

## 논문 23

# 일반화선형모형을 이용한 기업 인적자원 관련 활동과 기업 특허활동수준의 관계 연구

한지연\* · 최윤정\*\*

## 1. 서론

오늘날의 세계 경제는 인재(brain power)를 기본으로 하는 지식 경쟁 사회라고 할 수 있다. 따라서 세계 일류 기업들은 우수한 인적 자원을 확보하기 위해 보이지 않는 전쟁을 치르고 있고, 인재의 정의가 과거와는 달리 확연히 진화했다. 토지와 천연 자원, 자본 등이 핵심 자원이었던 과거 경제사회에서 21세기 지식기반 글로벌 경제사회로 전환하면서 기업과 사회의 요구가 달라졌기 때문이다. 오늘날의 인재는 교육과 경험을 통해 후천적으로 육성 가능한 인적 자원이라고 말할 수 있겠다.

다시 말해 인재는 ‘미래에 맞닥뜨릴 복잡한 문제에 대해 새로운 해결책을 도출할 수 있는 능력을 가진 사람’이다. 창조적이고 변화에 유연한 동시에 치열한 경쟁 사회에서 살아남을 수 있을 만큼 영리해야 한다는 조건도 첨가된다.

삼성경제연구소 김은환 수석 연구원(42)은 “최근에는 탁월한 인재 자체를 뽑는 것 이외에도 평범한 사람을 데려다 인재로 키우는 것이야말로 인적자원관리를 진짜 잘하는 기업이라는 인식이 퍼지고 있다”며 “국내 기업들도 소위 아이비 리그 출신들을 무작정 선호하던 표준화된 모범 인재 선발에서 벗어나는 과도기 단계에 있다”고 설명했다. 그는 또 “최근 미 경제주간지 이코노미스트가 인재로부터 야기되는 각종 기술 특허와 비즈니스 노하우 등 ‘만질 수 없는’ 기업의 자산이 미국 S&P 500기업 가치의 70%를 차지한다고 밝혔다”며 “어떤 인재를 원하며 이들을 어떻게 키울 것인가에 대한 고민은 우리 사회가 더 이상 미룰 수 없는 핵심 화두”라고 강조했다(한국경제 2006).

조직의 혁신과 경쟁력은 보유한 인력과 브랜드 가치 등 무형적인 가치로부터 창출된다.

\* 숙명여자대학교 통계학과 석사과정

\*\* 숙명여자대학교 통계학과 석사과정

이러한 무형적 가치 중에서 ‘지식’이라는 생산요소는 수확체증의 법칙의 적용을 받고 긍정적인 외부 효과가 크기 때문에 많이 가지면 가질수록, 지식에 대한 접근 가능성이 높으면 높을수록 더욱 가치 있는 지식의 창출과 그 활용이 용이해진다 (현대경제연구원, 2000).

Lev(2001)은 혁신의 성과는 혁신 프로세스에 의해 도출되는 신제품, 신규 서비스, 프로세스 등이며, 연구개발과 직원들에 대한 훈련 등에 대한 투자로 얻어지는 결과물이라고 정의하였다. 특히, 특허는 혁신 프로세스에서 투입물(연구개발)과 산출물(시장가치) 모두와 관계가 있으므로, 혁신성과의 의미 있는 중간가치 척도로써의 의미를 갖는다고 언급하였다. 이렇게 혁신은 주로 인적자본 등 무형자산에 투자함으로써 나타나며, 연구개발과 인력에 대한 교육훈련 등에 투자함으로써 조직은 특허에 의한 이익이 창출되거나 상업적으로 성공을 거두게 된다고 하였다.

따라서 지식의 축적을 가능하게 하는 인적자본 투자의 중요성이 점점 부각되고 있으며, 기업은 이에 대한 노력이 필요하다. 지적자본의 증대를 위해선 인적자본에 대한 체계적인 관리가 요구되며 조직의 혁신성과는 인적자본으로부터 창출된다고 할 수 있다. 이러한 경영환경 속에서 현재 기업들은 우수한 인적자원을 어떻게 채용하고 양성하며 효율적으로 관리할 것인가의 문제에 당면하고 있으며 특히 경제 환경이 세계화되고 경쟁이 더욱 치열해짐에 따라, 우수한 인적자원 확보는 기업의 시급한 과제가 되고 있다 (송창용 외, 2006a).

현 경쟁 사회에서는 인적자본을 통해 다른 경쟁기업들이 모방하거나 대신할 수 없는 유일하거나 희소가치가 있는 경쟁우위에 서야 한다. 그러기 위해서는 인적자본의 질적 향상을 위한 투자와 활동은 불가피해진다. 즉, 인적자본은 조직의 혁신을 실현하는 원천이라고 할 수 있다. 그리고 인적자본의 ‘지식’은 기업의 혁신성과를 이뤄내며 본 연구에서는 이 성과를 특허건수로 측정하였다.

우수한 인적자원 확보를 위한 활동은 정부기관, 기업, 교육기관을 가리지 않고 모든 지적가치를 창출하는 곳에서 활발하게 이뤄지고 있으며, 정부차원의 대표적인 인적자원 관리활동은 교육과학기술부에서 실시중인 BK21사업을 들 수 있다. 이는 세계적 수준의 대학원 육성과 우수한 연구인력 양성을 위해 석·박사과정생 및 신진연구인력(박사후 연구원 및 계약교수)을 집중적으로 지원하는 고등교육 인력양성 사업으로 현재 2단계(2006~2012) 사업이 진행 중에 있다.

2단계 사업은 1단계 사업의 SCI급 논문 일변도의 평가체계를 벗어나 특허, 산업체연구,

기술이전 등 연구 활동과 관련된 다른 평가지표를 많이 개발하고 분야별 평가 잣대도 특성에 맞춰 달리했다. 결과적으로 현재까지 특허실적의 경우, 투자된 국고지원금 10억원 당 2차년(07.03.01~08.02.28)도 국내특허(12.7건) 및 국제특허(1.6건) 등록실적은 1단계 BK21사업기간(1999~2005)의 평균 특허등록 건수(국내특허 2.6건, 국제특허 1.3건)와 비교할 때, 특히 국내특허 실적이 4배 이상 크게 증가하였다(교과부, 2단계 BK21사업 중간결과 보고서).

기업에서의 인적자원 활동은 기업이 지식근로자를 어떻게 확보하고 양성할 것인가의 문제이며, 지식근로자를 양성 및 확보를 위한 인적자원 활동은 지식경제 시대에 살아남기 위한 기업의 핵심적인 과제가 된다. 또한 기업은 이들이 가지고 있는 능력을 발휘할 수 있는 환경도 조성해야 할 것이다.

혁신성과, 즉 지적가치가 기업가치 창출에 있어 높은 비중을 차지하고 있다는 사실은 근래 들어와 부각되었기 때문에 혁신성과와 인적자원과의 관계에 대한 실증연구는 많이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 혁신성과에 영향을 미치는 인적자원 관련활동의 특성을 기존 이론과 종합적으로 비교·검토한 후 핵심요인들을 추출하고, 실증연구에 적용해보기로 한다. 그 결과를 통해 기업들이 어떠한 인적자원 관련 활동에 더 투자하면 더 높은 기업의 혁신성과를 창출할 수 있을지에 대해 알아보려고 한다.

## 2. 연구방법

### 가. 분석자료 및 변수선정

인적자본 기업패널(Human capital corporate panel : HCCP) 조사는 우리나라에서 사업 활동을 하고 있는 모든 기업체를 모집단으로 하고 있다. 특히 한국신용평가정보(주)의 「KIS 기업 Data(2005)」 기업개요정보에 속한 기업체를 조사 모집단으로 하고 그 중 산업별, 규모별, 기업형태(상장, 코스닥, 등록 등)별로 기업을 추출(추출률 23.7%)하였다. 또한 HCCP조사는 크게 기업 전반에 대한 조사(본사용)와 기업 구성원에 대한 조사(근로자용)로 구성되어 있다. 본 연구에서 사용할 3차(2009) 연도 본사용 조사의 주요 내용은 경영일반, 인력현황, 인적자원개발(HRD), 연구개발(R&D), 인적자원관리(HRM)이다. 즉, 기업이 지닌 인적자원의 파악, 기업이 인적자원개발에 투여하는 노력, 기업 내 근로자의 인적자원개발 현황 등을 알 수 있으며, 이것들이 기업의 성과에 미치는 영향에 대한 분석, 종단분석, 기

업과 근로자 연계 분석 등의 자료로 활용할 수 있다.

한신평 DB 기업리스트에 의한 조사 모집단의 기업체 수는 4,109개이며 최종적으로 3차(2009) 연도 표본수는 473개로 한국표준산업분류(9차 개정)에 의한 산업분류(제조업/금융업/비금융업)와 기업의 규모(100~299인, 300~999인, 1,000~1,999인, 2,000인 이상)를 고려하여 조사되었다. 또한 1차(2005) 연도부터 3차(2009) 연도까지 패널 기업으로 유지된 기업은 총 310개이다.

기업 인적자원 관련 활동과 기업 특허활동수준의 관계 연구 분석에서는 한국직업능력개발원의 「인적자본기업패널」(HCCP)의 1차(2005), 2차(2007) 및 3차(2009) 연도 자료와 특허청의 특허, 실용신안, 의장(디자인)등록 건수(2008)에 관한 자료가 사용되었다. 본 연구에서는 3차 연도에 입각하여 분석을 하였고 1~3차 패널 유지·조사된 310개의 기업(기업조사)을 대상으로 분석하였다.<sup>1)</sup>

본 연구에 사용된 변수들을 살펴보면 다음과 같다. 반응변수로는 특허등록건수(2008)를 사용하였다. 설명변수로는 산업분류, 기업규모, HR관련조직 유무, HR관련계획 수립 여부, HR교육훈련비, 인사정보시스템 운용 여부, 직무분석 실시 여부, 직급관련 제도 실시 여부, 평가관련 제도 실시 여부, 연봉제 실시 여부, 성과급제도 실시 여부, 노사조직 유무를 사용하였다. 이 중 연속형 변수인 HR교육훈련비를 제외하고는 모두 이산형이므로 더미변수를 사용하였다. 변수에 대한 자세한 설명은 다음의 <표 1>과 같고 각 변수들에 대한 기초통계량은 <표 2>와 같다.

앞서 언급했듯이 혁신성장에 영향을 미치는 인적자본의 특성을 기존연구에서 제시된 인적자본에 대한 측정지표들을 종합적으로 검토한 후 핵심요인들을 추출하고, 실증연구에 적용해보기로 하였다. 그러나 기술혁신을 무엇으로 측정할 것인가는 쉽지 않은 주제로 보고되고 있고 (Souitaris, 2002; Menxes-Filho&van Reenen 2003) 각 지표가 각각 장단점이 있기 때문에 가능하면 다양한 혁신지표를 함께 사용하는 것을 권장하고 있다. (김동배·김주섭·이인재, 2008) 본 연구의 반응변수는 혁신 활동 산출을 대리하는 특허 건수를 사용하도록 하며 특허청 데이터의 2008년도 자료 중 등록 건수에 해당하는 특허등록 건수<sup>2)</sup>, 실용신안 등록 건수<sup>3)</sup>, 의장(디자인)<sup>4)</sup>등록 건수를 사용하기로 한다.

1) <표 3참조>

2) 자연법칙을 이용하여 창작한 새롭고 수준 높은 발명으로서, 특허를 받으면 타인이 부당하게 사용하거나 침해하지 못하도록 법으로 보호해 주는 독점적인 권리를 가진다(유재복, 2004).

3) 특허보다 수준이 낮은 개량발명으로서, 자연법칙을 이용하여 창작한 새로운 발명 중에서 특허의 수준까지는 되지 못하는 작은 발명에 대해서 주어지는 권리이다(유재복, 2004).

4) 물품의 외관에 나타난 형상이나 모양, 색채 또는 이들의 결합을 통해 육안으로 보아 아름답다고 느낄 수

분석에서 사용한 설명변수들 중 산업분류와 기업규모를 제외한 나머지 변수들은 McLagan (1989)이 제시한 인적자원 바퀴(HR Wheel)모델을 토대로 설정하였다. 인적자원 바퀴모델의 구성 요소는 크게 인적자원개발(HRD: Human Resource Development)과 인적자원관리(HRM; Human Resource Management)에 관련된 요소로 나눌 수 있고 총 10개의 영역으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 HRD에 속하는 요소 중 개인개발<sup>5)</sup> HRM에 속하는 요소 중 노조 근로자 관계<sup>6)</sup>, 보상 및 장려<sup>7)</sup>, 인적자원 정보체계<sup>8)</sup>, 인적자원계획<sup>9)</sup>, 직무설계<sup>10)</sup>에 대한 변수들을 고려하였다. 각 변수에 대응되는 구체적인 설문 내용은 다음 <표 4>와 같다.

<표 1> 반응변수와 설명변수의 정의 및 측정방법

변수	변수라벨	정의 및 측정방법
특허등록건수	REGISTER_08	2008년 특허, 실용신안, 의장(디자인)등록 건수의 합계
산업분류	C3_IND1	제조업 : 1, 금융업 : 2, 비금융업 : 3
기업규모 (근로자수 기준)	C3_SCALE	299인이하 : 1, 300~999인 : 2, 1000~1999인 : 3, 2000인 이상 : 4
HR 관련조직 유무	C301_ORG	교육훈련 전담조직 또는 HR업무 전담조직 유무 - 있음 : 1, 없음 : 2
HR 관련계획 수립 여부	C301_PLAN	‘교육훈련 계획 수립’ 또는 ‘인력계획 수립’ 여부 - 수립함 : 1, 수립안함 : 2
HR 교육훈련비	C302_1_COST	근로자 1인당 평균교육훈련비(2008년 기준 - 백만원/명) = 교육훈련비 총액 / 전체 근로자수
인사정보시스템 운용 여부	C3E01_06	인사정보시스템 (e-HR) 운용 여부 - 운용함 : 1, 운용안함 : 2
직무분석 실시 여부	C3E01_07	직무분석 실시 여부 - 실시함 : 1, 실시안함 : 2
직급관련 제도 실시 여부	C3E02_02_S	‘직급단순화’ 또는 ‘직급폐지’ 또는 ‘직급과 직책의 분리’ 실시 여부 - 실시함 : 1, 실시안함 : 2

<표 계속>

있는 디자인으로써 산업상 이용할 수 있는 정도라고 인정받은 경우에 주어진다(유재복, 2004).

- 5) 개인의 현재 또는 미래 직무와 관련된 능력개발지원, 평가, 인증 (이영섭, 박주완, 2008)
- 6) 노조/조직 간의 효과적 관계 유지를 위한 활동 (이영섭, 박주완, 2008)
- 7) 업적에 대한 보상 및 이를 장려하기 위한 활동 (이영섭, 박주완, 2008)
- 8) 인사정보의 저장, 활동과 관련된 활동 (이영섭, 박주완, 2008)
- 9) 조직 내 주요 인적자원의 요구, 전략, 철학 등 (이영섭, 박주완, 2008)
- 10) 개인 직무 및 조직요소 통합 및 조직화 위한 작업 정의 및 기술 (이영섭, 박주완, 2008)

변수	변수라벨	정의 및 측정방법
평가관련 제도 실시 여부	C3E03_01_S	‘균형평가표’, ‘목표에 의한 관리’, ‘기타실적평가’, ‘역량평가’, ‘리더십평가’, ‘다면평가’ 실시 여부 - 실시함: 1, 실시안함: 2
연봉제 실시 여부	C3E04_01_03	연봉제 실시 여부 - 실시함: 1, 실시안함: 2
성과급제도 실시 여부	C3E04_03_S	‘개인성과급’, ‘팀성과급’, ‘사업부성과급’, ‘전사성과급’ 실시 여부 - 실시함: 1, 실시안함: 2
노사조직 유무	C3E06_02	근로자 대표 조직 유무 - 있음: 1, 없음: 2

〈표 2〉 반응변수와 설명변수의 기초통계량

변수	N	MEAN	S.D.	MIN	MAX
특허등록건수	310	21.54	149.10	0.00	1788.00
산업분류	310	1.45	0.78	1.00	3.00
기업규모	310	1.88	0.99	1.00	4.00
HR 관련조직	310	1.22	0.41	1.00	2.00
HR 관련계획	310	1.10	0.30	1.00	2.00
HR 교육훈련비	298 <sup>1)</sup>	0.48	0.80	0.00	7.34
인사정보시스템 운용	310	1.33	0.47	1.00	2.00
직무분석 실시	310	1.52	0.50	1.00	2.00
직급관련 제도 실시	310	1.43	0.50	1.00	2.00
평가관련 제도 실시	310	1.13	0.34	1.00	2.00
연봉제 실시	310	1.19	0.39	1.00	2.00
성과급제도 실시	310	1.16	0.37	1.00	2.00
노사조직	310	1.11	0.31	1.00	2.00

〈표 3〉 1차~3차 연도 패널유지 기업 현황

기업규모 (근로자수)	299인 이하	300~999인	1,000~1,999인	2,000인 이상	합계
제조업	103	85	14	23	225
금융업	1	11	6	8	26
비금융업	30	20	3	6	59
합계	134	116	23	37	310

1) 총 310개 기업 중 ‘교육훈련비 총액’ 변수가 결측값(-9)인 기업 12개 제외.+

〈표 4〉 HR 관련 변수선택 및 분류

인적자원 바퀴 모델 영역	설문문항
개인개발	교육훈련 전담조직 유무
노조 근로자 관계	노사 조직 여부
보상 및 장려	성과급제도(개인, 팀)실시 현황, 연봉제 여부
인적자원 정보체계	교육훈련비, 인사정보시스템여부(e-HR), 평가 관련제도
인적자원 계획	HR업무 전담조직, 인력계획 수립 유무, 교육훈련 계획수립
직무설계	직급관련 제도 유무 (직급단순화, 직급폐지, 직급과 직책의 분리, 직무분석 실시 여부)
기타	기업규모, 산업분류

### 나. 분석모형

본 연구는 지적자본의 증대를 위해 인적자본에 대한 체계적인 관리가 선결조건이고 조직의 혁신성과는 인적자본으로부터 창출된다는 것을 가정하며, 조직의 혁신성과를 촉진할 수 있는 인적자본의 핵심요인을 규명하는 것이 목적이다.

따라서 「인적자본기업패널」(Human Capital Corporate Panel Survey : HCCP) 3차 자료에서 기업 인적자원 관련 활동이 기업의 혁신성장, 즉 특허등록건수에 미치는 파급효과를 분석해보기로 한다. 또한 산업마다 기업혁신 성장에 미치는 영향이 다를 것으로 예상되므로 산업분류 변수를 통해 제조업과 금융업, 그리고 비금융업으로 구분하여 산업군별 효과를 비교하고, 기업규모변수기업의 규모가 클수록 기업 혁신 성장에 큰 영향을 줄 것으로 예상되므로 기업규모 변수를 통해 기업규모별 효과를 비교해 보도록 한다.

여기서 반응변수로 사용한 특허등록건수는 음이 아닌 정수값을 가지고 설명변수는 연속형 변수와 이산형인 범주형변수로 구성되어 있으므로 분석에서 포아송 로그선형모형과 음이항 회귀모형을 사용하도록 한다. 또한 우리가 일반적으로 흔히 사용하는 OLS(Ordinary Least Squares) 방법을 통한 단순선형회귀모형도 적합시켜 보도록 한다. 이때 선형회귀모형에서는 반응변수가 연속형이며  $-\infty \sim \infty$  값을 가질 수 있는데 반해 우리가 분석할 자료의 특성상 반응변수가 가질 수 있는 값이 음이 아닌 정수이기 때문에 가정에 위배되어 잘 적합되지 않을 것으로 예상할 수 있다. 자료 분석 도구로 SAS 9.1 을 이용하였으며 “PROC GENMODE”를 사용하였다. 이와 관련된 통계모형의 이론적 배경은 다음의 ‘다.’에서 자세히 알아보도록 한다.

## 다. 통계모형의 이론적 배경

### 1) 일반화선형모형

본 연구의 모형 설정에 분석도구로 사용되어지는 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석을 소개하기 전에 일반화선형모형(Generalized Linear Model : GLM)에 대하여 간략하게 소개하기로 한다. 일반화선형모형은 연속형 반응변수에 대한 보통의 회귀모형과 분산분석모형 뿐만 아니라 범주형 반응변수에 대한 모형들을 포함하는 광범위한 모형의 집합이다.

모든 일반화선형모형들은 랜덤성분, 체계적 성분, 연결함수 이렇게 세 개의 성분을 갖고 있다. 랜덤성분(random component)은 반응변수  $Y$ 를 정의하며  $Y$ 에 대한 확률분포를 가정한다. 표본의 크기가  $n$ 일 때, 반응변수  $Y_1, \dots, Y_n$  이 서로 독립이라고 간주하고  $Y$ 에 대한 확률분포를 가정한다. 본 연구에서  $Y$ 는 음이 아닌 정수 값을 가지므로  $Y$ 의 분포를 포아송 분포나 음이항 분포로 가정하기로 한다.

체계적 성분(systematic component)은 모형에서 예측변수로 사용되는 설명변수를 명시하며  $Y$ 의 평균  $E(Y) = \mu$  값을 설명하기 위한 설명변수의 함수이다. 여기서

$$\alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

와 같은 설명변수의 선형결합을 선형예측식(linear predictor)이라고 한다.

연결함수(link function)는 랜덤성분의  $E(Y) = \mu$  즉, 기댓값(평균)과 체계적 성분 간의 함수적 관계를 묘사하며 기호로  $g(\cdot)$ 와 같이 나타낸다.  $g(\cdot)$ 는  $\mu$ 와 다음과 같이 표현된 체계적 성분을 연결하는 역할을 한다.

$$g(\mu) = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

연결함수로는 항등함수(identity link), 로그함수(log link), 로짓함수(logit link) 등이 있다. 항등함수는 연속형 반응변수에 대한 보통의 회귀모형에서 사용되며 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$g(\mu) = \mu$$

$$\mu = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

로그 연결함수를 사용하는 일반화선형모형을 로그선형모형(log linear model)이라고 부르며 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$g(\mu) = \log(\mu)$$

$$\log(\mu) = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

즉, 일반화선형모형은 평균의 함수식과 설명변수 간의 관계를 선형형태의 예측식을 통하여 정의한다.

우리가 어떤 GLM모형을 가정하였을 경우 그 가정이 성립하는지 여부를 두 종류의 검정통계량 Pearson chi-squared statistic와 Likelihood-ratio chi-squared statistic를 통해서 판단할 수 있다. 이때 검정할 가정은 다음과 같다.

$H_0$ : 가정한 모형이 적합하다.

$H_1$ : 가정한 모형이 적합하지 않는다.

우선 피어슨 카이제곱통계량 (Pearson chi-squared statistic)은 다음과 같다.

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\hat{\mu}_i} \sim \chi_{df}^2, \quad df = \text{관측값의 수} - \text{모형에 포함된 모수의 수}$$

$X^2$ 값이  $\chi_{df}^2$ 보다 크면 귀무가설을 기각하는데,  $y_i$ 와  $\hat{\mu}_i$ 가 차이가 커지면  $X^2$ 가 커져서 결과적으로  $H_0$ 를 기각하게 된다. 이를 통해 우리가 가정한 모형이 적합하지 않다고 말할 수 있다. 다음으로 가능도비 통계량(likelihood-ratio chi-squared statistic)은 다음과 같다.

$$G^2 = 2 \sum_{i=1}^n y_i \log\left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i}\right) \sim \chi_{df}^2, \quad df = \text{관측값의 수} - \text{모형에 포함된 모수}$$

$G^2$ 값이  $\chi_{df}^2$ 보다 크면 을  $H_0$ 기각하며 우리가 가정한 모형이 적합하지 않다고 말할 수 있다. 만약, 주어진 data에 적용할 수 있는 다양한 모형들이 존재한다면 그 중에서 자료를 가장 잘 설명할 수 있는 모형을 선택해야 한다. 즉, 다양한 기준들로 모형들을 비교·분석해 보아

야 한다. 본 연구에서는 AIC(Akaike Information Criterion)를 통해 가장 적합한 모형을 찾아보도록 한다.

선택하는 데 사용할 수 있는 기준 중 가장 잘 알려진 AIC을 통해 모형들을 비교할 수 있다. AIC가 작을수록 모형이 주어진 data를 잘 설명하고 있다고 판단할 수 있다. 이때 가능도가 클수록 AIC는 작아지는데 모수가 많을수록 가능도가 커지는 특성이 있기 때문에 모수의 수가 많아질수록 AIC가 커지게 하여 penalty를 준다. AIC는 다음과 같은 식을 통해 구할 수 있다.

$$AIC = -2\log L + 2P = -2(\text{로그 가능도}) + 2(\text{모형의 모수의 수})$$

## 2) 포아송 로그선형모형과 음이항 회귀모형

본 연구에서 모형 설정에 분석도구로 사용되어지는 포아송 로그선형모형과 음이항 회귀모형을 간략하게 정의하고자 한다. 우선 <표 5>는 회귀모형, 포아송 로그 선형모형, 음이항 회귀모형의 차이점을 보여준다.

<표 5> 일반화선형모형 중 본 연구에 사용된 모형 비교

모형의 종류	Linear Model	Poisson Log Linear Model	Negative Binomial Model
설명변수	Categorical or Continuous	Categorical or Continuous	Categorical or Continuous
반응변수	Continuous (Normal distribution)	Discrete (Poisson distribution)	Discrete (Negative Binomial distribution)
연결함수 (link function)	Identity	Log	Log
모수 추정방법	Ordinary least squares	Maximum likelihood	Maximum likelihood

반응변수가 교통사고의 수, 고장 수와 같이 도수(count)로 이루어진 경우에는 음이 아닌 정수 값을 갖는다. 이 경우 가능한 확률모형으로는 포아송, 기하, 음이항 등이 있다.

우선 포아송 로그 선형모형(Poisson log linear model)을 살펴보도록 한다. 일반화선형모형에서 랜덤성분에 대해 포아송 분포(Poisson distribution)를 가정하는 경우이다. 포아송 분포를 일반적인 형태로 나타내면 다음과 같다.

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\mu) \quad , \quad P(y_i) = \frac{e^{-\mu} \mu^{y_i}}{y_i!}$$

포아송 분포에서는  $\mu > 0$ 인 하나의 모수를 가지고, 다음의 식과 같이 평균과 분산이 같다는 가정을 한다.

$$E(Y) = \text{Var}(Y) = \mu$$

연결함수는 위에서 언급하였듯이 로그연결함수를 사용하며, 설명변수가 한 개인 경우 이를 이용해서 평균을 나타내면 다음의 식과 같다. 이는  $x$ (설명변수)가 한 단위 증가할 때 평균은  $e^\beta$ 배 만큼 증가하는 것을 의미한다. 이때 모수추정은 최대가능도법(Maximum Likelihood Estimation)<sup>12)</sup>을 이용한다.

$$\log(\mu) = \alpha + \beta x$$

$$\mu = \exp(\alpha + \beta x) = e^\alpha e^{\beta x}$$

만약 관측된 자료에서  $Y$ 의 분산이 평균보다 큰 경우 포아송 분포의 분산과 평균이 같다는 가정을 위배하므로 포아송 로그선형모형을 적합시키는 것은 바람직하지 못하다. 이렇게 모형의 랜덤성분에 의해 예측되는 분산보다 더 큰 분산을 갖는 현상을 과대산포(overdispersion)라고 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 dispersion parameter( $\phi$ )를 추정하여 좀 더 현실적인 모형을 구축하거나, 포아송 로그 선형모형 대신 음이항 회귀모형(negative binomial distribution)을 사용하는 것이 바람직해 보인다.

그렇다면 과대산포문제가 발생했을 때, dispersion parameter( $\phi$ )를 추정하는 방법에 대해 알아보자. 우선 모형적합도 검정기준인 Deviance를 이용한다면, Deviance/df로 추정하며, Pearson 통계량을 기준으로 할 때에는 Pearson chi-square statistic/df로 추정한다. 즉,  $\phi > 1$ 일 때  $\phi$ 를 추정하여  $\text{Var}(Y) = \phi\mu$ 으로 조정, 즉 평균( $E(Y) = \mu$ )보다 분산이 크도록 조정한다. 이때 추정한 계수( $\beta$ )는 조정 전과 동일하다. 또 다른 방법인 음이항 회귀모형을 살펴보자. 음이항 회귀모형 또한 반응변수  $Y$ 가 음수가 아닌 정수 값을 취한다. 하지만 포아송 로그선

12) 보통  $k$ 가 고정되어 있을 때 음이항 회귀 모형에서 ML추정방법으로 모수  $\beta$ 를 추정하는데 iterative reweighted least squares algorithm을 적용하여 추정한다. 만약  $k$ 를 모를 경우 ML추정방법은 Newton-Raphson routine을 이용하여  $k$ 를 추정할 수 있다. 이외에도 다른 접근 방법이 존재한다.

형모형에서는 랜덤성분에 대해 포아송 분포(Poisson distribution)를 가정하였던 것과는 다르게 음이항 회귀모형에서는 랜덤성분에 대해 음이항 분포(negative binomial distribution)을 가정한다. 랜덤성분이 평균  $\lambda$ 인 포아송 분포를 따른다고 가정한다고 할 때,  $\lambda$ 는 고정된 값이 아니라 모수  $k, \mu$  를 가지는 감마함수  $G(k, \mu)$  를 따르게 된다. 이때 Marginal(비조건부) 분포를 구하면 확률변수  $Y$ 는 다음의 식과 같이 음이항 분포를 따르게 된다.

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i), \quad \lambda_i \sim G(k, \mu)$$

$$P(y_i; k, \mu) = \frac{\Gamma(y+k)}{\Gamma(k)\Gamma(y+1)} \left(\frac{k}{\mu+k}\right)^k \left(1 - \frac{k}{\mu+k}\right)^y$$

평균과 분산이 같은 포아송 분포와는 다르게 음이항 분포는 분산이 평균보다 큰 값을 가질 수 있으며 평균과 분산의 식은 다음과 같다.

$$E(Y) = \mu, \quad \text{Var}(Y) = \mu + \mu^2/k$$

여기서,  $k^{-1}$ 도 산포모수(dispersion parameter)라고 부르며 음이 아닌 값을 갖게 된다. 만약  $k^{-1} \rightarrow 0$  이고 감마함수의 분산  $\text{Var}(\lambda) \rightarrow 0$ 이라면  $Y$ 는 평균이  $\mu$ 인 포아송분포로 수렴한다. 즉,  $k^{-1}$ 이 0 에 가까우면 포아송 로그선형모형을 적합시키고,  $k^{-1}$ 가 0에 가깝지 않은 값을 갖는다면 음이항 회귀를 적합시키는 것이 바람직해 보인다.

연결함수는 보편적으로 포아송 로그선형모형과 마찬가지로 로그연결함수를 사용하며 경우에 따라서 항등연결함수를 사용하기도 한다. 이때 모수추정은 최대가능도법(Maximum Likelihood Estimation)을 이용한다. 일반적으로 모든 예측값들에 대해서 산포 모수  $k^{-1}$ 가 일정하다고 가정한다.

### 3. 연구결과

#### 가. 회귀분석 결과

<표 6> HR 관련 활동이 특허활동수준에 미치는 효과추정: 회귀분석

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	27.5609	51.4361	0.54	0.5925
산업분류	-11.37	8.34008	-1.36	0.1739
기업규모 (근로자수 기준)	22.6119	7.20516	3.14	0.0019
HR 관련조직	-1.1092	16.8505	-0.07	0.9476
HR 관련계획	14.1783	23.8807	0.59	0.5532
HR 교육훈련비	-0.4548	8.26438	-0.06	0.9562
인사정보시스템 운용	0.84884	14.1764	0.06	0.9523
직무분석 실시	-13.673	13.0113	-1.05	0.2942
직급관련 제도 실시	-13.803	13.1307	-1.05	0.294
평가관련 제도 실시	6.96675	21.1388	0.33	0.742
연봉제 실시	-7.0175	16.5539	-0.42	0.6719
성과급제도 실시	-13.566	18.253	-0.74	0.458
노사조직	2.7874	20.7973	0.13	0.8935
F Value	1.38			0.173
R-Square	0.055			
Adj R-Sq	0.0152			

최종적인 선형회귀분석 결과가 위의 <표 6>에 있다. <표 6>의 결과를 이용하여 구한 최종적인 선형회귀모형은 다음과 같다.

$$\hat{Y} = 27.5609 - 11.37\text{산업분류} + 22.6119\text{기업규모}$$

여기에서  $\hat{Y}$ 는 반응변수인 특허등록건수( $Y$ )가 정규 분포를 따른다고 가정했을 때의 모형을 통한 특허등록건수의 예측값이다. 위의 <표 6>에서 추정된 각  $\beta$ 들은 다른 설명변수들이 고정된 상태에서 어떤 한 설명변수의 값이 한 단위 증가할 때  $\hat{Y}$ 이  $\beta$ 만큼 증가하는 것을 의미한다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 우선 선형회귀모형 적합에 관한 통계치 F값은 1.38이고 유의수준 0.2하에서 유의하다는 결과가 나와 이 자료가 회귀모형에 적합하다고 할 수 있

다. 다음으로 수정된 결정계수(Adj R-Sq) 값은 0.0152로 주어진 설명변수들이 반응변수를 설명하는 데 기여하는 정도가 1.52%정도한다는 의미로, 선형회귀모형적합 결과에 큰 의미가 크게 없을 것으로 보인다. 하지만 모형의 적합성은 유의수준 0.2 하에서 통계적으로 유의하므로, 설명변수에 대한 추정결과를 살펴보도록 하겠다.

우선 유의수준 0.2하에서 유의한 회귀계수는 산업분류와 기업규모에 관한 추정치이다. 산업분류에 관한 회귀계수 추정치는 -11.37로 다른 변수가 고정되어있을 때 제조업에서 금융업, 금융업에서 비금융업으로 갈수록 특허등록건수는 11.37씩 줄어들게 된다. 즉 제조업, 금융업, 비금융업 순으로 특허등록건수가 많다는 것을 알 수 있다.

또한 기업규모에 관한 회귀계수 추정치는 22.6119로 다른 변수가 고정되어 있을 때, 기업규모가 클수록 (근로자수가 많을수록) 특허등록건수는 늘어나게 된다. ‘299인 이하’에서 ‘300~999인’, ‘300~999인’에서 ‘1,000~1,999인’, ‘1,000~1,999인’에서 ‘2,000인 이상’으로 갈수록 특허등록건수는 22.6119씩 늘어나게 된다. 즉 기업규모와 특허등록건수는 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다.

앞서 보았던 산업분류 회귀계수 추정치의 p값은 0.2에 가깝기 때문에 유의하다고 하기엔 무리가 있으나, 기업규모 회귀계수 추정치의 p값은 0에 가깝기 때문에 통계적으로 매우 유의하다고 할 수 있다. 결론적으로 이 선형회귀모형의 적합성은 기업규모 변수 때문에 유의한 결과가 나온 것으로 보인다. 하지만 특허등록건수가 연속형( $-\infty \sim \infty$ )이 아니라는 것과 정규성을 만족한다는 가정은 무리가 있는 것으로 보이기 때문에 다음의 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석을 통해 적합한 모형을 찾아보도록 한다.

#### 나. 포아송 회귀분석 결과

<표 7> HR 관련 활동이 특허활동수준에 미치는 효과추정: 포아송

Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Exp( $\beta$ )	Chi-Square	Pr>ChiSq
Intercept		1	-5.0587	0.2285	.	490.09	<.0001
산업분류1	1	1	1.7389	0.0677	5.69	658.96	<.0001
산업분류2	2	1	-1.2378	0.1607	0.29	59.31	<.0001
산업분류3	3	0	0	0	.	.	.
기업규모4	4	1	3.4225	0.0677	30.65	2555.8	<.0001
기업규모3	3	1	1.2473	0.0903	3.48	190.94	<.0001
기업규모2	2	1	1.2629	0.0673	3.54	352.39	<.0001
기업규모1	1	0	0	0	.	.	.
HR 관련조직	1	1	1.1524	0.1008	3.17	130.65	<.0001

<표 계속>

Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Exp( $\beta$ )	Chi-Square	Pr>ChiSq
HR 관련조직	2	0	0	0	.	.	.
HR 관련계획	1	1	-1.403	0.1402	0.25	100.08	<.0001
HR 관련계획	2	0	0	0	.	.	.
HR 교육훈련비		1	-0.065	0.0216	0.94	9.09	0.0026
인사정보시스템 운용	1	1	-0.3231	0.0559	0.72	33.36	<.0001
인사정보시스템 운용	2	0	0	0	.	.	.
직무분석 실시	1	1	0.8974	0.0352	2.45	649.4	<.0001
직무분석 실시	2	0	0	0	.	.	.
직급관련 제도 실시	1	1	1.0193	0.0467	2.77	476.5	<.0001
직급관련 제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
평가관련 제도 실시	1	1	-0.0746	0.1296	0.93	0.33	0.5651
평가관련 제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
연봉제 실시	1	1	0.8589	0.0693	2.36	153.52	<.0001
연봉제 실시	2	0	0	0	.	.	.
성과급제도 실시	1	1	2.2583	0.1253	9.57	324.94	<.0001
성과급제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
노사조직	1	1	1.1463	0.0979	3.15	137.05	<.0001
노사조직	2	0	0	0	.	.	.
Scale ( $\sqrt{\phi}$ )		0	1	0			

최종적인 포아송 회귀분석결과가 위의 <표 7>에 있다. <표 7>의 결과를 이용하여 구한 최종적인 포아송 로그선형모형은 다음과 같다.

$$\log \hat{\mu} = -5.0587 + 1.7389 \text{산업분류1} - 1.2378 \text{산업분류2} + 3.4225 \text{기업규모4} + 1.2473 \text{기업규모3} \\ + 1.2629 \text{기업규모2} + 1.1524 \text{HR관련조직} - 1.403 \text{HR관련계획} - 0.065 \text{HR교육훈련비} \\ - 0.3231 \text{인사정보시스템운용} + 0.8974 \text{직무분석실시} + 1.0193 \text{직급관련제도실시} \\ + 0.8589 \text{연봉제실시} + 2.2583 \text{성과급제도실시} + 1.1463 \text{노사조직}$$

여기에서  $\hat{\mu}$ 는 특허등록건수가 포아송 분포를 따를 때의 예측되는 평균을 의미한다. 위의 <표 7>에서 추정된 각  $\beta$ 들은 다른 설명변수들이 고정된 상태에서 어떤 한 설명변수의 값이 한 단위 증가할 때  $\hat{\mu}$ 가  $e^\beta$ 만큼 증가하는 것을 의미한다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 우선 산업별로 살펴보면 제조업에 속하는 기업이 비금융업에 속하는 기업보다 특허등록건수의 평균이 5.69배이며 금융업에 속하는 기업이 비금융업에 속하는 기업보다 특허등록건수의 평균이 0.29배 인 것을 알 수 있다. 제조업, 비금융업, 금융업 순으로 특허등록건수가 많은 것을 알 수 있다. 다시 말해 제조업이 상대적으로 가장 많은 특허등록건수(가장 큰 혁신성과)를 내는 반면, 금융업은 상대적으로 가장 적은 특허등록건수(가장 작은 혁신성과)를 내는 것으로 나타났다.

기업의 규모별로 살펴보면 근로자수가 ‘2,000인 이상’인 기업이 ‘299인 이하’인 기업보다 특허등록건수의 평균이 30.65배 이며 근로자수가 ‘1,000~1,999인’인 기업과 ‘300~999인’기업은 ‘299인 이하’인 기업보다 특허 건수의 평균이 각각 3.48배, 3.54배인 것을 알 수 있다. 즉, 대체적으로 기업 규모가 클수록 특허등록건수가 많다(혁신성과가 크다)는 것을 알 수 있다.

HR 관련 설명변수들이 기업의 혁신성장, 즉 특허등록건수에 미치는 효과를 살펴보면 다음과 같다. 특허등록건수가 포아송 분포를 따른다고 가정할 때 유의수준 0.01에서 평가관련 제도 실시 항목을 제외하고 모두 P-value가 0.01보다 작아 통계적 유의성을 지닌다고 나타났다. 세부항목을 살펴보면 HR관련조직, HR관련계획이 있을 경우 없을 경우보다 특허 건수의 평균이 각각 3.17배, 0.25배 인 것을 알 수 있고, HR교육훈련비가 1백만원(전체근로자 1명당) 증가 할 때 특허 건수의 평균이 0.94배 인 것을 알 수 있다. 또한 인사정보 시스템 운용, 직무분석 실시, 직급관련 제도 실시는 각각의 경우를 실시하지 않을 때보다 특허 건수의 평균이 0.72, 2.45, 2.77배인 것을 알 수 있다. 연봉제 실시와 성과급제도 실시에 관해서는 실시한 경우가 실시하지 않을 때보다 각각 특허 건수의 평균이 2.36배 9.57배 인 것을 알 수 있고 노사조직이 있을 때가 없을 때보다 특허 건수의 평균이 3.15배인 것을 알 수 있다. 위의 HR 관련 설명변수들이 특허등록건수에 미치는 효과를 종합적으로 살펴보면 HR관련조직, 직무분석 실시, 직급관련 제도 실시, 연봉제 실시, 성과급제도 실시, 노사조직은 특허등록건수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 반면에 HR관련계획, HR교육훈련비, 인사정보 시스템 운용은 특허등록건수와 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다.

다. 포아송 회귀분석 결과 ( Overdispersion 조정 )

<표 8> HR 관련 활동이 특허활동수준에 미치는 효과추정: 포아송 회귀분석(조정)

Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Exp( $\beta$ )	Chi-Square	Pr>ChiSq
Intercept		1	-5.0587	2.2598	.	5.01	0.0252
산업분류	1	1	1.7389	0.6699	5.69	6.74	0.0094
산업분류	2	1	-1.2378	1.5895	0.29	0.61	0.4361
산업분류	3	0	0	0	.	.	.
기업규모	4	1	3.4225	0.6695	30.65	26.13	<.0001
기업규모	3	1	1.2473	0.8927	3.48	1.95	0.1623
기업규모	2	1	1.2629	0.6653	3.54	3.6	0.0577
기업규모	1	0	0	0	.	.	.
HR 관련조직	1	1	1.1524	0.9971	3.17	1.34	0.2478
HR 관련조직	2	0	0	0	.	.	.
HR 관련계획	1	1	-1.403	1.3869	0.25	1.02	0.3117

<표 계속>

Parameter		DF	Estimate	Standard Error	Exp( $\beta$ )	Chi-Square	Pr>ChiSq
HR 관련계획	2	0	0	0	.	.	.
HR 교육훈련비		1	-0.065	0.2131	0.94	0.09	0.7605
인사정보시스템 운용	1	1	-0.3231	0.5532	0.72	0.34	0.5592
인사정보시스템 운용	2	0	0	0	.	.	.
직무분석 실시	1	1	0.8974	0.3483	2.45	6.64	0.01
직무분석 실시	2	0	0	0	.	.	.
직급관련 제도 실시	1	1	1.0193	0.4618	2.77	4.87	0.0273
직급관련 제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
평가관련 제도 실시	1	1	-0.0746	1.2819	0.93	0	0.9536
평가관련 제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
연봉제 실시	1	1	0.8589	0.6855	2.36	1.57	0.2102
연봉제 실시	2	0	0	0	.	.	.
성과급제도 실시	1	1	2.2583	1.2389	9.57	3.32	0.0683
성과급제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
노사조직	1	1	1.1463	0.9684	3.15	1.4	0.2365
노사조직	2	0	0	0	.	.	.
Scale ( $\sqrt{\phi}$ )		0	9.8895	0			

<표 8>은 Overdispersion이 존재할 때 dispersion parameter를 Pearson통계량을 기준으로 추정된 모형에 대한 결과이다. 보통의 포아송 분포를 가정한 경우(나.)는  $\phi = 1$ 인 반면에 이 모형에서는  $\hat{\phi} = 9.8895^2$ 인 것을 알 수 있다. <표 8>의 결과를 살펴보면 각 설명변수의 계수는 동일하지만 P-value들은 달라졌다. 앞에서 포아송 분포를 가정한 경우 우리가 예상했던 것(+)-과는 다른 부호(-)를 가지는 추정값들을 가지는 변수들(HR 관련계획, HR교육훈련비, 인사정보시스템운용, 평가관련제도 실시)의 p-value가 커져서 모두 유의하지 않게 된 것을 볼 수 있다. 결과적으로 Overdispersion을 조정된 포아송 모형을 적합하면 유의수준 0.2에서 직무분석, 직급관련제도, 성과급제도관련 변수가 특허관계와 정(+)의 관계를 가진다고 할 수 있다.<sup>13)</sup> Deviance 통계량을 기준으로 추정된 모형에 대한 결과도 이와 유사하다.

13) 각 설명변수들과 반응변수의 구체적인 관계는 포아송 회귀분석에서의 해석과 동일하다.

라. 음이항 회귀분석 결과

<표 9> HR 관련 활동이 특허활동수준에 미치는 효과추정: 음이항 회귀분석

Parameter		DF	Estimate ( $\beta$ )	Standard Error	$\exp(\beta)$	Chi-Square	Pr>ChiSq
Intercept		1	1.6542	0.9123	.	3.29	0.0698
산업분류1	1	1	0.6002	0.3714	1.82	2.61	0.1061
산업분류2	2	1	-2.8053	0.635	0.06	19.52	<.0001
산업분류3	3	0	0	0	.	.	.
기업규모4	4	1	3.3336	0.5054	28.04	43.51	<.0001
기업규모3	3	1	1.5377	0.5233	4.65	8.64	0.0033
기업규모2	2	1	1.1644	0.2981	3.20	15.26	<.0001
기업규모1	1	0	0	0	.	.	.
HR 관련조직	1	1	0.673	0.4123	1.96	2.66	0.1026
HR 관련조직	2	0	0	0	.	.	.
HR 관련계획	1	1	-0.4326	0.6208	0.65	0.49	0.4859
HR 관련계획	2	0	0	0	.	.	.
HR 교육훈련비		1	0.0148	0.2187	1.01	0	0.9461
인사정보시스템 운용	1	1	-0.0333	0.2864	0.97	0.01	0.9073
인사정보시스템 운용	2	0	0	0	.	.	.
직무분석 실시	1	1	0.2358	0.2871	1.27	0.67	0.4115
직무분석 실시	2	0	0	0	.	.	.
직급관련 제도 실시	1	1	0.5674	0.2776	1.76	4.18	0.0409
직급관련 제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
평가관련 제도 실시	1	1	0.3036	0.4415	1.35	0.47	0.4916
평가관련 제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
연봉제 실시	1	1	0.6095	0.3309	1.84	3.39	0.0655
연봉제 실시	2	0	0	0	.	.	.
성과급제도 실시	1	1	1.4773	0.3708	4.38	15.88	<.0001
성과급제도 실시	2	0	0	0	.	.	.
노사조직	1	1	-0.6592	0.5081	0.52	1.68	0.1945
노사조직	2	0	0	0	.	.	.
Dispersion ( $k^{-1}$ )		1	3.7123	0.3896			

최종적인 음이항 회귀분석결과가 앞의 <표 9>에 있다. <표 9>의 결과를 이용하여 구한 최종적인 음이항 회귀모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \log \hat{\mu} = & 1.6542 + 0.6002\text{산업분류1} - 2.8053\text{산업분류2} + 3.3336\text{기업규모4} + 1.5377\text{기업규모3} \\ & + 1.1644\text{기업규모2} + 0.673\text{HR관련조직} + 0.5674\text{직급관련제도실시} \\ & + 0.6095\text{연봉제실시} + 1.4773\text{성과급제도실시} - 0.6592\text{노사조직} \end{aligned}$$

여기에서  $\hat{\mu}$ 는 특허등록건수가 음이항분포를 따를 때의 예측되는 평균을 의미한다. 위의 특허등록건수가 포아송 분포를 따를 때와 마찬가지로 <표 9>에서 추정된 각  $\beta$ 들은 다른 설명변수들이 고정된 상태에서 어떤 한 설명변수의 값이 한 단위 증가할 때  $\hat{\mu}$ 가  $e^{\beta}$ 만큼 증가하는 것을 의미한다. 또한  $k^{-1}$ (dispersion parameter)가  $k^{-1}=3.7123$  (SE=0.3896)으로 추정되었다. 이것은  $k^{-1} > 0$ 이라는 강한 증거이며 음이항 회귀모형이 포아송 로그선형모형보다 더 적절한 분포임을 의미한다. 음이항 회귀분석에의 분산 추정값은  $\hat{\mu} + \hat{\mu}^2/\hat{k} = \hat{\mu} + 3.7123\hat{\mu}^2$ 이다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 우선 산업별로 살펴보면 제조업에 속하는 기업이 비금융업에 속하는 기업보다 특허등록건수의 평균이 1.82배이며 금융업에 속하는 기업이 비금융업에 속하는 기업보다 특허등록건수의 평균이 0.06배 인 것을 알 수 있다. 제조업, 비금융업, 금융업 순으로 특허등록건수가 많은 것을 알 수 있다. 다시 말해 제조업이 상대적으로 가장 많은 특허등록건수(가장 큰 혁신성과)를 내는 반면, 금융업은 상대적으로 가장 적은 특허등록건수(가장 작은 혁신성과)를 내는 것으로 나타났다.

기업의 규모별로 살펴보면 근로자수가 ‘2,000인 이상’인 기업이 ‘299인 이하’인 기업보다 특허등록건수의 평균이 28.04배 이며 근로자수가 ‘1,000~1,999인’인 기업과 ‘300~999인’기업은 ‘299인 이하’인 기업보다 특허 건수의 평균이 각각 4.65배, 3.20배인 것을 알 수 있다. 즉, 기업 규모가 클수록 특허등록건수가 많다(혁신성과가 크다)는 것을 알 수 있다.

HR 관련 설명변수들이 기업의 혁신성장, 즉 특허등록건수에 미치는 효과를 살펴보면 다음과 같다. 특허등록건수가 음이항 분포를 따른다고 가정할 때 유의수준 0.2에서 산업분류, 기업규모, HR관련조직유무, 직급관련제도 실시, 연봉제 실시, 성과급제도 실시, 노사조직유무에 관한 변수가 P-value가 0.2보다 작아 유의성을 지닌다고 나타났다. 세부항목을 살펴보면 HR관련조직이 있을 경우 없을 경우보다 특허 건수의 평균이 각각 1.96배인 것을 알 수 있다. 또한 직급관련 제도 실시할 경우 하지 않을 때보다 각각 특허 건수의 평균이 1.76배인 것을 알 수 있다. 연봉제와 성과급제도에 관해서는 실시한 경우가 실시하지 않을 때보다 각각 특허 건수의 평균이 1.84배 4.38배 인 것을 알 수 있고 노사조직이 있을 때가 없을 때보다 특허 건수의 평균이 0.52배인 것을 알 수 있다. 위의 HR관련 설명변수들이 특허등록건수

에 미치는 효과를 종합적으로 살펴보면 산업분류와 기업규모를 제외하고 위에서 유의하다고 판단된 변수들 중 노사조직유무와 관련된 변수는 특허등록건수와 음(-)의 관계, 나머지 HR관련조직, 직급관련제도, 연봉제, 성과급제도는 특허등록건수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다.

#### 마. 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석의 비교

〈표 10〉 3가지 모형의 적합성 검정

구분		Poisson		Poisson (Adj. Overdispersion)		Negative Binomial	
Criterion	DF	Value	Value /DF	Value	Value /DF	Value	Value /DF
Deviance <sup>14)</sup>	282	11053.40	39.19	113.02	0.40	272.19	0.97
Pearson Chi-Square <sup>15)</sup>	282	27579.99	97.80	0.40	1.00	376.83	1.34
Log Likelihood		13072.53		133.66		18188.31	
AIC		-26113.1		-235.32		-36342.6	

위의 <표 10>의 Pearson Chi-Square<sup>16)</sup>와 Deviance<sup>17)</sup>은 적합도 검정 (goodness-of-fit test)의 대표적인 검정통계량이다. 즉 우리가 가정한 일반화선형모형(GLM)이 자료에 얼마나 잘 적합 하는지를 전체적으로 요약하는 통계량이다. 두 통계량(Value)에서 각 자유도(DF)를 나눈 값이 '1'에 가까우면 가정한 모형이 적절하다고 말할 수 있고, '1'에서 멀어질수록(작거나 큼) 가정한 모형이 적절하지 않다고 할 수 있다.

반응변수인 특허등록건수가 포아송 분포를 따른다고 가정할 때 Deviance와 Pearson Chi-Square의 Value/DF값을 보면 각각 39.19, 97.80로 1보다 훨씬 큰 것을 볼 수 있는데 이로써 특허등록건수가 포아송 분포를 따른다고 가정하는 것은 바람직하지 못하다는 것을 의미한다.

반응변수인 특허등록건수가 Overdispersion을 반영한 포아송 분포를 따른다고 가정할 때

14) Poisson (Adjust Overdispersion)의 경우 Deviance는 Scaled Deviance이다.

15) Poisson (Adjust Overdispersion)의 경우 Pearson은 Scaled Pearson이다.

16) Pearson chi-squared statistic

17) Likelihood-ratio chi-squared statistic

Scaled Pearson Chi-Square의 Value/DF값은 1이어서 overdispersion을 반영한 포아송 회귀모형이 잘 적합된다는 것을 의미한다.

반응변수인 특허등록건수가 음이항 분포를 따른다고 가정할 때 Deviance와 Pearson Chi-Square의 Value/DF값을 보면 각각 0.97, 1.34로 1에 근사한 것을 볼 수 있는데 이것은 특허등록건수가 음이항 분포를 따른다고 가정하는 것이 바람직하다는 것을 의미한다.

앞에서 특허등록건수가 포아송 분포와 음이항 분포를 따른다고 가정할 때 추정값들을 살펴보면 포아송 분포를 따른다고 가정한 경우는 대부분의 설명변수들의 계수가 유의하다고 나왔지만 그 값들 중 모형을 적합하기 전 우리가 양(+)의 관계를 가질 것으로 예상한 바와는 다르게 음(-)의 관계를 가지는 것을 볼 수 있다. 위에서 적합성 검정을 위한 두 통계량 Deviance와 Pearson Chi-Square 으로 우리가 가정한 모형이 적합하지 않는다고 하였는데 이것은 Overdispersion문제를 고려하지 않고 반응변수인 특허등록건수의 분포를 잘못 가정하였기 때문에 이와 같은 결과가 나온 것으로 판단된다.

음이항 분포를 따른다고 가정한 경우는 포아송 분포와는 다르게 적합성 검정을 위한 두 통계량 Deviance와 Pearson Chi-Square 으로 우리가 가정한 모형이 적합하다고 판단되었다. 그러나 포아송 분포에서는 유의하였던 변수들의 계수 중 상당수가 유의하지 않다고 나왔는데 이는 특허등록건수의 분포를 가정하는 과정에서 Overdispersion문제를 고려하여서 음이항 분포를 가정하였기 때문으로 보인다. 음이항 분포를 가정하는 과정에서 반응변수의 평균보다 분산이 클 수 있다는 가정을 하였고 <표 9>의 S.E(Standard Error)값이 포아송 분포를 가정한 경우의 <표 7>의 S.E(Standard Error)값보다 대체적으로 큰 것을 볼 수 있다. 이로 인해 각 계수들의 Chi-Square 통계량들이 작아지고 P-value값이 커졌기 때문에 유의하지 않은 변수들이 많아진 것으로 판단된다.

AIC를 기준으로 앞의 3가지 모형을 비교해보면 음이항 회귀분석을 적합시켰을 때 -36342.6으로 가장 작기 때문에 이 모형이 가장 적절하다고 판단된다.

결론적으로 특허등록건수를 음이항 분포로 가정했을 때가 포아송 분포로 가정했을 때보다 추정치의 표준오차가 커서 정도(precise)가 커지는 문제가 있지만, 좀 더 현실적이라고 할 수 있다.

## 4. 결론

### 가. 연구의 의의와 시사점

본 연구는 한국직업능력개발원의 인적자본기업패널(HCCP)자료와 특허청 자료를 활용하여 기업의 혁신성장에 영향을 미치는 인적자본관련 활동의 효과를 알아보았다. 반응변수는 혁신성과지표인 특허등록건수를 사용하였고, 설명변수들은 McLagan(1989)이 제시한 인적자원 바퀴(HR Wheel)모델을 토대로 설정하였다.

음이항 회귀분석을 통한 실증분석의 결과를 요약하면 다음과 같다. 산업별로 살펴보았을 때 제조업이 상대적으로 특허 평균 건수가 큰 영향을 준 반면 금융업의 영향이 가장 작은 것으로 나타났고, 기업의 규모가 클수록 특허등록건수가 많은 것을 알 수 있다. 또한 유의하다고 판단된 설명변수들 중 노사조직유무와 관련된 변수는 특허등록건수와 음(-)의 관계, 나머지 HR관련조직유무, 직급관련제도 실시, 연봉제 실시, 성과급제도 실시는 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 특히 성과제도를 실시했을 때의 특허등록건수 평균이 실시하지 않았을 때보다 약 4.4배가 된다는 점은 눈여겨 볼 필요가 있을 것이다. 더욱이 회귀계수 추정치의 유의확률은 0에 가깝기 때문에 다른 어떤 설명변수보다 통계적으로 의미있는 결론이 내려진 것으로 판단된다. 따라서 기업은 성과급제도의 실시에 더욱 많은 투자를 해야할 것이다.

이를 토대로 인적자원 바퀴 모델과 연관 지어 보면 개인개발영역, 직무설계영역, 보상 및 장려 영역은 혁신성장에 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있고, 노사 근로자 관계영역은 혁신성장에 부정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 즉 개인개발에 투자하는 기업, 직무설계 실시 기업, 업무 보상에 충실한 기업은 더 나은 혁신성과를 볼 수 있지만, 노사조직이 존재하는 기업은 존재하지 않는 기업보다 낮은 혁신성과를 볼 것으로 예상된다. 또한 앞서 언급했던 것처럼 업무 보상 및 장려 제도 이행에 충실한 기업은 차후 혁신성과 향상을 확실히 기대할 수 있을 것이다.

### 나. 연구의 한계와 향후 과제

본 연구에서는 다음과 같은 연구의 한계점을 지니고 있다.

첫째, 조사대상이 되었던 표본의 제약성 때문에 본 연구결과를 일반화시키는 데에는 한계가 있다. 본 연구의 조사대상이 HCCP의 1차~3차까지 패널이 유지된 310<sup>18)</sup>개 기업으로 한

정되어 있기 때문에, 전국의 모든 기업으로 확장하여 연구 결과를 적용시키기엔 무리가 있다고 판단된다. 또한 조사대상이 제조업종에 편중된 경향(73% : 310개 중 225개)<sup>19)</sup>을 보이고 있어, 분석결과가 편향될 수 있다. 따라서 다른 업종의 추가적인 리스트 업이 필요할 것으로 보인다.

둘째, 본 연구에서 사용된 인적자원관련 활동 변수들은 기존의 인적자원관련 이론이나 연구에서 비롯되었기 때문에, 이외에 새로운 인적자원 관련 변수가 있는지에 대한 심도 있는 고찰이 필요할 것으로 보인다.

셋째, 본 연구에서 설정한 기업혁신성과 지표인 ‘특허’는 고부가가치 활동 중 하나이기 때문에 현실적으로 특허등록건수가 나타나는 기업<sup>20)</sup>이 많지 않다. 즉, 고부가가치 사업은 기업 업종, 기업 매출, 기업 목표에 따라 쉽게 바뀔 수 있는 변동성이 큰 사업이다. 따라서 기업의 혁신성과 지표로써 보다 더 광범위하게 사용될 수 있는 지표에 대한 연구가 필요할 것이다.

넷째, 본 연구에서는 3차 연도자료를 토대로 분석하였으나, 현실적으로 특허와 같은 기업 혁신성과의 특성상 일정한 기간을 두고 살펴보는 것이 바람직하므로 1~3차에 해당하는 모든 자료를 가지고 분석하면 기업의 HR활동이 기업혁신성과에 미치는 효과를 좀 더 명확히 분석할 수 있을 것으로 기대된다.

지식경제사회에 있어 기업의 인적자본, 즉 인재 확보는 기업의 미래와 직결되는 중요한 문제이다. 비단 기업뿐만 아니라 정부나 교육기관 등 현재 사회에서 인재는 그 단체의 성장 동력 중 가장 핵심 요소이다. 하지만 이런 인재의 채용 및 사후 관리는 아직 체계적이지 못한 실정이다. 따라서 미래를 내다보는 장기적 혁신성과에 대한 인적자원과의 유기적 관련 체계가 성립되어 있어야 기업의 성장, 나아가 국가 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것이다.

18) 실제 분석에선 298개 기업(결측치 포함된 12개 기업 제외)만이 사용됨.

19) <표 3>참조

20) 특허등록건수가 1이상인 기업

## 참고문헌

- 김동배 · 김주섭 · 이인재(2008). “기술혁신과 인적자원관리”, 한국노동연구원.
- 김안국(2007). “한국 기업의 인적자원 수준과 기업성과 : HCCP 자료를 통한 HRI지수를 중심으로”, Working Paper 2007-3, 한국직업능력개발원.
- 송창용 · 이 성 · 박주완(2006). “기업 HR 관련 활동과 기업 신용수준의 상관성 연구”, 『제1회 인적자본기업패널 학술대회 논문집』, 한국직업능력개발원.
- 엄대호 · 장영배 · 정의섭(2010). “한국특허정보의 통계분석에 관한 연구”, 한국과학기술정보연구원.
- 이경희 · 정진화(2008). “인적자원의 개발 및 관리와 기업성과”, 『제2회 인적자본기업패널 학술대회 발표논문』, 한국직업능력개발원.
- 이경희(2009). “제조업과 서비스업의 기업 인적자원 투자 성과 비교분석 및 정책시사점”, 산업연구원(KIET).
- 이상돈 · 손수정(2008). “혁신기업성장에 대한 HR 경영효과 분석”, 한국직업능력개발원.
- 이영섭 · 박주완(2008). “로지스틱 회귀모형을 이용한 기업 인적자원 관련 변수와 기업신용점수와의 관계 연구 : HCCP 1차 연도 자료를 중심으로”, 한국직업능력개발원.
- 박태성 · 이승연 공역(2009). “범주형 자료분석 개론”, 자유아카데미. (원저:Alan Agresti)
- 유재복(2004). “특허정보조사의 이론과 실제”, 형설출판사.
- 교육과학기술부(2009). “2단계 BK21 사업 중간평가 결과 보도자료”.
- 한국경제신문(2006). “[Global HR Forum 2006] 인재가 미래다 - Strong에서 Smart로”, 문혜정 기자.
- Alan Agresti(2002). “Categorical Data Analysis”, A JOHN WILEY & SONS. INC.
- Lev, B.(2001). “Intangibles Management, Measurement, and Reporting”, Brookings Institute Press, Washington DC.