*Journal of the Korean Data & Information Science Society*
*2015,* **26**(6), 1271–1281

http://dx.doi.org/10.7465/jkdi.2015.26.6.1271
한국데이터정보과학회지

# 경쟁위험분석을 이용한 산재 근로자의 원직장복귀에 대한 연구[†]

도기쁨[1] · 김수연[2] · 김양진[3]

[123]숙명여자대학교 통계학과

접수 2015년 7월 23일, 수정 2015년 11월 9일, 게재확정 2015년 11월 16일

**요 약**

본 논문에서는 '제1회 산재보험패널조사'에서 제공된 자료를 이용하여 산재 근로자의 경제 활동 유형의 특성을 연구하였다. 조사 대상자는 2012년도에 산재 요양을 종결한 근로자이며 총 2,000명이 지역, 장해등급 및 재활서비스 이용여부로 층화계통추출되었다. 본 연구에서는 근로자가 산재 후 참여하는 경제활동의 유형으로 원직장복귀뿐만 아니라 다른 직장으로의 재취업의 가능성을 고려하여 이러한 경제활동으로의 이동에 어떤 요인이 영향을 미치는지 조사하고자 한다. 원직장복귀에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 총 1,463명의 연구 대상자에게 경쟁위험 분석방법을 적용하였다. 또한 경제활동상태에 영향을 미치는 요인을 세 가지 유형 (산재 근로자의 특성, 재해 사업장의 특성, 산업재해의 특성)으로 나누어 통합 분석을 시행하였다. 분석 결과를 통해 학력이 높고 근로기간이 길수록 원직장복귀가 빨라짐을 알 수 있었다. 또한 연령이 높고, 기능원 및 관련 기능직에 종사자이며, 장해의 정도가 심한 산재 근로자가 원직장복귀까지 더 오랜 시간이 걸렸음을 알 수 있었다.

주요용어: 경쟁위험분석, 경제 활동 유형, 누적 발생 함수, 산재보험.

## 1. 서론

산업재해보상보험은 업무상 관계된 재해로 인해 갑작스럽게 발생한 부상, 질병, 사망 등으로 인한 소득상실에 대비함으로써 산재 근로자와 그 가족의 삶을 적정수준에서 유지할 수 있도록 하는 한편, 산재의 예방과 산재 근로자의 재활을 목적으로 한다 (Ahn, 2006). 산업재해는 노동력 상실 또는 하락을 야기하므로 개인과 그 가족의 삶에서 정신적, 경제적으로 큰 부담을 줄 수 있다. 갑작스러운 의료비용의 발생과 직무 중단으로 인한 소득의 감소는 산재 근로자뿐만 아니라 가족, 고용주와 더 나아가 사회전반에 영향을 미친다. Lee 등 (2003)은 산재 근로자의 재훈련 보다 산재 근로자의 원직장복귀가 상대적으로 낮은 비용을 수반한다며, 원직장복귀야말로 산재 근로자의 사회복귀를 위한 유효한 정책이라고 한다. 따라서 산재 발생 후 근로자의 향후 경제활동 참여에 대한 연구는 관련 정책을 수립하는데 중요한 의미를 가진다.

여러 연구에서 산재 근로자의 직업복귀에 영향을 미치는 다양한 변수들을 채택하고 분석해왔다. 대부분의 선행연구에서는 몇 가지 요인에 대해 단변량 분석을 하거나, 원직장복귀에 대한 이분적법 자료로

[†] 이 논문은 한국연구재단의 지원에 의하여 연구되었음 (NRF-2014R1A2A2A01003567).
[1] (140-742) 서울특별시 용산구 청파로47길 100, 숙명여자대학교 통계학과, 석사과정.
[2] (140-742) 서울특별시 용산구 청파로47길 100, 숙명여자대학교 통계학과, 석사과정.
[3] 교신저자: (140-742) 서울특별시 용산구 청파로47길 100, 숙명여자대학교 통계학과, 부교수.
E-mail: yjin@sookmyung.ac.kr

로지스틱 회귀모형을 적용시켰다 (Kang 등, 2006; Byeon, 2009; Yee, 2003; Lee와 Park, 2007). 하지만 이 연구들은 산재 근로자들이 경제활동상태를 가질 때 까지 걸린 시간을 고려하지 못했다. 산재로 인한 여러 가지 상실에 대하여 근로자 본인과 그 가족을 보호하기 위해서 어떤 특성을 가진 산재 근로자가 재해를 당한 후에 얼마나 빨리 다시 경제활동을 하게 되는지 연구할 필요가 있다. 또한, 원직장복귀와 경쟁할 수 있는 재취업은 고려하지 않고 원직장복귀만을 고려하였다. 많은 산재 근로자들이 재해 당시 근무하던 직장이 아닌 새로운 직장으로 재취업하고 있기 때문에 어떤 속성의 산재 근로자가 요양 후에 산재를 당한 원직장으로 돌아갔으며 어떤 속성의 산재 근로자는 재해 당시 사업장이 아닌 새로운 일자리를 갖는지 분석해야 한다.

본 연구에서는 제 1차 산재보험 패널자료를 이용하여 산재 근로자의 직업복귀에 대한 패턴을 연구하고, 산재 근로자 한 사람이 서로 다른 경제활동군에 포함되는 데 어떤 요인이 영향을 미치는지 밝히고자 한다. 또, 취업상태를 회복할 때까지 소요되는 기간과 관련된 요인은 무엇인지 알아본다. 근로자가 산재 후 참여하는 경제활동의 유형으로 원직장복귀뿐만 아니라 다른 직장으로의 재취업의 가능성을 고려하며 이러한 경제 활동 유형으로의 이동에 어떤 요인이 영향을 미치는지를 조사한다. 본 연구는 앞선 연구의 단점들을 보완한다. 첫째, 요인별로 산재 근로자가 재해 후 얼마나 빨리 취업상태로 복귀하는지 복귀 소요기간을 고려한다. 둘째, 종전의 연구가 원직장복귀 여부만을 조사한 반면 본 연구에서는 경제활동 상태를 원직장복귀와 재취업이라는 두 가지 경제활동상태를 동시에 고려한다. 마지막으로 두 경제활동상태로 진입할 때 걸리는 소요시간이 여러 가지 요인에 따라 얼마나 다른지 알아보고자 한다.

산재 후 직장복귀 시간과 경제활동 상태에 미치는 요인을 실제 자료를 사용하여 검증함으로써, 이 연구가 산재 근로자의 원직장복귀와 관련된 정책의 방향을 수립하는데 도움이 되기를 기대한다. 이전 연구들이 주로 이분적인 사건 (원직장복귀 여부)으로 나눠 로지스틱 회귀분석 기법을 사용한 반면에, 본 연구는 생존분석의 경쟁위험분석법 (competing risk analysis)을 적용할 것이다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 본 연구에서 분석한 연구 대상자 및 연구방법에 대해 설명하고, 3절에서는 본 연구에서 사용한 두 가지 분석 방법에 대해서 소개한다. 산재 근로자의 경제활동 복귀 시점에 대한 패턴과 이에 영향을 미치는 요인을 찾기 위해 누적위험함수 (cumulative incidence function)를 고려한다. 4절에서는 원직장복귀와 재취업 경우의 요인별 회귀분석 결과를 정리하였다. 마지막 5절에서는 본 연구의 결론을 맺고 향후 연구에 대해 서술하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 연구 대상자

본 연구에서 이용한 자료는 근로복지공단의 제 1차 산재보험 패널자료이다. 조사 대상자는 2012년도에 산재 요양을 종결한 근로자이며 총 2,000명이 지역, 장해등급 및 재활서비스 이용여부로 층화계통추출되었다. 계통추출의 정렬기준으로 성별, 연령, 요양기간이 이용되었다. 전체 표본 중 조사 당시 경제활동상태가 자영업주 (67명), 무급가족종사자 (8명)인 표본을 제외하였으며 노동조합의 유무를 모르는 근로자 (112명)도 제외하였다. 이외에도 응답상에 오류가 있는 경우와 산재 근로자가 재해를 당한 시점부터 원직장복귀 또는 재취업한 시기까지의 기간 측정 시에 오차가 생긴 관측치 (481명)을 제외하였다. 응답상 오류의 경우, 입사시기와 근로기간, 원직장복귀의 시기가 맞지 않거나 산업재해 후 다른 사업장에서 근무하다가 원직장복귀를 했음에도 이를 고려하지 않는 등 응답 결과 자체에 오류를 가지고 있는 관측치를 제외하였다. 또한 기간 측정 시 오차의 경우, 등간격이 아닌 구간형 설문 응답에 의존하여 기간을 계산하다보니 측정된 기간이 음수값을 갖는 경우가 있었다. 이는 분석 상에 부적절한 자료이며, 음수 값이 나온 자료들이 경제활동상태마다 고르게 분포되어 있어 제외하였다. 위의 과정을 거쳐 본 연구에서는 1,463명의 경제활동자료를 분석할 것이다.

### 2.2. 연구 방법

근로복지공단은 경제활동상태를 몇 가지 기준으로 분류했다. 먼저, 산재 근로자의 경제활동상태를 크게 취업자와 미취업자로 구분할 수 있다. 또, 취업자를 일자리의 성격에 따라 원직장복귀자, 재취업자, 자영업주, 무급가족 종사자로 세분화하여 경제활동을 구분할 수 있다. 산재보험제도의 궁극적인 목적은 산재를 당한 근로자가 원직장으로 복귀하여 산재 이전의 안정된 생활로 돌아갈 수 있게 하기 위함이므로, 본 연구에서는 다음과 같은 3가지 경제활동상태에 초점을 둔다. 요양 후 산업재해를 당한 사업장으로 복귀하는 원직장복귀의 경우, 재해를 당한 사업장이 아닌 새로운 사업장에서 경제활동을 시작하는 재취업의 경우, 그리고 미취업의 경우로 분류하여 분석한다. 제1회 산재보험 패널자료에서 조사된 자영업주와 무급가족 종사자는 일반적인 재취업으로 보기 어려우므로 연구 대상에서 제외하였다. 원직장복귀자는 연구대상자 1,463명중 471명으로 전체의 약 32.2%이고 재취업자는 526명으로 약 36%이며 미취업자는 466명으로 약 31.9%이다.

산재 근로자의 경제활동 상태에 영향을 주는 요인으로는 산재 근로자의 특성, 재해사업장의 특성, 산업재해의 특성을 들 수 있을 것이다 (Yee, 2003). 구체적으로 산재 근로자의 특성은 성별, 연령, 최종학력, 직종, 근무기간, 자격증 보유 여부가 있으며 재해 사업장의 특성으로는 사업장 규모, 노동조합 유무를 들 수 있다. 마지막으로 산업재해의 특성으로는 장해등급이 있다. 이 요인별로 원직장복귀자와 재취업자의 누적발생함수를 비교하고, 경쟁위험분석을 적용한 회귀분석을 통해 각 경제활동상태에 영향을 미치는 요인들을 규명한다. 원직장복귀와 재취업의 요인별 산재 근로자 수와 그 비율을 Table 2.1에 정리하였다.

**Table 2.1** Number and percentage of injured workers by risk factors and status

| Return to original work | | Employed other company | |
|---|---|---|---|
| Risk factors | N (%) | Risk factors | N (%) |
| Gender | | Gender | |
| Male | 399 (84.7)) | Male | 468 (89.0) |
| Female | 72 (15.3) | Female | 58 (11.0) |
| Age | | Age | |
| $\leq$ 20s | 27 (5.7) | $\leq$ 20s | 32 (6.1) |
| 30s | 96 (20.4) | 30s | 71 (13.5) |
| 40s | 157 (33.3) | 40s | 147 (27.9) |
| 50s | 145 (30.8) | 50s | 195 (37.1) |
| $\geq$ 60s | 46 (6.8) | $\geq$ 60s | 81 (15.4) |
| Education | | Education | |
| Less than primary education | 10 (2.1) | Less than primary education | 15 (2.9) |
| Primary education | 49 (10.4) | Primary education | 92 (17.5) |
| Middle school education | 61 (13.0) | Middle school education | 102 (19.4) |
| High school education | 242 (51.4) | High school education | 254 (48.3) |
| University education | 109 (23.1) | University education | 63 (12.0) |
| Job | | Job | |
| Skilled labor | 184 (39.1) | Skilled labor | 277 (52.7) |
| Others | 287 (60.9) | Others | 249 (47.3) |
| Professional certification | | Professional certification | |
| Y | 224 (47.6) | Y | 211 (40.1) |
| N | 247 (52.4) | N | 315 (59.9) |
| Labor union | | Labor union | |
| Y | 88 (18.7) | Y | 22 (4.2) |
| N | 383 (81.3) | N | 504 (95.8) |

## 3. 분석 방법

### 3.1. 경쟁위험분석

관심있는 반응변수가 어떤 사건의 발생시간 (time to event)일 때, 이와 관련된 총체적인 통계분석을 위해 생존분석 (survival analysis)을 적용한다 (Kim, 2013; Park 등, 2012; Kitabo와 Kim, 2014). 생존분석에서 사건발생시간 $T$와 사건 발생여부 ($\delta$)를 종속변수로 하며, 관련된 통계량은 생존함수 $S(t)$와 분포함수 $F(t)$, 위험함수 $\lambda(t)$를 통해 분포의 형태나 관심있는 공변량과의 관계를 조사하게 된다.

경쟁위험모형은 다상태모형 (multi state model)의 특별한 유형으로 더 이상의 전이 (transition)가 일어날 수 없는 여러 개의 흡수상태 (absorbing state)를 가진다. 일반적인 다상태 모형의 전이확률 (transition probability)은

$$P_{h,j}(s,t) = P(X(t) = j | X(s) = h, F_s -)$$

로 정의되며, $s$시점에 $h$상태에 머물러 있다가 $t$시점에 $j$상태로 전이될 확률이다 (Andersen 등, 1993). 단순히 사건이 발생했다 ($\delta = 1$), 발생하지 않았다 ($\delta = 0$)가 아닌 '특정 원인으로' 사건이 발생했다고 보는 고차원적인 모형으로 각 원인별로 사건 발생 위험률 또한 서로 다르게 적용한다.

경쟁위험분석에서는 다른 원인에 의한 사건이 관심있는 사건의 발생과 경쟁한다고 본다. 예를 들어 산재 근로자가 재취업이라는 사건을 겪은 경우에 원직장복귀는 더 이상 그에게는 발생하지 않음을 의미한다. 이러한 경우를 재취업에 의해 원직장복귀 사건이 중도절단 되었다고 말하며, 반대 경우로 원직장복귀자는 다른 직장으로의 재취업 사건이 중도절단되었음을 의미한다. 연구가 종료되었음에도 아직 어떠한 경제 활동에도 참여하지 못한 미취업자의 경우도 앞의 두 사건에 대해 중도 절단된 것으로 간주한다. 경쟁위험모형을 적용하면 단순히 산재 근로자가 미취업상태에서 취업상태가 되었다는 결과만 보는 것이 아니라, 경쟁하는 다른 경제활동상태로의 잠재적인 가능성을 고려하는 것이다. 본 연구에서는 Figure 3.1과 같이 산재 후 미취업상태를 0, 원직장복귀에 의한 취업상태 회복을 1, 재취업에 의한 취업상태 회복을 2라고 한다.

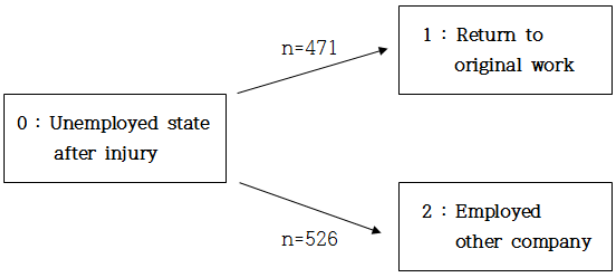


**Figure 3.1** Competing risk model

여기서, 원직장복귀자는 중간에 다른 경쟁사건을 거치지 않았다고 가정한다. 즉 산업재해를 당한 근로자가 요양 후 처음 겪는 사건이 원직장복귀인 것으로 가정하며, 다른 직장을 다니다가 재해 당시 근무하던 사업장으로 돌아온 경우는 원직장복귀자에 포함하지 않는다. 이것은 조사된 경제활동 상태가 완전한 흡수상태이며 다른 사건으로 전이되지 않음을 의미한다. 패널조사의 이점 대로 추적 조사를 통해 산재 근로자의 경제활동상태변화를 확인할 수 있으나, 본 연구는 1차 패널자료를 이용했기 때문에 조사된 경제활동상태가 현재로는 모두 흡수상태인 것으로 간주했다.

종속변수는 산재 근로자가 재해를 당한 후 취업상태를 회복할 때 까지 걸린 시간이다. 제 1차 산재보험패널자료에서는 근로자가 산재 당한 사업장에서 근무했던 기간과 요양기간 및 요양 후 바로 직장에 복귀하였는지 여부, 직장복귀시점이 조사되었다. 이를 이용해 산재를 당한 시점과 직업복귀까지 걸린 시간을 계산할 수 있었다. Figure 3.2에서는 산재보험패널자료를 분석에 적절한 형태로 표현하기 위해 몇 가지 자료를 예로 든 것이다.

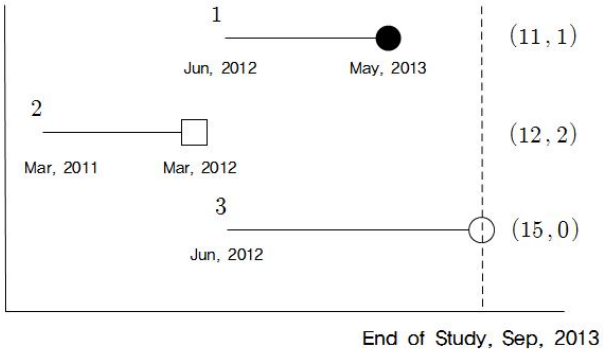


**Figure 3.2** Competing risks data

1번 자료는 2011년 12월에 입사해서 6개월간 근무하다 산재를 당한 근로자이며 재해시점은 2012년 6월로 11개월 만인 2013년 5월에 원직장으로 복귀한 경우이다. 2번 자료는 2008년 9월에 입사하여 30개월 (2년 6개월)만에 재해를 당한 근로자이며 재해시점은 2011년 3월이고 12개월 만인 2012년 3월에 새로운 직장에 입사했다. 원직장복귀에 대해 중도절단되었고 이는 미취업과도 구분되는 중도절단 자료이다. 마지막 3번 자료는 2010년 12월에 입사해서 18개월간 다니다 재해를 당한 근로자이며 재해시점은 2012년 6월이고 연구종료시점까지 15개월 동안 미취업 상태로 중도절단된 자료이다.

### 3.2. 누적 발생 함수

$T_j$가 $j$원인에 의한 사건 발생시간일 때, $K$개의 서로 다른 종류의 사건 발생시간으로부터 다음을 정의할 수 있다.

$$T = \min\{T_j : j = 1, 2, \dots K\} \quad \epsilon = \text{argmin}_j\{T_j : j = 1, 2, \dots K\}$$

즉, $T$는 $K$개의 원인 중에 가장 먼저 일어난 사건의 발생시점을 의미하며 $\epsilon$은 이 사건의 원인이 어떤 종류인지를 보여준다. 이를 이용하여 원인별 위험함수 (cause specific hazard function)를 다음과 같이 정의한다.

$$\lambda_j(t) = \lim_{h \to 0} \frac{P(t < T < t + h, \quad \epsilon = j | T \geq t)}{h}, \quad j = 1, \dots, K \tag{3.1}$$

위의 위험함수는 다른 모든 원인들에 의한 사건 발생 가능성이 존재할 때, $t$시점에서 원인 $j$에 의한 실패가 일어날 확률을 의미한다. 이 때

$$\lambda(t) = \sum_{j=1}^{K} \lambda_j(t) \tag{3.2}$$

는 $t$시점에 모든 원인에 의한 실패 확률을 의미한다. 따라서 해당되는 원인별 누적발생함수 (cause-specific cumulative incidence function; CIF)는

$$F_j(t) = P(T \leq t, \varepsilon = j) = \int_0^t \lambda_j(s) S(s-) ds \int_0^t \lambda_j(s) \exp\left\{-\int_0^s \sum_{j=1}^{K} \lambda_j(w) dw\right\} du, \; j = 1, \dots, K \tag{3.3}$$

와 같다. CIF는 모든 종류의 다른 실패 원인이 존재할 때, $t$시점까지 원인 $j$에 의해 실패할 확률을 의미한다. 위 식에서 $S(t)$는 생존함수를 의미하며 경쟁위험모형에서

$$S(t) = \exp\left\{ -\int_0^t \sum_{j=1}^{K} \lambda_j(t)dt \right\} \tag{3.4}$$

로 정의된다. 본 연구에서는 원직장복귀의 누적 발생확률과 재취업의 누적 발생확률을 요인별로 비교하여 두 그룹의 직업복귀 패턴의 차이를 분석한다. 또한 직업복귀 요인의 상대적인 유의성을 조사하기 위해 Fine과 Gray (1999)의 subdistribution hazard model을 적용한다.

## 4. 분석 결과

### 4.1. 요인별 누적 발생 함수

본 절에서는 산재 후 직업복귀시점의 패턴을 여러 요인별로 알아본다. 먼저 원직장복귀자와 재취업자 두 가지 유형에 대해 각 요인별로 경제활동 참여정도를 식별한다. CIF를 이용하여 산재 근로자의 경제활동 복귀 시점에 대한 패턴을 알아보고, 두 그룹의 차이를 분석한다.

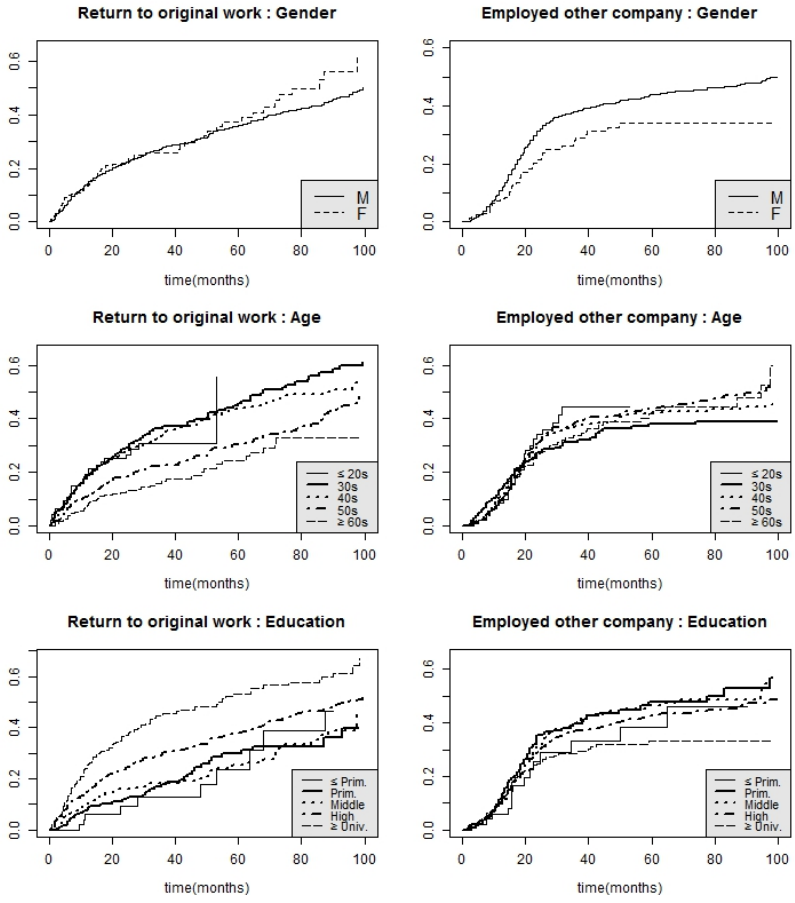


**Figure 4.1** CIFs by gender, age, education

Figure 4.1에 의하면 성별의 경우, 원직장복귀자와 재취업자는 반대의 패턴을 보인다. 원직장복귀자들은 약 50개월 시점 이전 까지는 차이가 없었지만 그 이후에는 여성이 남성보다 더 빨리 취업했다. 반면에 재취업자들은 여성보다 남성이 새로운 직장에 취업할 확률이 더 높다. 이는 일반적으로 남성은 한 가정의 가장으로 여성보다 더 많은 경제적 부담감을 가지기 때문에 원직장복귀를 기다리기보다는 하루 빨리 경제활동에 참여하기를 원하기 때문일 것으로 예측된다.

연령의 경우 원직장복귀자는 20대 이하와 30대, 40대 산재 근로자들이 50대와 60대 이상의 근로자보다 더 빨리 원직장으로 복귀했다. 즉 나이가 적을수록 원직장으로 복귀할 가능성이 더 컸다. 재취업자의 경우 전체적으로 나이가 적을수록 새로운 직장으로의 취업이 더 빨랐지만 원직장복귀와 다르게 30대 근로자들이 다른 연령의 산재 근로자보다 재취업이 늦었다. 학력의 경우, 원직장복귀와 재취업자는 다른 패턴을 보인다. 원직장복귀자들은 모든 시점에서 학력이 대졸인 사람이 가장 빨리 취업하며, 그 다음 순으로 고졸 학력자가 빨리 취업한다. 전체적으로는 학력이 높을수록 빠르게 원직장으로 복귀한다. 이때, 무학력자의 경우는 복귀 소요기간이 70개월 이상부터 초,중졸 학력자들보다 빨리 복귀하고 고졸학력자들과 비슷한 확률로 원직장으로 복귀한다. 재취업자들에 대해서는 전체적으로 학력이 높을수록 빨리 취업하지만 무학력자를 제외하고는 큰 차이를 보이지는 않는다. 약 20개월 이후에는 점차 학력별로 차이를 보이고, 학력이 높은 사람들 보다는 학력이 낮은 사람들이 빨리 새로운 직장을 갖는다. 이에 대한 해석은 대부분의 고학력자는 이 시점에 경쟁사건인 원직장복귀가 이루어지기 때문에 상대적으로 적은 수의 고학력자가 재취업한다고 예상할 수 있다.

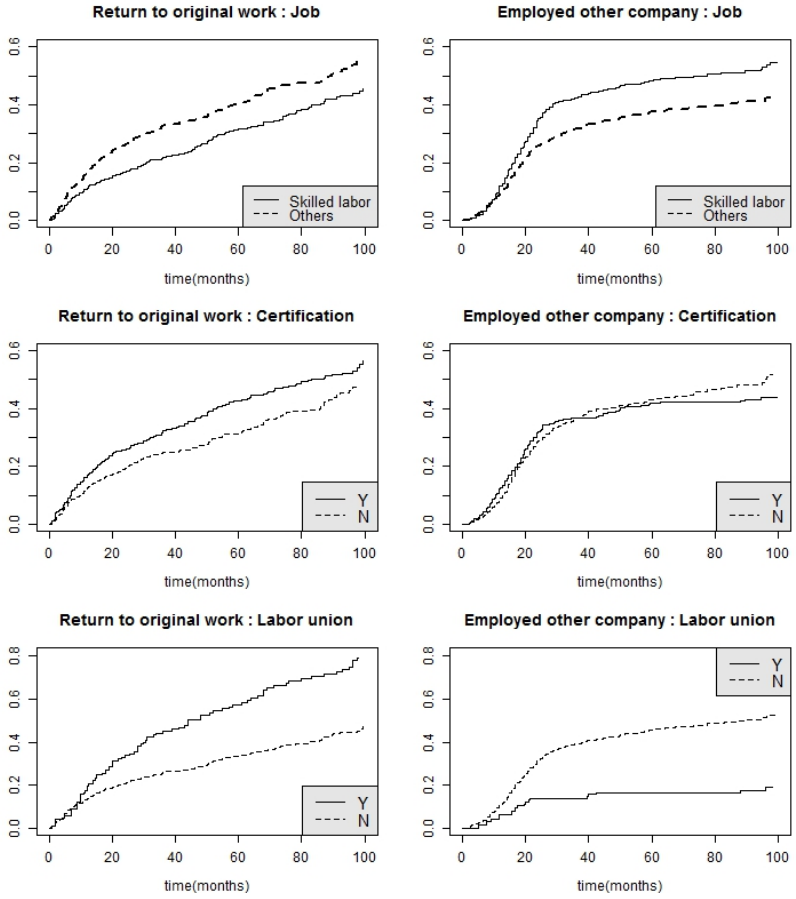


**Figure 4.2** CIFs by job, professional certification, labor union

Figure 4.2에 의하면 산재 당시에 직종에 따라 원직장복귀와 재취업의 패턴에 차이가 있었다. 기능원 및 관련 기능 종사자보다는 그 외 직종에 종사하는 사람이 더 빠르게 원직장으로 복귀하였다. 이는 기능직에 대해서는 산재 근로자의 공백을 다른 인력으로 대체하는 것이 상대적으로 용이하기 때문일 것이다. 반면에 재취업자들은 기능원 및 관련 기능 종사자가 그 외 직종에 종사하는 사람보다 더 쉽게 새로운 직장을 찾을 수 있었다.

자격증 보유 여부의 경우, 원직장복귀자들은 전체 기간에서 자격증을 가진 산재 근로자가 자격증이 없는 산재 근로자보다 원직장으로 더 빨리 복귀한다. 반면에 재취업에서는 자격증 유무에 따라 두 그룹은 거의 차이가 없어 보인다. 노동조합 유무의 경우에는 원직장복귀자들은 복귀 소요기간이 약 10개월인 시점까지는 노동조합이 있는 사업장의 산재 근로자와 노동조합이 없는 근로자의 원직장복귀 확률이 뚜렷한 차이를 보이지 않지만, 그 이후로는 노동조합이 있는 사업장의 산재 근로자들의 복귀 확률이 급속도로 증가하였다. 노동조합은 근로자의 경제적 지위 향상을 지향하는 활동을 하며 이에 따라 노동조합이 산재 근로자의 원직장복귀를 사업주에게 강하게 요구하는 역할을 하여 산재 근로자의 빠른 원직장복귀에 영향을 준다고 생각할 수 있다. 새로운 직장으로 취업하는 경우에는 원직장복귀와 반대의 패턴을 보인다. 노동조합이 없는 사업장의 산재 근로자들이 노동조합이 있는 근로자들보다 새로운 직장에 취업할 확률이 더 높았다.

### 4.2. 경쟁위험모형 분석 결과

본 절에서는 원직장복귀 또는 재취업에 영향을 미치는 여러요인의 효과를 동시에 추정하기 경쟁위험 회귀분석을 적용하여 총 9개의 독립변수를 적합했다. 또, 성별과 장해등급의 교호작용을 모형에 포함시켜 변수 간의 상호작용을 고려하여 분석하였다. 경쟁위험 분석에서는 Fine과 Gray (1999)의 subdistribution hazard model이 적용된다. $p$개의 공변량 벡터 $x$에 대하여 $j$번째 위험 함수는 아래와 같다.

$$\lambda_j(t;x) = \lim_{h\to 0}\frac{1}{h}Pr(t \le T_j < t+h | (T \ge t) \cup (T \le t \cap \epsilon \ne j), x) = \frac{dF_j(t,x)/dt}{1-F_j(t,x)} \tag{4.1}$$

이 모형의 특징은 경쟁사건을 경험한 그룹을 여전히 위험그룹에 포함시킴으로써 잠재적 그룹 (latent group)으로 간주하여 분석하는 것이다. 이 때 이들 그룹은 적절한 가중치를 가지게 되는데, 일반적으로 중도절단 시간의 분포를 이용하여 가중치를 계산하게 된다. 본 연구에서는 R에서 제공되는 crr package를 이용하여 자료를 분석하였으며 Table 4.1에 그 결과를 정리하였다.

**Table 4.1** Result of competing risk regression analysis for return to work

| Characteristic | Risk factors | Return to original work | | | Employed other company | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\beta$ | s.e | p-value | $\beta$ | s.e | $p$-value |
| Individual | Gender (M=1) | -0.294 | 0.164 | 0.073 | 0.336 | 0.168 | 0.045* |
| | Age | -0.106 | 0.050 | 0.033* | -0.016 | 0.046 | 0.730 |
| | Education | 0.152 | 0.057 | 0.008** | -0.017 | 0.052 | 0.740 |
| | Skilled labor | -0.180 | 0.092 | 0.050* | 0.229 | 0.090 | 0.011* |
| | Work period | 0.160 | 0.011 | 0.000** | -0.139 | 0.014 | 0.000** |
| | Certification (Y=1) | 0.073 | 0.046 | 0.120 | 0.052 | 0.047 | 0.27 |
| Company | Company size | 0.111 | 0.056 | 0.190 | -0.043 | 0.087 | 0.620 |
| | Labor union (Y=1) | -0.092 | 0.065 | 0.160 | -0.188 | 0.120 | 0.120 |
| Accident | Disability grade | -0.232 | 0.070 | 0.001** | -0.227 | 0.065 | 0.000** |
| Interaction effect | Gender×Disability grade | 0.147 | 0.070 | 0.035* | -0.082 | 0.064 | 0.200 |

Note) *$p$ <0.05, **$p$ <0.01

#### 4.2.1. 원직장복귀

원직장복귀에서는 연령, 최종학력, 직종, 근로기간, 장해등급이 통계적 유의성을 보인다. 먼저 연령의 경우, 연령이 높을수록 원직장으로 복귀할 가능성이 낮다. 고학력자일수록 원직장으로 복귀할 가능성이 높으며 기능원 및 관련 기능 종사자가 원직장으로 복귀할 확률이 더 낮고 근로기간이 길수록 원직장으로 복귀할 가능성이 더 높다. 장해등급은 높을수록 원직장으로 복귀할 가능성이 낮다. 이외에도 성별과 장해등급의 교호작용이 유의했으며 남성은 장해정도가 심해도 원직장복귀가 비교적 빠르지만 여성은 장해정도가 심할수록 원직장복귀가 더 어려운 것으로 보인다.

#### 4.2.2. 경쟁사건 : 재취업

원직장복귀의 경쟁사건인 재취업을 주요변수로 가정하고 회귀모형을 적용한 경우 원직장복귀와는 다르게 성별변수가 통계적 유의성을 보이며 직종과 근로기간, 장해정도가 유의하다. 성별의 경우 남성이 새로운 직장에 취업할 가능성이 여성이 새로운 직장에 취업할 가능성보다 더 높았다. 직종은 원직장복귀와 반대의 패턴을 보이는데, 기능원 및 관련 기능 종사자가 다른 직종에 종사하는 근로자보다 새로운 직장으로 취업할 가능성이 더 높다. 근로기간도 경쟁사건인 원직장복귀와 반대의 결과가 나왔다. 원직장복귀에서 근로기간 변수는 양의 영향을 끼친다면 새로운 직장을 찾은 경우에는 음의 관계를 보이다. 즉 산재 당시 근무하던 사업장에서 근무기간이 짧을수록 원직장복귀를 포기하고 새로운 직장으로 옮길 가능성이 더 높다는 것이다. 장해등급의 경우에는 원직장복귀와 마찬가지로, 장해정도가 심한 산재 근로자가 재취업 역시 어렵다.

## 5. 결론

본 연구의 목적은 재해를 당한 산재 근로자의 경제활동복귀 시점에 대한 패턴을 연구하기 위해 직업복귀에 영향을 주는 요인을 찾아보고자 한다. 특히 산재를 경험한 근로자가 재해 후 요양기간을 거쳐 다시 경제활동에 복귀할 경우, 참여 소요시간뿐만 아니라 경제활동의 종류, 예를 들어, 원직장복귀인지, 다른 직종으로의 재취업인지, 또는 미취업 상태인지의 여부는 산재 근로자의 경제생활에 중요한 영향을 미칠 수 있다.

위 연구 목적에 따라, 제 1회 산재보험 패널조사 자료를 생존분석의 경쟁위험분석법을 적용하였다. 기존의 생존분석방법이 이분적인 결과에 근거한데 반해서 경쟁위험분석은 본 자료와 같이 근로자가 원직장복귀, 재취업, 미취업과 같은 여러 개의 가능한 사건을 경험할 수 있는 가능성이 있을 때 적용될 수 있다.

본 연구에서는 두 가지 경쟁사건인 원직장복귀와 재취업까지 걸리는 소요시간의 패턴과 이에 영향을 주는 요인을 찾아보고자 하였다. 분석을 통해 연령, 최종학력, 직종, 근로기간, 장해등급이 원직장복귀에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 연령이 낮고 고학력자이며 산재를 당한 사업장에서 오래 근무한 산재 근로자가 원직장으로 복귀할 가능성이 높았다. 직종의 경우에는 기능원 및 관련 기능 종사자가 다른 직종의 근로자보다 원직장으로 복귀할 확률이 낮았고, 장해정도가 심할수록 원직장복귀 확률이 낮았다. 재취업에 영향을 주는 변수는 성별, 직종, 근로기간, 장해등급이다. 남성이 여성보다 새로운 직장에 취업할 가능성이 높았으며, 경쟁사건인 원직장복귀와는 반대로 기능원 및 관련 기능 종사자가 새로운 직장으로 취업할 확률이 더 높았다. 근로기간의 경우도 원직장복귀와는 반대로 근로기간이 짧을수록 새로운 직장으로 취업할 가능성이 높았다.

마지막으로 본 연구와 관련된 향후 분석 과제는 다음과 같다. 본 연구에서 분석된 자료는 패널조사를 기반으로 한 분석 연구로 오직 설문 문항에 의존하여 분석을 진행하였다. 특히 경제활동 참여 시점에 대해 개월 단위 (예를 들어 1-2개월) 또는 년 (1-2년)단위로 조사되었기 때문에 그룹화된 자료가 사용된

것이다. 본 연구에서는 이러한 자료에 대해 가장 보편적으로 사용되는 중간 시점을 이용하여 분석하였다. 이에 대한 향후 연구과제로는 이러한 구간 자료를 그룹화된 구간 중도절단 자료 (grouped interval censored data) 분석 방법을 적용하고자 한다. 구간 중도 절단 자료에 대한 경쟁위험모형 분석 방법론은 현재 여러 학자들에 의해 연구되어 오고 있다 (Hudgens 등, 2014; Barrett 등, 1999).

또 다른 흥미로운 연구로는 본 연구에서 조사된 근로자의 추적 조사를 통해 산재 근로자의 향후 경제활동전이여부를 분석하는 것이다. 본 연구에서는 경쟁위험모형을 적용하고 원직장복귀와 재취업을 흡수 상태로 간주하였으나, 이들에 대한 추적 조사를 통해 경제활동 복귀 후에 대한 연구가 이루어진다면 경제활동상태에 영향을 미치는 요인에 대해 더 심층적인 연구가 이루어 질 수 있다. 즉 원직장복귀 후에 여러 가지 이유로 또 다시 다른 직장으로 이직하거나 경제활동상태가 바뀌게 된다면, 이에 대한 원인을 조사하는 것은 흥미로운 연구가 될 것이다. 이러한 경우에는 다상태 모형이 적용될 수 있으며, 산재 근로자의 경제활동 패턴에 대해 포괄적인 분석이 가능할 것이라 생각된다.

## References


Ahn, H. S. (2006). *Social welfare policy,* Seohyunsa, Korea.

Andersen, P. K., Borgan, O., Gill, R. D. and Keiding, N. (1993). *Statistical models based on counting processes,* Springer-Verlag, New York.

Barrett, J. K., Siannis, F. and Farewell, V. T. (1999). A semi-competing risks model for the data with interval censoring and informative observation. *Statistics in medicine,* **30,** 1-10.

Fine, J. P. and Gray, R. J. (1999). A proportional hazards model for the subdistribution of a competing risk. *Journal of the American Statistical Association,* **94,** 496-509.

Hudgens, M. G., Li, C. and Fine, J. P. (2014). Parametric likelihood inference for interval censored competing risks data. *Biometrics,* **70,** 1-9.

Kang, H. T., Im, H. J., Kim, Y. K., Ju, Y. S., Lee, H. P., Kim, J. M. and Kwon, Y. J. (2006). Predictors of return to work and job retention after work-related injury or illness. *Korean Journal of Occupational And Environmental Medicine,* **18**, 221-231.

Kim, Y. J. (2013). *Survival analysis,* Freeacademy, Korea.

Kitabo, C. A. and Kim, J. T. (2014). Survival analysis of bank loan repayment rate for customers of Hawassa commercial bank of Ethiopaia. *Journal of the Korean Data & Information Science Society,* **26**, 1591-1598.

Lee, S. W. and Park, H. J. (2007). A study on the return to work factors for industrially injured workers. *Journal of Vocational Rehabilitation,* **17**, 69-99.

Park, J. K., Oh, K. H. and Kim, M. S. (2012). Survival analysis on the business types of small business using Cox's proportional hazard regression model. *Journal of the Korean Data & Information Science Society,* **23**, 257-269.

Park, S. K. (1999). A study on factors affecting reemployment of the disabled workers owing to industrial injury in Korea. *Korean Journal of Social Welfare,* **37**, 67-88.

Yee, S. Y. (2003). *An analysis on the status and determinants of injured workers' return to work after industrial accidents,* Korea labor institute, Sejong, Korea.

*Journal of the Korean Data & Information Science Society*
*2015,* **26**(6), 1271–1281

http://dx.doi.org/10.7465/jkdi.2015.26.6.1271
한국데이터정보과학회지

# Statistical analysis of economic activity state of workers with industrial injuries using a competing risk model[†]

Gippeum Doh[1] · Sooyeon Kim[2] · Yang-Jin Kim[3]

[123]Department of Statistics, Sookmyung Women's University

Received 23 July 2015, revised 9 November 2015, accepted 16 November 2015

**Abstract**

Competing risk analysis is widely applied to analyze a failure time with more than two causes. This paper discusses the application of a competing risk model to a economic activity state of workers with occupational injuries. In particular, main interest is to estimate the distribution of restarting time two kinds of economic activities, (i) returning to original working place and (ii) finding a new job. In this paper, we applied a cumulative incidence function to evaluate their patterns under several individual factors and working place's factor. Furthermore, a subdistributional regression model is applied to estimate the effect of these factors on the returning time. According to result, worker with higher education, younger age and longer working period had a higher chance to return an original working place while one with more severe injuries and skilled laborer had longer returning time to an original working place.

*Keywords*: Competing risk model, cumulative incidence function, economic activity state, industrial injuries.

---

[†] This reserach is supported by Korea research grant NRF-2014R1A2A2A01003567.

[1] Graduate student, Department of Statistics, Sookmyung Women's University, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea.

[2] Graduate student, Department of Statistics, Sookmyung Women's University, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea.

[3] Corresponding author: Associate professor, Department of Statistics,Sookmyung Women's University, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea. E-mail: yjin@sookmyung.ac.kr