표가 포함되었다. 「혁신자원」 지표에는 연구개발비, 연구원 수, 대학 및 연구기관 수, 연구기자재 구입금액의 4개 세부지표가, 「혁신성과」 지표에는 특허출원 수, 과학기술논문 수의 2개 세부지표가 포함되었다.

<표 2> 지역혁신역량의 평가를 위한 계층구조

지 표	지역혁신역량 세부지표
혁신환경	1. 1인당 지역내 총생산(GRDP, Gross Regional Domestic Product) 2. 정보화 수준 - 가구당 컴퓨터 보급률, 인터넷 이용률, 초고속인터넷 보급률 - 1,000명당 기업 보유 컴퓨터 수
혁신자원	1. GRDP 대비 연구개발비 2. 1,000명당 연구원 수 3. 1,000명당 대학 및 연구기관 수 4. 1,000명당 연구기자재 구입금액
혁신성과	1. 1,000명당 특허출원 수 2. 1,000명당 과학기술논문(SCI) 수

「혁신환경」 지표에서 예비후보에 제시된 가계수지, 지자체 일반회계규모, 종합소득세 신고액 등 다양한 세부지표를 포괄할 수 있는 GRDP를 사용하게 되었고 본 연구에서는

지역규모의 차이에서 오는 오류를 보정하기 위해 1인당 GRDP를 세부지표로 사용한다. 두 번째 세부지표인 정보화 수준은 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 제공하는 데이터베이스 자료를 기반으로 삼았다. 세부적으로 가구별 컴퓨터 보급률, 인터넷 이용률과 초고속인터넷 보급률은 그 값을 그대로 사용했으며, 기업의 보유 컴퓨터수는 인구 1,000명당으로 환산해 계산했다.

「혁신자원」 지표에서는 혁신자원을 크게 재원, 인력, 기관, 물리력으로 구분해 살펴보고자 하였고 이에 따라 총 4개 세부지표가 발생하게 되었다. 연구개발비는 지역별로 할당되는 정부연구개발비와 비정부연구개발비가 모두 포함된 총연구개발비이며, 연구원수는 연구보조원 및 기능직은 제외한 연구원으로 대학, 연구기관, 기업에 등록된 인원만을 말한다. 대학 및 연구기관과 연구기자재 구입금액은 과학기술부 산하 과학기술정책국 자료에 기초하여 산정하였다. 연구개발비는 GDRP 대비 총연구개발비를 사용하였고, 나머지 세부지표는 모두 인구 1,000명당으로 환산해 계산했다.

「혁신성과」 지표에서는 혁신성과의 기준으로 두루 통용되는 특허출원 수와 과학기술 논문 수를 세부지표로 사용했으며, 전술한 바와 같이 인구 1,000명당으로 환산해 계산했다. 이후 논의에서는 지역규모를 고려하기 위해 사용한 “1인당”, “GRDP 대비”, “인구 1,000명당”의 표현은 생략하도록 한다.

2. 지역혁신역량 세부지표의 도출

세부 지표에 대한 가중치 도출을 위하여 지역혁신역량 전문가 20명을 대상으로 1:1 면접법을 통해 데이터를 직접 수집하였으며, 각 전문연구분야는 <표 3>과 같다.

<표 3> 설문에 참여한 전문가의 전문분야

예비 설문 (10인)			본 설문 (20인)		
구분	학/연/관	전문연구분야	구분	학/연/관	전문연구분야
1	학	기술, 도시, 환경, 자원	1	학	도시, 환경
2	학	기술, 도시, 환경, 자원	2	학	환경, 해양
3	학	토지, 도시, 환경	3	학	토지, 도시, 환경
4	연	토지, 도시	4	학	물류, 교통, 지역
5	연	기술, 지역개발	5	학	도시, 토지, 환경
6	연	교통, 기술, 도시	6	학	기술, 도시, 환경, 자원
7	연	기술, 지역개발	7	학	기술, 도시, 환경, 자원
8	관	기술, 지역개발	8	연	도시, 기술, 해양
9	관	기술, 지역개발	9	연	토지, 도시
10	관	기술, 지역개발	10	연	자원, 기술
			11	연	기술, 해양
			12	연	교통, 기술, 도시
			13	연	기술, 지역개발
			14	연	도시, 환경
			15	연	기술, 도시
			16	관	기술, 지역개발
			17	관	기술, 지역개발
			18	관	기술, 지역개발
			19	관	기술, 지역개발
			20	관	기술, 지역개발

설문항목은 크게 두 가지로 구성되어 있다. 각 세부지표의 중요성을 평가하는 항목과 전문가 판단의 신뢰성을 평가하는 항목으로 되어 있으며, 각 질문에 대한 대답은 응답자에게 최적의 설문여건을 위해 언어변수로 답하도록 도왔다. 설문 응답은 지역혁신역량지수 체계를 제시하고 전체 체계 하에서 각 세부지표들이 차지하는 중요성의 정도를 응답하고, 응답한 결과에 대해 얼마나 확신하고 있는지를 답변하도록 하였다. 예를 들어 “연구개발비”라는 세부지표를 평가하기 위한 설문은 <표 4>와 같이 두 가지 항목으로 구성되어 있다.²⁾

2) 이는 보다 명확한 확신이 수반된 응답에 더 많은 가중치를 주기 위함이다. 이를 통해 응답의 불확실성을 보다 충분히 고려할 수 있다.

<표 4> 전문가 설문 양식

※ 지역혁신역량 평가의 관점에서 「연구개발비」에 대해 귀하께서 생각하고 계시는 세부지표에 대한 중요도와 판단의 정확도를 표기해 주십시오.

세부지표의 중요도	매우 중요하다	중요하다	보통이다	중요하지 않다	전혀 중요하지 않다
연구개발비					
판단의 정확도	매우 확실하다	확실하다	보통이다	불확실하다	매우 불확실하다
연구개발비					

IV. 분석결과

1. 지역혁신역량 지표 및 세부지표 가중치

위 과정을 통해 도출된 지역혁신역량의 지표 및 세부지표의 가중치는 <표 5>와 같다. 8개 지역혁신역량지수별 가중치를 살펴본 결과 지역내 총생산이 지역혁신역량에서 가장 중요한 요소로 나타났다. 다음으로는 연구개발비, 정보화 수준 순으로 나타났다.

<표 5> 지역혁신역량 지표 및 세부지표 가중치

지 표	지역혁신역량 세부지표	가중치	순위
혁신환경 (0.4312)	1. 지역내 총생산	0.1708	1
	2. 정보화 수준	0.1553	3
혁신자원 (0.3225)	1. 연구개발비	0.1588	2
	2. 연구원 수	0.0979	6
	3. 대학 및 연구기관 수	0.1187	4
	4. 연구기자재 구입금액	0.1123	5
혁신성과 (0.2463)	1. 특허출원 수	0.0949	7
	2. 과학기술논문 수	0.0913	8

응답 결과 크게 두 가지 특징적인 면을 볼 수 있다. 혁신의 성과물보다는 혁신을 위한 자원과 혁신을 위한 인프라에 대해 더 중요한 가중치를 주었다는 점과 인적자원에 의한 혁신의 가능성보다 인프라의 확충에 의한 혁신의 가능성을 더 높게 평가했다는 점이다. 지역내 총생산의 가중치는 0.1708로 최하위 가중치 0.0913의 약 2배에 가까운 수치를 보

였다. 또한 혁신자원 중에서도 연구원 수는 가장 덜 중요한 세부지표로 분류되었다. 세 가지 지표간 비교에서는 혁신환경이 0.4312로 가장 높은 가중치를 얻었으며, 다음으로 혁신자원(0.3225)과 혁신성과(0.2463)가 뒤를 이었다. 여기서 제시된 지역혁신역량 세부 지표의 가중치는 단순히 어떤 세부지표가 중요한지에 대한 순서만을 표시하는 서수적인 의미 뿐 아니라 얼마만큼 더 중요하다는 기수적인 의미를 담고 있다. 이것이 바로 퍼지 다기준 의사결정기법을 통한 가중치 산정이 반드시 필요하며 그 값이 중요한 의미를 갖는 가장 중요한 이유이다. 게다가 이 자료를 바탕으로 현재 우리나라의 지역별 혁신역량이 어느 수준이며 그 잠재력이 어떠한지 가늠할 수 있다.

2. 16개 광역자치단체별 지역혁신역량 및 혁신잠재력 현황

<표 6~8>은 16개 광역자치단체별 지역혁신역량 현황을 보여준다. <표 6>은 혁신환경 지표의 두 세부지표로 사용된 지역내 총생산과 정보화 수준에 대한 지역별 혁신역량이다.

지역규모를 배제하지 않는다면 서울과 경기도에 무려 국내 총생산의 43.4%가 집중되어 있는 한국의 수도권 과밀현상을 확인할 수밖에 없다. 지역내 총생산을 1인당으로 환산할 경우 울산이 가장 높아 1년 동안 1인당 34.85백만원을 생산하는 것으로 나타났다. 다음으로 충남, 경북, 전북 순이었으며 서울은 6위, 경기는 8위에 올랐다. 반면 가장 낮은 값을 보인 지역은 대전, 광주, 대구였다.

정보화 수준은 전술한 바와 같이 KISTEP DB 자료를 바탕으로 기업의 컴퓨터 보유대수, 가구별 컴퓨터 보급률, 인터넷 이용률, 초고속인터넷 보급률을 지역별로 가중평균한 값을 합산하여 계산하였다.³⁾ 16개 광역자치단체 중 서울시가 가장 높은 정보화 수준을 보여 100으로 잡을 때 경기도는 90.85에 해당하며 경기는 84.12에 해당하는 정보화 수준을 보였다. 대체로 경기를 포함한 특별시, 광역시 단위의 자치단체는 평균이상의 정보화 수준을 보였으나, 도 단위 자치단체에서는 그 반대 현상을 보였다.

3) 정보화 수준 하위 항목으로 존재하는 네가지 항목에서 가구별 컴퓨터 보급률, 인터넷 이용률, 초고속인터넷 보급률은 100%를 최고점으로 해 계산되어 있으므로 제시된 값을 그대로 사용했고, 기업의 컴퓨터 보유대수는 인구 1,000명당으로 환산한 후 가장 큰 값을 갖는 지역에 100점을 주고 나머지 지역은 상대점수를 계산했다. 이렇게 구해진 네 항목들은 단위가 제거된 100점 만점 환산값들이기에 동등하게 합산할 수 있으며 400점 만점을 기준으로 합산값을 구한다. 최종적으로 합산값이 가장 높은 지역에 다시 100점 만점을 주고 나머지 지역은 상대점수를 재계산해 정보화 수준 세부지표의 점수를 환산했다.

<표 6> 혁신환경 지표의 지역별 혁신역량

단위: 백만원/인, 점

지역	지역내 총생산(2005년)*		정보화 수준(2005년)	
서울	16.22	(6)	100.00	(1)
부산	11.62	(13)	74.92	(9)
대구	9.37	(16)	77.99	(7)
인천	13.19	(9)	81.32	(6)
광주	10.92	(15)	90.85	(2)
대전	11.43	(14)	83.90	(4)
울산	34.85	(1)	82.48	(5)
경기	15.35	(8)	84.12	(3)
강원	12.93	(10)	77.09	(8)
충북	16.44	(5)	74.80	(10)
충남	22.03	(2)	70.65	(11)
전북	12.68	(11)	68.25	(13)
전남	17.45	(4)	62.59	(16)
경북	20.77	(3)	65.33	(14)
경남	16.10	(7)	69.31	(12)
제주	12.25	(12)	63.61	(15)

주) *는 2000년 기준가격으로 환산한 값이며, 괄호 안은 지역별 순위임

<표 7>은 혁신자원 지표의 네 세부지표로 사용된 연구개발비, 연구원 수, 대학 및 연구원 수, 연구기자재 구입금액에 대한 지역별 혁신역량이다.

모든 세부지표에 있어서 대전이 가장 높은 수준을 보이고 있다. 연구개발비의 경우 2위 경기보다 무려 3배에 달하는 연구개발비가 집행되고 있고, 연구자 수는 경기의 약 2배이며, 연구기자재 구입금액은 2위 광주의 8배에 해당한다. 이는 연구과학도시로 자리 잡은 대전의 위상을 확인시켜 주는 부분이다. 서울·경기·인천의 수도권 지역은 상위권에 위치해 우리나라의 수도권 과밀현상을 설명하고 있으며, 대전을 포함하고 있는 충남권의 혁신역량 또한 높은 것을 확인할 수 있다.

<표 7> 혁신자원 지표의 지역별 혁신역량

단위: 백만원/GRDP, 명/1,000명, 개소/1,000명, 백만원/1,000명

지역	연구개발비 (2005년)	연구원 수 (2005년)	대학 및 연구기관 수 (2005년)	연구기자재 구입금액 (2005년)
서울	0.00029 (4)	6.39 (3)	0.2730 (2)	13.70 (3)
부산	0.00009 (13)	1.95 (14)	0.1056 (12)	5.12 (15)
대구	0.00016 (10)	2.24 (13)	0.1201 (10)	5.79 (14)
인천	0.00036 (3)	3.28 (7)	0.1791 (6)	7.30 (9)
광주	0.00022 (7)	2.87 (10)	0.1280 (8)	16.19 (2)
대전	0.00178 (1)	13.38 (1)	0.3420 (1)	128.26 (1)
울산	0.00010 (12)	3.02 (9)	0.1177 (11)	3.97 (16)
경기	0.00061 (2)	7.52 (2)	0.2395 (3)	7.67 (8)
강원	0.00008 (14)	2.84 (11)	0.0897 (13)	6.28 (12)
충북	0.00017 (9)	3.18 (8)	0.2118 (5)	8.40 (7)
충남	0.00026 (5)	5.39 (4)	0.2134 (4)	7.11 (10)
전북	0.00012 (11)	2.39 (12)	0.0793 (14)	10.79 (5)
전남	0.00005 (15)	1.17 (15)	0.0760 (15)	10.42 (6)
경북	0.00024 (6)	4.14 (5)	0.1202 (9)	11.59 (4)
경남	0.00020 (8)	3.65 (6)	0.1503 (7)	6.84 (11)
제주	0.00005 (16)	0.75 (16)	0.0678 (16)	6.12 (13)

출처: KOSIS online DB, 과학기술정보과(www.most.go.kr)

주: 괄호 안의 값은 지역별 순위임

<표 8>은 혁신성과 지표의 두 세부지표로 사용된 특허출원 수와 과학기술논문 수에 대한 지역별 혁신역량이다.

특허출원 수는 서울, 경기 지역에서 대전을 앞섰으며, 과학기술논문 수에서는 대전이 서울을 2배 이상 앞질렀다. 무엇보다 경북, 광주, 충북 지역의 혁신성과가 높은 측면은 특이할 만한 사실이며 주어진 혁신자원에 비해 경기지역의 과학기술논문 수는 저조한 편이라고 할 수 있다.

<표 8> 혁신성과 지표의 지역별 혁신역량

(단위: 건/1,000명, 편/1,000명)

지역	특허출원 수(2005)		과학기술논문 수(2005)	
서울	5.23	(1)	2.34	(2)
부산	0.70	(10)	0.86	(7)
대구	0.84	(9)	0.77	(9)
인천	1.17	(7)	0.75	(10)
광주	1.08	(8)	1.81	(3)
대전	4.03	(3)	5.29	(1)
울산	0.65	(12)	0.29	(15)
경기	4.15	(2)	0.68	(12)
강원	0.51	(14)	0.90	(6)
충북	1.40	(4)	0.80	(8)
충남	1.25	(6)	0.72	(11)
전북	0.64	(13)	0.96	(5)
전남	0.40	(15)	0.22	(16)
경북	1.34	(5)	1.11	(4)
경남	0.69	(11)	0.55	(14)
제주	0.32	(16)	0.61	(13)

출처: KOSIS online DB, KISTEP online DB, 과학기술정보과(www.most.go.kr)

주: 괄호 안의 값은 지역별 순위임

3. 정규화된 지역혁신역량 현황 비교

<표 9>는 16개 광역자치단체의 혁신역량을 100점 만점으로 환산해 정규화한 표이며, 이 표는 세 단계의 과정을 거쳐 작성되었다.

먼저, 서로 다른 기준의 8개 세부지표를 동일하게 비교하기 위해서 각 세부지표의 단위를 삭제할 필요가 있기에 모든 실제 값을 비율로 환산하였다. 지역내 총생산을 예로 들어 울산이 가장 높은 지역내 총생산을 보유하고 있으므로 울산을 100으로 환산하고 나머지는 울산지역의 지역내 총생산으로 나누어 100점 환산값을 계산했다. 동일한 과정으로 8개 세부지표를 모두 100점을 기준으로 환산한다.

다음으로, 앞서 계산한 8개 세부지표별 가중치 값과 8개 세부지표별 100점 환산값을 서로 곱해서 그 값을 모두 더하면 가중합산값이 계산된다.

마지막으로, 가중합산값 중에서 가장 높은 값을 보인 대전의 83.85를 다시 100으로 놓고 나머지 지역의 가중합산값을 100점 환산값으로 바꾼다.

<표 9> 100점으로 환산한 16개 광역자치단체의 혁신역량 비교

지역	GRDP	정보화	연구 개발비	연구원	연구 기관	연구 기자재	특허 출원	과학기 술논문	가중 합산값	100점 환산값	순위
서울	46.53	100.00	16.48	47.71	79.82	10.69	100.00	44.32	55.53	66.22	2
부산	33.34	74.92	4.86	14.54	30.88	3.99	13.38	16.16	26.43	31.52	14
대구	26.87	77.99	9.19	16.71	35.12	4.51	16.13	14.47	27.22	32.46	12
인천	37.86	81.32	20.01	24.50	52.38	5.69	22.31	14.18	34.45	41.08	9
광주	31.32	90.85	12.61	21.42	37.44	12.62	20.73	34.28	34.54	41.19	8
대전	32.80	83.90	100.00	100.00	100.00	100.00	77.11	100.00	83.85	100.00	1
울산	100.00	82.48	5.75	22.58	34.42	3.09	12.34	5.55	39.54	47.15	5
경기	44.04	84.12	34.11	56.21	70.04	5.98	79.41	12.90	49.63	59.18	3
강원	37.10	77.09	4.66	21.21	26.22	4.89	9.76	17.04	27.83	33.19	11
충북	47.17	74.80	9.42	23.73	61.94	6.55	26.80	15.07	35.26	42.05	7
충남	63.21	70.65	14.82	40.30	62.39	5.54	23.93	13.59	40.11	47.83	4
전북	36.40	68.25	6.50	17.88	23.18	8.41	12.33	18.22	26.49	31.59	13
전남	50.07	62.59	3.07	8.73	22.23	8.12	7.75	4.19	24.26	28.94	15
경북	59.61	65.33	13.46	30.93	35.16	9.04	25.73	21.03	35.63	42.49	6
경남	46.20	69.31	11.07	27.30	43.94	5.33	13.16	10.31	31.36	37.40	10
제주	35.15	63.61	2.86	5.60	19.83	4.77	6.20	11.61	21.25	25.34	16

계산 결과, 대전의 혁신역량을 100점이라고 환산했을 때 서울은 66.22점이며 경기도는 59.18이다. 그 다음은 충남과 울산이 각각 47.83점과 47.15점이다. 상위에 위치한 지역 중 대전은 연구과학도시로서의 굳건한 위치를 점하고 있으며, 과급효과를 누린 충남지역이 충북지역에 비해 더 많은 수혜를 받은 것으로 여겨진다. 서울·경기 지역은 타 지역에 비해 혁신을 위한 인프라가 풍부한 점이 큰 장점으로 작용해 대부분의 세부지표가 상위 그룹에 위치했다. 울산은 가장 높은 지역내 총생산으로 인해 혁신역량이 높은 것으로 나타났다. 대전은 지역내 총생산은 전국 14위에 불과했지만 연구과학도시로서의 집중적인 투자와 연구기자재의 확충으로 지역혁신역량이 급상승할 수 있었다. 만약 서울지역의 과밀현상을 경기도 지역으로 분산시키지 않고 또한 대전지역을 연구과학도시로 육성하지 않았다면 서울지역의 집중현상은 더욱 심화되었을 것이며 이는 과잉투자로 인한 엄청난 비효율을 초래하였을 것이다. 하지만 최상위 대전과 최하위 제주와는 무려 4배의 차이가 나며 광주에 비해 전남·북 지역과 부산·대구 지역이 상대적으로 지역혁신역량이 떨어져 집중적인 육성이 필요한 지역이라고 볼 수 있겠다.

V. 결론 및 정책적 시사점

빠르게 진보하는 무한경쟁시대에 혁신역량은 국가와 지역의 존망이 달린 중대한 사안이다. 정부는 국가균형발전 패러다임을 기반으로 지역혁신역량을 육성하여 지역의 경제 발전을 통해 국가경쟁력을 제고하겠다는 강력한 의지를 표명하고 있는 지금 지역균형 발전을 위한 분명한 기준이 필요하다. 지역혁신사업의 성과가 제대로 창출되기 위해서는 각 사업의 개별적인 성과뿐만 아니라 국가차원의 총체적인 수준에서 효율적으로 성과가 창출될 수 있는 체계를 갖추어야 한다. 본 논문에서는 바로 이 부분에 초점을 맞춰 퍼지다 기준 의사결정기법을 통해 지역혁신역량지수를 도출하였고 16개 광역자치단체별 혁신역량의 실태를 비교·분석해 보았다. 퍼지다 기준 의사결정기법은 기존의 의사결정기법에서 다룰 수 없었던 응답의 불확실성을 명시적으로 고려할 수 있는 강점을 가진다. 또한 기존 연구에서 평균 값과 같은 단순 통계분석에 그친 데 비해 본 연구에서는 지역혁신역량지수 도출을 위해 기존에 쓰이지 않던 지수계량화기법을 적용했다는 데 의미가 있다.

분석결과 지역내 총생산이 지역혁신역량을 결정짓는 가장 중요한 세부지표로 나타났고 연구개발비와 정보화 수준 또한 중요한 세부지표로 평가되었다. 이러한 지역혁신역량 지수를 바탕으로 16개 광역자치단체별 혁신역량의 실태를 살펴본 결과 대전 지역의 혁신역량이 가장 높았으며 서울과 경기도는 대전의 6할에 해당하는 수준이었고 나머지는 대전의 30~50% 수준이었다. 이처럼 지역별 혁신역량이 크게 차이나는 이유는 연구과학도시로 대전을 육성하고자 적극적인 연구개발비 지원과 인프라 확대를 아끼지 않았기 때문이다. 과거에 비해 수도권 집중현상은 조금씩 완화되는 추세이지만 대전과 같은 거점 도시를 육성해 지역균형 발전을 이루는 일은 매우 중대하며 시급한 문제이다. 본 연구의 결과는 이러한 특정지역의 지원 정책을 수립함에 있어 유의미한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 무엇보다 본 연구의 결과로 제시된 수치는 서수적인 개념이 아니라 기수적인 개념으로 실질적인 혁신수준의 상대적 비율을 명시적으로 보여주고 있으며, 아울러 세부지표 간 가중치는 세부지표 간 중요도를 나타내고 있다.

지역혁신역량지수를 잘 살펴보면 지역혁신의 다차원적 성격을 구조적으로 정의하고 파악할 수 있고 정책수립의 로드맵 작성에 용이하여 각 지역의 효율적인 발전과 혁신역량 제고를 위한 사업의 우선순위와 그 수준까지도 결정할 수 있다. 본 연구의 결과를 바탕으로 각 지자체에서는 지역 내 집중적인 육성이 필요한 세부지표가 무엇인지 확인할 수 있고, 이를 지역적인 특수성을 고려해 어떻게 특화시켜야 할 지 판단할 수 있다. 나아

가 국가적 차원에서는 각 지역별 특수성과 차별성을 한눈에 쉽게 파악할 수 있으며, 이를 통해 지역별 지원에 관련된 정책설정에 유용한 지수로 활용할 수 있다.

퍼지다기준 의사결정기법을 이용한 지역혁신역량지수 산정은 통상적인 의사결정기법의 추정을 보다 정교하게 하여 지수계량화기법으로 발전시켰기에 일종의 개선이 되며, 그간의 연구사례는 많지 않아 본 연구는 정책적 차원과 학문적 차원의 양 차원에 있어서 큰 의의를 가진다. 본 연구에서 사용한 지표와 세부지표의 타당성에 대해서는 추후 논의가 진행될수록 우리나라의 현실에 적합한 지역혁신역량에 관한 지표와 세부지표가 결정될 것이다. 또한 본 연구결과를 토대로 더욱 세부적인 지역단위의 연구가 추가될 경우 보다 세부적인 국가균형발전안을 수립하는 데 도움이 될 것으로 여겨지며 이 사항들은 추후 연구과제로 남겨둔다.

참고문헌

- 곽승준·유승훈·한상용(2003), “댐 건설로 인한 환경영향의 속성별 가치평가-조건부선택법을 적용하여”, 『경제학연구』, 제51집 제2호, pp. 239-259.
- 김경희(2005), “지역혁신클러스터를 위한 지역혁신역량과 지역산업성과간의 실증 및 비교분석”, 『무역학회지』, 제30권 제6호, pp. 27-45.
- 김정홍(2002), “지역혁신역량과 지역산업성과간의 실증분석”, 『경제학연구』, 제51집 제2호, pp. 99-121.
- 나주몽(2006), “지역혁신역량과 기업의 기술개발성과에 관한 연구: 제조업을 중심으로”, 『지역개발연구』, 제38권 제1호, pp. 51-67.
- 소순창(2006), “지방정부의 혁신역량의 지표개발에 관한 기초연구”, 『한국사회와행정연구』, 제16권 제4호, pp. 117-138.
- 오영수·최정수·김진수(2005), “한국의 지역혁신역량에 대한 실증 연구”, 『지방행정연구』, 제19권, 제3호, pp. 127-152.
- 유승훈·곽승준·김태유(1998), “환경관련의사결정을 위한 환경영향지수”, 『자원경제학회지』, 제7권(2), pp. 111-135.
- 이공래(2003), 『지역별 수요와 역량에 기초한 과학기술 진흥방안』, 과학기술정책연구원.
- Bonano, E.J. and Apostolakis, G.E. (1991), “Theoretical foundations and practical issues for using expert judgments in uncertainty analysis of high level radioactive waste disposal”, *Radioactive Waste Management and the Nuclear Fuel Cycle* 16, pp. 137-159.
- Keeney, R.L. (1992), *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*, Harvard University Press.
- Liou, T.S. and Wang, M.J.J. (1992), “Ranking fuzzy numbers with integral value”, *Fuzzy Sets and Systems*, 50, pp. 247-255.
- Mosleh, A., Bier, V.M. and Apostolakis, G. (1987), *Methods for the elicitation and use of expert opinion in risk assessment*, Phase I - a critical evaluation and directions for future research, NUREG/CR-4962, US Nuclear Regulatory Commission.
- Sohn, K.Y., Yang, J.W. and Kang, C.S. (2001), “Assimilation of public opinions in nuclear decision-making using risk perception”, *Annals of Nuclear Energy*, 28, pp. 553-563.
- Wheeler, T.A., Hora, S.C., Cramond, W.R. and Unwin, S.D. (1989), *Analysis of core damage frequency from internal events: expert judgment elicitation*, NUREG/CR-4550, US Nuclear Regulatory Commission.
- Zio, E. (1996), “On the use of the analytic hierarchy process in the aggregation of expert judgments”, *Reliability Engineering and System Safety*, 53, pp. 127-138.

www.kistep.re.kr

www.kosis.kr

www.most.go.kr

□ 투고일: 07. 09. 03 / 게재확정일: 08. 05. 19