

# 국가연구개발사업의 학술적 성과의 시차효과에 관한 실증적 연구

정병호<sup>†</sup> · 천강민 · 양재경

전북대학교 산업정보시스템공학과

## An Empirical Study on the Time Lag Effect of the Academic Performance of a National R&D Program

Byung-Ho Jeong<sup>†</sup> · Kang-Min Cheon · Jaekyung Yang

Dept. of Industrial and Information Systems Engineering, Chonbuk National University

This study examines the relationship between R&D investment and subsequent outputs of the research activity. Usually, there is some time difference between the production of research outputs, such as academic papers and application or registration of patents, and the investment of R&D expenditure. The time lag for producing this kind of research outputs should be considered to evaluate the performance of research activity exactly. The purpose of this study is to identify time lag effect between the times of input and output of a R&D activity and to derive the degree of time lag using the data set of a long term R&D program supported by Korean government. A modified Almon model is suggested to identify the time lag effect between input and output of research activities performed by this program. Time-series cross-section data from 16 research centers between 2001 and 2009 are used to find time lag effect.

**Keywords :** Time lag, R&D Performance, Almon Model

### 1. 서 론

1990년대 말 IMF사태라는 국가경제 위기상황이 전개됨에 따라 연구소의 공동화 현상 등 연구개발 활동 또한 심각한 타격을 입게 되어 이미 구축된 연구기반을 지속적으로 유지 발전시키기 위한 특단의 조치가 필요하게 되었다. 이에 따라 21세기 프론티어 사업, 국가지정연구실 사업 등 다양한 형태의 장기적인 국가연구개발 사업들을 시행해오고 있다. 막대한 예산이 투입되는 국가연구개발 사업의 투자효율성을 평가하는 것은 국가 연구개발 예산의 효율적인 활용을 위해 필수적이다. R&D 투자

의 효율성 평가는 한정된 국가 연구개발 예산 배분에 필요한 기초자료로 활용될 수 있기 때문이다. 이를 위해 연구개발 활동에 투입된 예산과 연구인력 등 투입 자원과 결과물인 학술논문, 특허 등의 산출에 따른 성과평가 방법론에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

문제는 R&D 자원의 투입이 성과로 나타나기까지 시간 지연이 수반되는 것은 필연적이라는 것이다. 연구 성과물인 특허의 출원, 등록은 물론이고 학술 논문의 출간을 위해서는 반드시 어느 정도의 시간이 필요하기 때문이다. 대표적인 연구 성과물인 특허의 출원 및 등록과 학술 논문의 출간 등 연구 성과물의 종류에 따라서도 지연

논문접수일 : 2011년 11월 17일    논문수정일 : 2012년 01월 11일    게재확정일 : 2012년 01월 19일

<sup>†</sup> 교신저자 jeong@chonbuk.ac.kr

※ 이 논문은 2010년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-0011427)에 의해 이루어졌음.

기간은 차이가 있을 것으로 예상할 수 있다. 특히 학술 논문의 경우 논문의 수준과 학술 분야에 따라서도 지연 시간에 차이가 존재할 것으로 예상된다.

이와 같이 R&D 자원의 투입과 산출 사이에 시간 지연이 존재한다면 R&D 활동의 성과 평가에서도 이러한 시간 지연 효과를 반영해야 함은 물론이다. 그러나 현실적으로 R&D 활동에 대한 성과 평가는 연구 기간에 상관없이 연구 수행 기간 동안의 성과물에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 장기적으로 이루어지고 있는 대표적 국가연구개발 사업인 21세기 프론티어 사업의 데이터를 이용하여 시간 지연 효과를 추정해봄으로써 연구개발 성과 평가시 시간 지연 효과를 반영하기 위한 기초 자료를 제공하기 위한 일차적인 연구이다. 본 연구를 통해 확인된 시간 지연 효과는 장기적인 연구개발 사업의 성과 평가를 위한 모형 수립에 반영하고자 한다.

Sims[9]는 경제 이론에 대한 실증적인 연구시 시계열 자료를 이용하여 회귀분석을 적용하면 다른 모형이 적합한 것으로 판명되지 않는 한 시차구조가 반드시 고려되어야 한다고 강조한 바 있다. Branch[4]는 미국의 7개 산업의 157개 기업을 대상으로 시간차를 분석하였는데 R&D 투입과 특허 등록 사이에 4년의 차이가 존재함을 보여주고 있다. Mansfield[7]는 신상품들이 상용화되는 과정에서 학술적인 연구가 상용화되기까지 시차가 존재하고 상관관계가 높다고 지적하고 있다. Ernest[6]는 중장기적인 R&D 사업의 기업 성과에 대한 영향은 지대한 시차 효과가 있다는 것을 횡단면 분석을 이용하여 보여주었다. Bronwyn[5]은 R&D 투입과 특허 등록 사이에 존재하는 시차효과를 분석을 통해 보여주고 있다. Bhargava and Sargan[3]는 동시 시차 추정기를 이용한 패널 데이터로부터 얻어낸 역학적 관계 추정에 관한 프레임워크를 제공했다. Pakes and Griliches[8]는 짧은 기간안의 시계열 데이터를 위한 시차 모델 분포도를 제안했다. 국내에서도 이재하[1]는 우리나라 주요 제조산업을 중심으로 R&D 투입과 R&D의 일차적 성과인 특허(실용신안 포함)간의 시간차를 도출하기 위한 실증적 연구를 통해 평균적으로 4년 정도의 시차가 존재하는 것으로 보고하고 있다.

기존 연구로부터 연구개발 투입과 성과물의 산출 사이에는 시차가 존재함을 알 수 있다. 특히 특허의 등록과 R&D 투입 사이의 시차에 대한 연구 결과들은 많은 연구자들에 의해 이루어져 온 것을 알 수 있다. 그러나 연구개발 성과 평가에서 중요한 요소 중에 하나인 학술 논문의 시간 지연 효과에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 이는 학술지의 수준과 학술 분야에 따라 차이로 인해 일반화시키기 어렵기 때문으로 보인다. 따라서 본 논문은, 장기 국가연구개발 사업인 21세기 프론티어 사업의 데이터를 이용하여 R&D 자원의 투입 시점과 학술 논

문의 출간 시점의 시차를 분석하기 위하여 Almon[2]에 의해 제안된 분포시차 모형을 수정하여 사용하였다.

Almon 모형은 시차 효과가 다항식으로 표현된다는 가정을 기초로 한 분포시차 모형이다. 이모형은 시계열자료에 대한 회귀분석에서 회귀모형에 설명변수의 현재 값뿐만 아니라 시차 값들도 포함되어 있는 분포시차 모형을 제안하고 있다. 일반적인 관측을 통한 시계열 분포시차 모델은 다음과 같다.

$$y_t = \mu + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + u_t, t = 1, 2, \dots, T$$

그러나 Almon의 분포시차모형은 하나의 시계열 데이터에 적용된다. 본 논문에서 사용된 프론티어 사업은 각 연구사업단에 복수의 장기 과제가 있기 때문에 복수의 시계열을 구성하고 있다. 따라서 본 논문에서는 Almon의 단일 시계열 분포시차 모델을 다중 시계열 분포시차 모형으로 수정하여 사용하였다.

제 2장에서는 본 논문에서 분석에 사용된 데이터와 기초적인 분석 내용을 소개하고 제 3장에서는 Almon 모형의 수정 내용, 제 4장에서는 분석 결과를 요약하여 설명한다.

## 2. 데이터 및 기초 분석

### 2.1 분석 데이터

21세기 프론티어 사업은 미래 국가 경쟁력 확보라는 정부의 장기 전략에 따라 시작된 장기적인 국가 R&D 사업이다. 이 사업은 1999년도를 시작으로 2010년까지 이어지고 있다. 1999년도에 두 개의 프론티어 사업단이 시작된 이래 현재 24개의 사업단이 구성되어 운영되고 있다. 2000년도에 3개의 사업단이 창설 되었으며, 2001년에 5개의 사업단, 2002년에 9개의 사업단, 2003년에 4개의 사업단이 그리고 마지막으로 한 사업단이 2004년도에 시작되었다. 이러한 24개의 사업단들은 출범 당시정부의 3개 부처에서 설립하였다. 18개의 사업단은 교육과학기술부, 5개의 사업단은 지식경제부, 1개의 센터가 과거 정보통신부에서 각각 설립하였다. 각 센터에는 연간 약 100억 원 규모의 연구개발비가 투입되며, 이 사업단들의 운영기간은 시작 시점을 기준으로 10년을 목표로 출범하였다. 각 연구 사업단들은 국가에서 임명된 관리자에 의해 운영되고 관리되어진다. 이 관리자들과 연구사업단을 운영하고, 부속 과제를 선별하며, 연구개발팀을 꾸리고, 관리자의 책임하에 자체 평가시스템을 통하여 부속 과제의 연구지원금을 할당한다. 이와 같이 연구기관과 관리자들과 각각의 세부과제들의 성과에 많은 영향을 줄 뿐만 아니라 이

에 대한 책임이 부여되어 있다.

본 논문에서는 위의 24개의 사업단 중 교육과학기술부에 의해 지원되고 있는 16개 사업단의 데이터를 이용하였다. 분석에 사용된 데이터는 각 사업단에서 지원된 세부과제의 연도별 연구개발비와 SCI 학술지 논문 발표 건수, SCI를 제외한 학술지 논문 발표 건수, 특허 출원 건수, 특허 등록 건수 등이다. 16개 사업단의 1,516개의 전체 세부과제들에 대하여 연구책임자, 소속기관, 과제명을 등을 기준으로 연속적으로 지원된 다년 과제들을 정리한 결과가 <표 1>에 요약되어 있다.

<표 1> 사업단별 지원기간과 연속지원 과제의 수

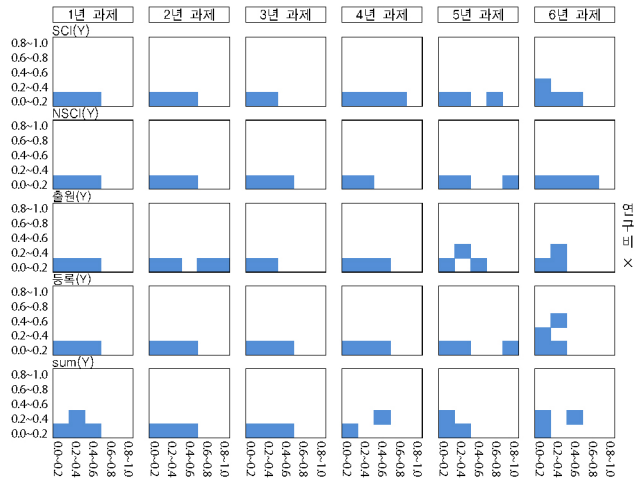
연구 사업단	연구기간(년)						계
	5년 이내	6	7	8	9	10	
RC 1	34	9	<u>11</u>	0	0	0	64
RC 2	53	7	1	<u>5</u>	0	0	66
RC 3	58	6	2	<u>11</u>	0	0	77
RC 4	77	6	<u>16</u>	0	0	0	99
RC 5	99	10	0	<u>19</u>	1	0	129
RC 6	74	<u>9</u>	2	0	3	0	88
RC 7	88	5	0	<u>12</u>	1	1	107
RC 8	87	9	7	6	<u>15</u>	0	124
RC 9	59	4	0	<u>9</u>	0	0	72
RC 10	105	7	<u>5</u>	0	2	4	123
RC 11	103	15	15	2	1	<u>18</u>	154
RC 12	43	2	3	4	1	<u>11</u>	64
RC 13	73	17	1	1	<u>24</u>	0	116
RC 14	39	5	1	1	<u>6</u>	0	52
RC 15	92	7	2	1	0	<u>10</u>	112
RC 16	56	3	3	<u>7</u>	0	0	69
Total	1,145	121	69	78	54	44	1516

시간 지연 효과를 검출해내기 위해서 각 센터별로 분석에 필요한 과제 수를 고려하여 장기간 지원된 과제들을 선별하여 분석에 사용하였다. 센터별로 분석에 사용된 해당 지원기간의 과제 수를 밑줄로 구분하여 표기하였다. 예를 들어서, 사업단 RC1의 경우 7년 동안 지원된 11개의 과제의 연도별 투입 연구비와 연도별 SCI 논문 편수, 비SCI 논문 편수가 분석의 대상이 된다.

## 2.2 기초 분석

R&D 과제의 연구비 투입과 R&D 활동의 결과물 사이에 발생하는 시차현상의 존재 여부를 보기 위한 기초분석으로 연관 분석과 상관 분석을 적용하여 보았다. 우선

해당 년도 R&D 활동의 투입(연구비)과 결과물사이의 연관성을 분석했다. 그림에서 보면 SCI는 SCI 논문 수, NSCI는 비SCI 논문 수, 출원 및 등록은 특허 출원 및 등록을 나타낸다. 예를 들어 첫 해에 투입된 연구 결과물이 나오기 전까지의 한 해 동안의 지출을 의미한다. 다른 해의 투입과 결과물 역시 같은 방식으로 설명된다.



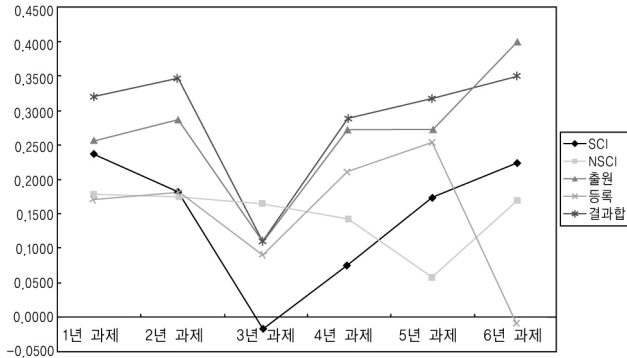
<그림 1> 1년~6년 과제 연관분석 결과

연관 분석 기법 중 널리 쓰이는 Apriori 알고리즘을 통해 <그림 1>과 같은 결과물들을 얻어 냈다. Apriori 기법은 후보 항목 집합을 구성하고, 발생빈도수를 계산하고 난 후에 사용자가 정의한 최소 지지도를 기초로 빈발 항목 집합들을 결정한다.

이 연관 분석을 통해 얻은 결과, 투입과 결과물 사이에 발생하는 시차현상에 대해 뚜렷한 증거를 보여주진 못하고 있다. 하지만 부분적으로 이 연관성을 알 수 있는 결과가 도출되었는데 예를 들면 6년 과제의 R&D 지출이 늘어남에 따라 특허 출원과 등록 수가 증가했다는 것이다. 일부 연관성이 나타남에도 불구하고 전체적으로는 연관분석 결과가 투입과 결과물사이에 발생하는 시차현상을 뚜렷하게 보여준다고 할 수 없다.

앞에서의 연관분석 결과 지원금액과 각 결과물들 간의 시차관계에 대한 뚜렷한 관계를 찾지 못하였다. 따라서 연관분석으로 확인하기 어려웠던 시차 효과를 밝혀내기 위해 또 다른 분석인 상관분석을 사용하였다. 각 각의 두 확률변수(SCI : 연구비, 비SCI : 연구비, 출원 : 연구비 등록 : 연구비, 결과합 : 연구비) 사이의 밀접한 관계의 정도와 방향을 분석하기 위한 상관분석으로서 1년 과제에서 6년 과제까지 연차별로 분석하였다. 연차별 상관분석 결과 상관계수 값이 높게 나타나지는 않았다. 하지만 이 분석은 시차 효과에 관한 관계를 살펴보기 위한 분석이므로 상관계수 값의 크기에 많은 의미를 두지 않

았다. <그림 2>에서 보듯이 SCI의 1년에서 6년까지의 상관계수를 분석해 보면 시차가 발생함에 있어 SCI와 연구비 간 관계 패턴을 알 수 있었다.



<그림 2> 1년~6년 과제 상관 분석 그래프

위 상관분석 결과를 살펴보면 SCI 상관계수가 몇 년간 감소하다가 3년차 후부터 증가하는 것을 발견할 수 있다. 다른 결과물 역시 비SCI를 제외하고 비슷한 양상을 보인다. 상관분석의 전반적인 분석결과 1년에서 3년까지 투입된 투자가 그 이후의 결과물에 영향을 미친다는 것을 설명하고 있다. 다른 관점에서 보면 연구가 시작하고 3년이 지나고 나서야 뚜렷한 연구성과가 나오기 시작함을 의미한다고 할 수 있다. 위 상관분석의 전반적인 상관계수의 수치는 높지 않다. 하지만 시차 효과에 관한 패턴은 확인할 수 있었고 좀 더 정확한 시차 효과 확인을 위해 다음 절에서 분포시차 모형을 이용한 분석을 실시하였다.

### 3. Almon 모형의 수정

일반적인 분포시차 공식은 식 (1)번과 같이 표현될 수 있다.

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + u_t \quad t=1, 2, \dots, T \quad (1)$$

이 식은 기간 t의 종속변수  $Y_t$ 를 독립변수  $X$ 로 이루어진 이 기간의 과거 시계열값들의 1차식으로 나타낸 것이다. 그러나 이모형은 기본적으로 단일 시계열에 대한 표현이다. 본 논문에서 분석하고자 하는 데이터는 복수의 과제들로 이루어져 있기 때문에 복수의 시계열로 이루어져 있다. 복수의 시계열을 이용한 분포시차 모형은 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$Y_{jt} = \alpha + \beta_0 X_{jt} + \beta_1 X_{j,t-1} + \beta_2 X_{j,t-2} + \dots + \beta_k X_{j,t-k} + u_{jt} \quad (2)$$

$Y_{jt}$ 는 시계열  $j$ 의 기간  $t$ 에 대한 종속변수이다. 즉, 세부과제  $j$ 의  $t$ 년도의 SCI 논문편수 또는 비SCI 논문편수를 나타낸다.  $X_{jt}$ 는 시계열  $j$ 의 기간  $t$ 에 대한 독립변수이다. 즉, 세부과제  $j$ 의  $t$ 년도에 투입된 연구개발비를 나타낸다.  $\beta_i$ 는 기간  $t$ 로부터  $i$ 기간 전 시점에 대한 분포시차계수를 의미한다. 즉, 세부 과제들의 분포시차계수 즉 시간 지연효과는 다르지 않다고 가정한다. 이는 특정 사업단의 세부과제들은 동일 학술 분야에 속해 있기 때문에 세부과제들 사이에 지연 효과의 차이는 무시할 수 있다는 점에 근거한다.  $U_{jt}$ 는 독립적으로 동등하게 평균 0이고 분산  $\sigma_u^2$ 인 오차항이다.

이 논문은 Almon의 분포시차 모형에서 제시한 시차계수가 다항식으로 표현될 수 있다는 가정을 받아들인다. 다만 연구개발성과의 경우 시차계수가 3차 이상의 다항식 보다는 2차식으로 표현된다고 보는 것이 자연스럽게기 때문에 식 (3)과 같이 2차식으로 이용한다.

$$\beta_i = a_0 + a_1 i + a_2 i^2 \quad (3)$$

식 (3)을 식 (2)에 대입하면 식 (4)와 같다.

$$\begin{aligned} Y_{jt} &= \alpha + \sum_{i=0}^k (a_0 + a_1 i + a_2 i^2) X_{j,t-i} + u_{jt} \\ &= \alpha + a_0 \sum_{i=0}^k X_{j,t-i} + a_1 \sum_{i=0}^k i X_{j,t-i} + a_2 \sum_{i=0}^k i^2 X_{j,t-i} + u_{jt} \end{aligned} \quad (4)$$

Almon 구조에서 종속변수  $Y$ 가 원래의 독립변수인  $X$ 들이 아닌 만들어진 변수  $Z$ 에 대해 회귀시킴으로써 분포시차 모형을 구하고 있다. 따라서 본 논문에서는 가상의 회귀변수  $Z$ 를 식 (5)와 같이 표현하기로 한다.

$$\begin{aligned} Z_{0jt} &= \sum_{i=1}^k X_{j,t-i} \\ Z_{1jt} &= \sum_{i=0}^k i X_{j,t-i} \\ Z_{2jt} &= \sum_{i=0}^k i^2 X_{j,t-i} \end{aligned} \quad (5)$$

식 (5)를 식 (4)에 대입하면, 다음과 같이 쓸 수 있다.

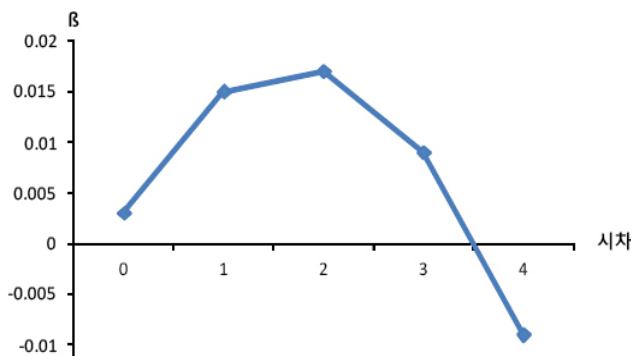
$$Y_{jt} = \alpha + a_0 Z_{0jt} + a_1 Z_{1jt} + a_2 Z_{2jt} + u_{jt} \quad (6)$$

즉 복수의 시계열을 가지는 분포시차 모형인 식 (2)는 식 (6)과 같은 다중 회귀모형이 된다. 이 회귀 모형으로부터 회귀계수  $a$ 가 추정되면 식 (3)으로부터 분포시차계수  $\beta$  들을 추정할 수 있다.

### 4. 분석 결과

<표 1>에서 주어진 16개 사업단별로 두 개의 종속변수 SCI 논문 편수와 비SCI 논문 편수들에 대하여 제 3절에서 설명된 모형을 각각 수행하였다. 예를 들어서 RC13의 경우 9년 동안 지원된 24개 세부과제들의 9년 동안 연구비(독립변수)와 SCI 논문편수(종속변수)를 이용하여 1회, 9년 동안의 연구비와 비SCI 논문편수를 이용하여 1회 등 두 차례의 다중회귀 분석을 SPSS를 이용하여 실시하였다. RC13의 경우 투입된 연구개발비가 SCI 논문 편수에 대해 수정 모형을 실행한 결과 시차길이  $k = 4$ 가 바람직한 것으로 나타났으며 이때  $R^2$ 는 0.247, 분산분석 유의확률은 0.000으로 나타났다. 이 경우의 다항 시차구조는 <그림 3>과 같다. 즉, 시차계수의 분포를 볼 때 RC13의 경우 연구개발비 투입 2년 후의 SCI 논문 편수가 가장 큰 영향을 미치고 있으며 다음으로 1년 후, 3년 후로 나타나고 있다.

본 연구의 목적은 구체적인 시차 모형의 추정 즉 시차계수값 자체에 있는 것이 아니다. 각 센터별로 데이터로부터 시차 기간을 찾아내서 차후 이를 기반으로 한 연구개발 사업의 성과평가 모형을 개발하고자 하는 것이다. 즉 RC13의 경우 SCI 논문과 관련해서는 특정 시점의 연구개발비는 투입 후 2년 후를 중심으로 1년 후~3년 후 사이의 SCI 논문을 성과로 볼 수 있다는 점을 시사한다고 볼 수 있다.



<그림 3> RC 13의 SCI 논문 편수에 대한 다항 시차 구조

<표 2> SCI 논문 발표건수에 대한 시차모형 실행 결과 요약

사업단	RC3	RC4	RC5	RC7	RC11	RC13
K	5	4	4	3	4	4
R 제공	0.269	0.140	0.145	0.124	0.125	0.247
분산분석 유의확률	0.026	0.082	0.003	0.057	0.003	0.000
시간지연 연수	2-4	1-4	3-4	2-3	1-2	1-3

<표 3> 비SCI 논문 발표건수에 대한 시차모형 실행 결과 요약

사업단	RC2	RC5	RC8	RC10	RC12	RC13
K	3	3	5	3	3	3
R 제공	0.352	0.225	0.168	0.637	0.194	0.092
분산분석 유의확률	0.025	0.000	0.015	0.002	0.001	0.004
시간지연 연수	1-2	1-3	0-1	0-1	1-3	0-1

<표 1>의 16개 사업단에 대하여 SCI 논문편수와 비SCI 논문 편수를 각각 독립변수로 하여 3절에서 설명된 모형을 실행한 결과를 <표 2>와 <표 3>에서 요약하고 있다. <표 2>에서 보듯이 16개의 사업단 중 6개의 사업단이 어느 정도 의미 있는 결과를 보여주고 있다. 여기서  $k$ 모형에서 고려한 다항시차구조의 시차길이를 나타내며 이는 적용된 모델에서 다항시차 구조의 최대 시차길이를 말한다. 시차길이  $k$ 는 Almon 모형에서 제안하였듯이 큰 값에서 시작해서 통계적으로 의미 있는 모형이 찾아질 때까지 줄여가면서 실행하였다. 전체적으로  $R^2$ 값들이 낮게 나타나고 있지만 데이터수가 많은 사회적 데이터임을 감안하면 어느 정도 의미 있다고 볼 수 있으며 모형의 유의확률을 기준으로 이용하였다. 사업단 RC3의 경우 95% 유의수준에서 받아들일 수 있는 것으로 나타났으며 시차는 2년 후에서 4년 후 사이이며 3년 후가 가장 관계가 높은 것으로 볼 수 있다.

<표 3>에서는 국내 학술지를 비롯한 비SCI 학술지에 발표한 논문의 편수에 대한 시차 모형 실행 결과를 요약하고 있다. 이 경우에도 사업단은 다르지만 6개의 사업단들에서 어느 정도 의미 있는 결과를 보여주고 있다. SCI 논문의 경우와 마찬가지로  $R^2$ 값들이 낮게 나타나고 있지만 모형의 분산분석에서는 만족할만한 유의확률을 보여주고 있다. 사업단 RC2의 경우 97.5% 유의수준에서 받아들일 수 있는 것으로 나타났으며 시차는 1년 후~2년 후 사이로 나타나고 있다.

예상했던 대로 SCI 논문과 비SCI 논문의 경우 모두에서 사업단별로 시차의 크기가 다르게 나타났으며 이는 사업단별로 연구 분야가 다르기 때문이다. 사업단별로 특정 학문분야의 학술지에 논문을 투고할 것이고 학문분야에 따라 투고 논문의 심사프로세스를 거쳐 게재되는데 소요되는 기간들이 다르게 나타나기 때문에 당연한 결과라 하겠다.

### 5. 결론

국가 연구개발 사업 특히 장기 연구개발 사업의 효과

를 극대화하기 위해서는 연구개발 성과에 대한 적절한 평가 방법이 필요하고 이를 기준으로 한 연구개발 예산의 효율적 배분은 매우 중요하다. 본 논문은 연구개발 사업의 성과 특히 양적 성과물에 기반한 성과 평가시 필요한 시간 지연 효과를 실증적으로 검증해보았다. 연구개발비의 투입시점으로부터 학술논문 등 양적 성과물들의 산출시까지의 시차 효과를 장기 국가 연구개발 사업인 21세기 프론티어사업의 데이터를 이용하여 확인해보고자 했다.

Almon의 분포시차 모형을 복수의 시계열데이터에 적용하도록 수정하여 활용하였으며, SCI 논문과 비SCI 논문에 대해서 6개의 사업단 데이터들로부터 유의한 시차 모형을 찾아냈다. 시차모형을 통해 도출된 시간 지연 효과는 장기 연구개발 사업의 성과 평가모형, 즉, 성과의 시간 지연 효과를 반영하는 DEA(Data Envelopment Model) 모형을 개발하는데 활용될 것이다.

그러나 이 연구에선 몇 가지의 이슈를 남겼다. 유의한 모형이 수립된 사업단들을 제외한 나머지 사업단의 경우 수정된 모델로부터 유의미한 모형을 수립하는데 실패하였다. 다중 시계열을 위한 분포시차 모형을 위해 시계열별 모수를 추가하는 등 이차적인 연구가 필요한 것으로 보인다. 아울러 도출된 시차 효과를 이용한 성과평가 모형의 개발이 가능할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- [1] 이재하; “R&D 투입과 성과간의 시간 지연 분석”, 기술경영경제학회 제11회 하계학술발표회논문집, 160-171, 1997.
- [2] Almon, S.; “The distributed Lag Between Capital Approximation and Expenditures,” *Econometrica*, 33(1) : 178-196, 1965.
- [3] Bhargava, A. and Sargan, J. D.; “Estimating Dynamic Random Effects Models From Panel Data Covering Short Time Periods,” *Econometrica*, 51(6) : 1635-1659, 1983.
- [4] Branch, B.; “R&D activity and profitability : A distributed lag analysis,” *J. of Political Economy*, 82(51) : 999-1011, 1974.
- [5] Bronwyn, H. H., Griliches, Z., and Hausman, J. A.; “Patents and R&D : Is There A Lag,” *International Economic Review*, 27(2) : 265-283, 1986.
- [6] Ernest, H.; “Patent Applications and Subsequent Changes of Performance : Evidence from Time-series Cross-section analysis on The Firm Level,” *Research Policy*, 30(1) : 143-157, 2001.
- [7] Mansfield, E.; “Academic Research and Industrial Innovation,” *Research Policy*, 20(1) : 1-12, 1991.
- [8] Pakes, A. and Griliches, Z.; “Estimating distributed lags in short panels with an application to the specification of depreciation patterns and capital stock constructs,” *Review of Economic Studies*, 51 : 243-262, 1984.
- [9] Sims, C. A.; “Distributed Lags,” in M. D. Intriligator and D. A. Kendrick, eds, *Frontier of Quantitative Economics*, Vol II, North-Holland, 1974.

[1] 이재하; “R&D 투입과 성과간의 시간 지연 분석”, 기술