

일반제재업종에서의 작업공정별 재해특성 연구

이 홍 석* · 이 관 형* · 김 영 선*

*한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

A Study on Injury Characteristics by Working Place in the Saw Milling Industry

Hong Suk Rhee* · Kwan Hyung Yi* · Young Sun Kim*

*Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA

Abstract

The average injury rate in sawmilling industry for the last 5 years is 4.99%, which means that more than 200 injuries have occurred in that industry every year. Because the first step in risk assessment is the hazard identification, it is very important to know how to define the hazard and nature of harm. We analyzed 643 accident records of three years(2010-2012) and carried out site survey for the same cases. As a result, the most common types of work at the time of injury in sawmilling industry were removing jammed wood 81(12.8%), wood carrying task 52(8.1%), wood cutting 49(7.6%), travelling table log band saw 41(6.4%), maintenance 37(5.8%) etc. In addition, there were statistically significant differences in some analysis factors such as injured body parts, employment size, and handling material among different working places. Therefore, it is concluded that differentiated prevention efforts are necessary in each workplace.

Keywords : Sawmilling Industry, Risk Assessment, Removing Jammed Wood

1. 서 론

1.1 배경 및 목적

최근 5년간('08년~'12년)의 일반제재업 사업장에서 발생한 재해율은 평균 4.99%로 매년 200명 이상의 재해자가 발생하고 있다. 2012년에는 207명의 재해자가 발생하였고 재해율은 4.44%이었다. 이는 2012년도 산업 현장에서 발생한 재해율 0.59%의 약 7배에 달한다[1]. 이러한 높은 재해율은 사업주의 부담이 되고 있는데, 사업의 재해발생 위험성과 보험급여의 총액 등에 의해

차등 적용되는 산재보험료율은 49/1,000로 58개 사업종류 중 9번째이다. 이는 우리가 재해발생이 높다고 알고 있는 건설업의 38/1,000 보다 높다[2].

또한, 일반제재 사업장의 최근 3년의('10년~'12년) 산업재해 통계자료에 따르면 50대 이상 장년 근로자의 재해 점유율은 74%를 차지하였고, 이 중 65세 이상의 재해자는 15.7%나 되었다.

2013년부터 50인 미만의 사업장을 대상으로 위험성 평가제도가 시행되고 있다. 위험성평가는 사업장 스스로 위험요인을 파악하여 위험성을 결정하고 위험감소 대책을 수립 및 실행하는 것으로 사업장 자율안전보건 관리의 시작점이 된다.

† Correspondence : Rhee, Hong Suk 400 Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan, 681-230, Republic of Korea,
Tel : +82-52-703-0856, E-mail : hercules98719@gmail.com

Received June 11, 2014; Revision Received September 16, 2014; Accepted September 20, 2014.

위험성평가(Risk Assessment)는 재해를 예방하는 효과적인 절차(process)로 여겨지는데 기술적으로 위험성의 판정·평가(risk evaluation, assessment)는 EN/292/ISO12100(risk reduction criteria)과 EN1050/ISO14121:1999(principle of risk assessment)에 의하여 발달하였다[3].

위험성평가 절차는 사전준비, 유해위험요인 파악, 위험성 추정, 위험성 결정, 위험성 감소 대책 수립 및 실행의 단계로 구성된다. 근로자의 작업과 관계되는 유해위험요인 파악이 사업장의 위험성을 인지하는 첫 단계인데, 여기에서 근로자와 관계되는 위험요인을 어떻게 구분하여 파악할 것인지가 중요하게 된다.

위험성평가 고시에서는 작업내용 등을 상세하게 파악하고 있는 관리감독자가 유해위험요인을 파악하도록 하고 있고, 유해위험요인 파악에는 사업장의 순회점검이나 청취조사, 안전보건 자료 등에 의해 파악하도록 하고 있다[4].

그러나 관리감독자의 안전에 대한 인식수준이 낮아 [5] 사업주가 법령의 형식이 요구하는 것을 최저비용으로 실현할 수 있는 방식으로 작위목록을 만족시키려 하거나[6], 일반인들은 위험을 평가할 때 통계적 근거를 사용하지 못하고 위험에 대하여 들었거나 관찰한 기억에 기반을 둔다[7]는 연구결과 등은 사업장 스스로 위험요인을 파악하는 것에서부터 어려움이 있을 것으로 예상하게 된다.

한국산업안전보건공단에서 KRAS(위험성평가지원시스템)을 구축하여 위험성평가 수행을 지원하고 있으나 위험성평가 사업장이 1000호(2013.12)를 넘지 않고 있는 것에는 여러 요인이 있겠으나 사업장 스스로 위험성을 결정해야 하는 위험성평가 수행의 어려움도 한 요인이라고 할 수 있겠다.

따라서 위험성평가 시작단계인 유해위험요인 파악을 용이하게 하여 사업장이 위험성평가를 쉽게 도입할 수 있도록 하는 노력이 필요하다. 일반제조업 사업장의 공정(장소)별 통계자료의 제공과 작업공정(장소)별 주요 상해부위 재해시 취급물체 및 작업내용 등은 위험성평가자료 하여금 사실에 근거한 재해예방대책 수립을 용이하게 하고 동종 업종의 재해통계를 참고함으로써 잠재적인 위험예방에도 도움이 될 것이다.

본 연구는 일반제조업에서의 위험성평가지 위험요인 파악의 첫 단계인 작업공정(장소)를 일반화 하려하였고 각 작업공정(장소)별 재해발생 특성을 파악하고자 하였다. 또한, 작업공정(장소)에 따른 취급물체, 상해부위, 작업내용의 통계적 연관성을 검증하여 위험성평가에 신뢰성을 부여하고자 하였다.

1.2 선행연구

일반제조업 관련한 국내연구로는 일반제조업에서의 근로자의 안전통로가 근로자의 안전행동에 미치는 영향 연구[8], 목재가공업소에서의 포름알데히드 폭로[9] 등이 있다.

기술자료로는 한국산업안전보건공단에서 위험성평가와 관련하여 위험성평가 모델을 제공하는데 “업종별 위험성평가 모델 일반제조업(2007년)”, “위험성평가 일반 제조 제조업 사례(2012)” 등을 제공하고 있다. 국외연구로는 목재사업장에서의 안전투자가 영업이익으로 환원된다는 연구[10]와, 제재사업장에서 5년간에 걸쳐 작업환경과 안전활동이 재해에 미치는 영향 연구 [11], 8개 목재가공업소에서 안전분위기와 안전활동, 작업환경과 산업재해에 관한 연구[12] 등이 있다. 그러나 위험성평가가 사업장에 쉽게 적용되도록 하기 위한 선행연구는 거의 전무한 실정이다.

기술자료는 오스트레일리아 퀸즈랜드 검찰청에서 발행한 「Sawmilling Industry Health and Safety Guide 2011」 [13], HSE의 「Health and Safety in sawmilling」 [14], 워싱턴주의 노동산업국에서 발행한 「Lumber Handling in Sawmills」 [15] 등이 있다.

2. 연구내용 및 방법

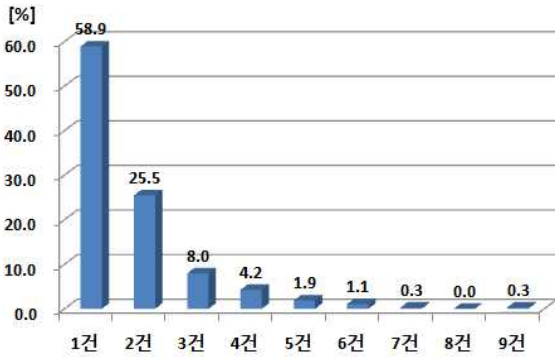
본 연구는 재해가 다발하고 소규모 사업장 비율이 높은 일반제조업 사업장을 연구대상으로 하였다. 일반제조업 사업장의 산업재해보상법의 분류는 일반제조업이다. 재해분석은 2010년부터 2012년 사이에 산업재해 요양승인을 받은 재해 643건을 대상으로 하였다.

연구 대상이 되는 연도별 재해건수와 재해발생 사업장은 아래의 <Table 1>과 같다.

각 연도별 조사 대상 재해발생사업장을 합하면 510개 사업장이 되나 동일 사업장에서 재해가 다발한 사업장이 다수 포함되어 총 조사 사업장은 377개소이다.

<Table 1> Range of Research

년도	재해건수	사업장 수	평균재해 건수
2010	236	187	1.26
2011	200	156	1.28
2012	207	167	1.24



[Figure 1] Percentage of companies having workplace injury

일반제재 사업장의 재해특성을 파악하기 위해 먼저 최근 3년간의 재해 643건을 분석하였다. 분석방법은 재해내용 중에 자주 나타나는 재해장소, 작업내용, 상해부위, 취급물체의 빈도수를 파악하여 분류하였다. 분류된 작업공정(장소)과 작업내용, 재해시 취급물체에 대해서는 대한목재협회 및 사업장 관계자와 협의를 통해 확정하였다. 상해부위는 KOSHA GUIDE의 산업재해 기록분류에 관한 지침의 상해부위 분류코드를 따랐다.

본 연구에서 분류된 재해시 취급물체는 산업재해 기록분류에 관한 지침의 기인물 정의 “직접적으로 재해를 유발하거나 영향을 끼친 에너지원”과 유사하지만 조금은 다른 의미를 가진다. 본 연구에서 정의하는 재해시 취급물체는 “근로자가 재해와 관련하여 접촉한 물체”로 이는 각 작업공정(장소)의 작업내용과 연관성이 많다.

실태조사에서 작업공정(장소)는 16개소, 작업내용은 31개소, 상해부위는 17개소, 취급물체는 15개 요인으로 파악하였으나, 통계적 연관성을 검증하기 위하여 유사한 항목은 범주화 하여 재해발생 공정(장소) 7개, 상해부위 6개, 취급물체 7개의 요인으로 분석하였고 작업내용은 유사 요인으로 묶기가 어려워 범주화하지 않았다. 재해특성을 파악하고자 분류된 조사요인은 다음과 같다. 괄호 안은 범주화 이전의 조사 요인이다.

재해발생 공정(장소)는 원목적재(원목적재장소, 원목절단장소), 1차 제재(원목투입컨베이어, 이동대차, 반제품이송컨베이어), 2차 제재(오토테이블, 갱립소), 특수가공장소, 제품적재장소(제품포장기, 목재적재장소, 제품건조작업장), 부산물가공장소(화목운반컨베이어, 화목작업장, 톱밥제조작업장, 집진기), 기타(작업장 안·밖)로 7개 범주로 분류하였다.

상해부위는 머리(머리, 얼굴), 목, 체간(어깨, 흉부, 복부, 골반, 등), 상지(손가락, 손, 상지, 팔, 손목), 하지(발가락, 발, 다리, 발목), 전신의 6개 범주로 분류되었다.

재해발생 당시의 취급물체는 7개 범주로 분류하였다.

7개 범주는 원형톱(띠톱, 횡절기, 원형톱), 절동기, 컨베이어(체인컨베이어, 벨트컨베이어, 롤러기), 갱립소, 목재가공기계(몰더기, 목재가공기계), 목재(원목, 반제품, 제품, 화목 및 부산물), 기타이다.

작업내용은 갱립소작업, 건조작업, 교통사고, 끼인목 제거, 몰더기작업, 반제품뒤집기, 반제품 이송작업, 방부작업, 벌목작업, 상하차작업, 원목검수작업, 원목운반작업, 원목절단작업, 이동대차, 원목투입, 유지보수, 이동중, 제품운반, 제품적재, 제품절단, 제품포장, 지게차운반, 청소정리, 칩생산, 테이블작업, 톱밥제조, 특수가공, 파렛트제작, 화목작업, 휴식, 기타이다.

실태조사는 전화조사에 의해 실시하였고 재해발생 사업장 377개소 643건에 대하여 2013년 7월에서 8월까지 2개월간 실시하였다. 전화 조사원들의 설문항목에 대한 이해를 돕고 오차를 줄이기 위해 사전교육 3회와 일반제재 사업장을 방문하여 작업공정을 설명하였다.

전화조사 절차는 조사원이 재해내용에 대해 이해하고 사업장에 유선전화를 통하여 조사항목에 대해 파악하도록 하였다. 재해내용과 전화조사에 의한 내용이 상이할 때는 연구 담당자가 추가 전화조사와 사업장 방문을 통하여 자료를 확정하였다.

수집된 자료는 SPSS 18을 사용하여 분석하였다. 2013년부터 본격 시행되는 위험성평가 제도가 국내에 정착되어 산업재해 감소와 산업재해 예방을 위한 사업장의 자율프로그램으로 정착하기 위해서는 유해위험요인의 파악과 위험성추정 절차에 대한 이해와 더불어 객관적인 자료가 제공되어야 할 것이다.

이러한 이해와 위험성에 대한 객관적인 자료들은 추정된 위험성에 대한 신뢰를 높일 수 있고 더불어 사업주의 위험위험요인 개선의지에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이다.

3. 연구결과

3.1 일반제재업의 작업공정(작업장소)

본 연구는 위험성평가의 초기단계인 유해위험요인의 파악을 용이하게 하고 위험성평가지 재해통계를 활용하여 위험성을 추정하는데 도움을 주고자 하였다.

소규모 사업장에 위험성평가 컨설팅을 지원하는 경우, 사업장에서 가장 어렵게 느끼는 부분이 위험성의 추정과 위험성 결정 부분이다. 위험성의 추정단계에서는 위험성의 가능성과 중대성의 조합으로 위험도를 결정하고 위험성 결정 단계에서 사업장 스스로 유해위험성의 허용 가능여부를 결정하고 이에 대한 개선을 하게 된다.

그러나 소규모 사업장에서는 사업장 스스로 위험성 평가를 실시할 경우, 자신의 사업장에서 발생하거나 경험한 아차사고 등을 참고하여 위험성을 추정하기 때문에 동종 업종에서 발생한 사고 등이 무시될 수가 있다. 따라서 사업장에서 위험성추정 시에 정보부족에 의해 간과될 수 있는 위험성에 대한 객관적인 자료가 제공된다면 사업장에 유용한 도움이 되리라 사료된다.

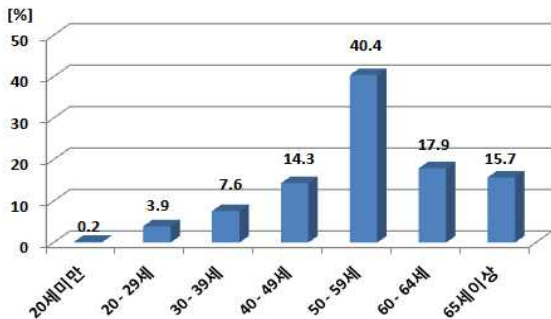
일반제조업의 작업공정은 컨베이어 시스템을 따라 원목이 제재되면서 각종 제품이 생산된다. 사업장에 반입된 원목은 이동대차에서 작업할 수 있도록 절단되고, 컨베이어 이송, (오토)테이블, 갱립소 등을 거쳐 포장기에서 제품을 포장한다. 이러한 특성으로 사업장에서는 작업공정의 개념이 작업장소로 이해되어 작업매뉴얼 등에 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 작업공정의 개념으로 작업장소를 사용하였고 이는 사업장 위험성평가 담당자의 이해를 용이하게 할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 제시한 일반제조업 사업장의 작업공정 즉, 작업장소 분류는 16개 장소로 구분하였다. 구분된 작업장소는 원목적재장소, 원목절단장소, 원목투입컨베이어, 이동대차, 반제품이송컨베이어, 화목운반컨베이어, 오토테이블, 갱립소, 제품포장기, 화목작업장, 제품건조장소, 톱밥제조장소, 집진기, 특수가공장소, 목재적재장소, 기타(작업장 및 외부)이다. 이는 앞에서도 언급했듯이 7개 범주로 분류되어 작업장소에 따른 재해특성이 분석되었다.

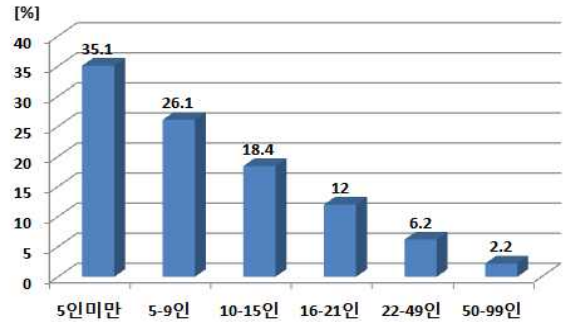
3.2 일반적 재해특성

2010년에서 2012년 사이에 발생한 일반제조업 재해 643건 중 남성은 91.3%, 여성 8.7%로 나타났다. 재해자의 연령을 살펴보면[Fig. 2] 50세 미만은 전체 재해자의 26%인데 반해 50대 이상에서 74%의 재해자가 발생함으로써 장년 근로자에 대한 안전대책이 필요한 것으로 나타났다.



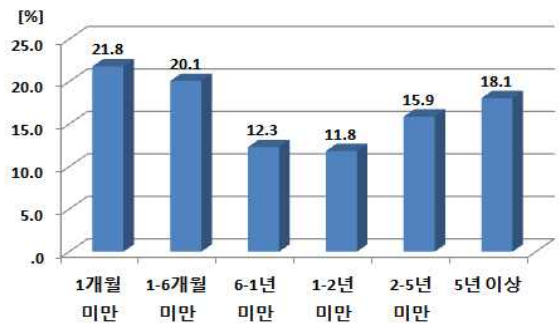
[Figure 2] Percentage of injuries by age group

Fig. 3은 회사규모에 따른 재해발생 분포를 나타내고 있다. 5인 미만이 35.1%로 가장 많았으며 다음으로 5-9인(26.1%), 10-15인(18.4%), 16-21인(12%), 22-49인(6.2%), 50-99인(2.2%)으로 나타났다. 15인 미만의 소규모 사업장에서의 산업재해 비율은 79.6%를 차지하였다. 또한 재해자 중에 부상이 93.3%로 사고의 대부분을 차지했으며 다음으로 업무상질병(5.3%), 부상 및 사망 동시발생(1.1%), 사망(0.2%) 순으로 나타났다.



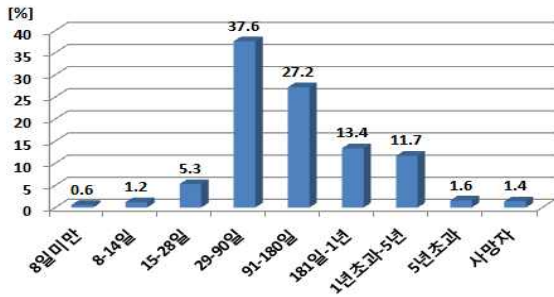
[Figure 3] Percentage of injuries by employment size

근속기간별 재해점유율을 살펴보면[Fig. 4] 1개월 미만(21.8%)에서 가장 많은 사고가 발생하였으며, 1~6개월 미만에서 20.1%, 6~1년 미만 12.3%, 1~2년 미만 11.8%, 2-5년 미만 15.9%, 5년 이상 18.1%로 나타났다. 1~2년 미만 근속기준으로 감소하다가 증가하는 추세를 보이고 있어 근속기간이 짧은 근로자와 근속년수가 증가하는 근로자에 대해 구별해서 재해예방대책이 실행되어야 할 것이다.



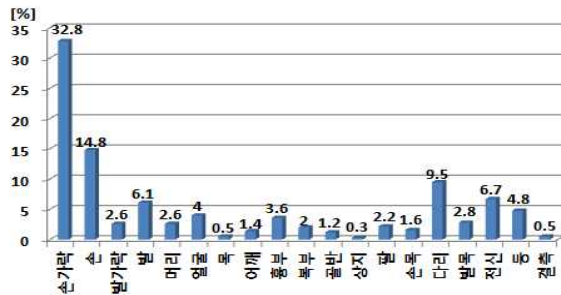
[Figure 4] Percentage of injuries by work experience group

Fig. 5는 근로손실일수별 재해점유율을 나타내고 있다. 근로손실일수는 29~90일(37.6%)이 가장 많았고 다음으로 91~180일(27.2%), 181~1년(13.4%), 1년 초과~5년(11.7%)의 순으로 나타났다. 그 밖의 근로손실일수는 대체로 5%미만으로 큰 차이를 보이지 않았다.



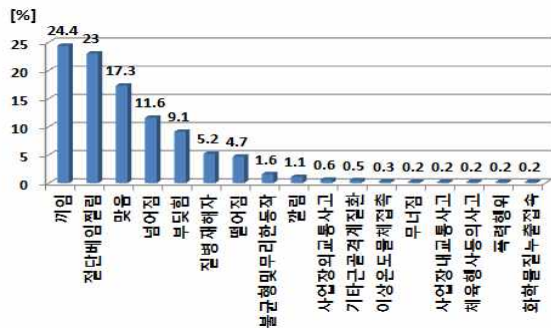
[Figure 5] Percentage of injuries by days lost group

Fig. 6은 상해부위의 재해점유율을 나타내고 있다. 재해자의 상해부위는 손과 다리가 높은 비율을 차지하고 있다. 구체적으로 손가락(32.8%), 손(14.8%), 다리(9.5%), 발(6.1%), 발목(2.8%), 발가락(2.6%)등이 다른 부위에 비해 높은 비율의 부상을 당하였다.



[Figure 6] Percentage by body part of injuries

사고 발생형태를 분석을 한 결과는 Fig. 7과 같다. 발생형태 중 가장 높은 비율을 차지하는 것은 끼임으로 총 156건(24.3%)의 결과를 나타내었다. 다음으로는 절단·베임·찢림이 두 번째로 146건(22.9%)의 비율을 나타내고 있다. 그 밖에도 맞음 111건(17.3%), 넘어짐 74건(11.5%), 부딪힘 58건(9%), 떨어짐 30건(4.7%) 순으로 나타났다. 위의 6가지 발생형태를 제외하고는 대부분 2% 미만으로 나타났다.

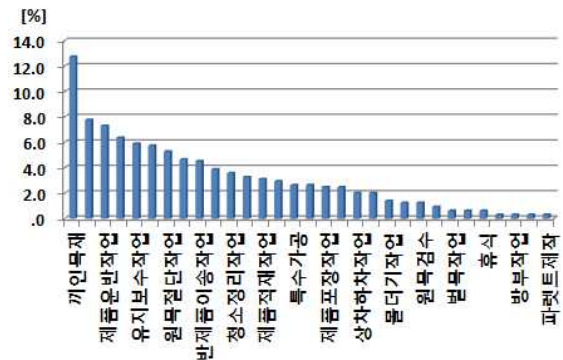


[Figure 7] Percentage of injuries by event or exposure

재해 시 작업내용을 살펴보면[Fig. 8] 끼인목재 제거 작업이 81건으로 12.6%를 차지하였고, 제품운반작업이 52건으로 8.1%, 제품절단작업이 49건(7.6%), 이동대차 작업이 41건(6.4%), 유지보수작업 37건(5.8%), 원목절단 작업 34건(5.3%), 갱립소작업 30건(4.7%), 반제품이송작업 26건(4%), 테이블 작업 26건(4%) 순으로 나타났고, 기타가 44건으로 6.8%를 차지하였다.

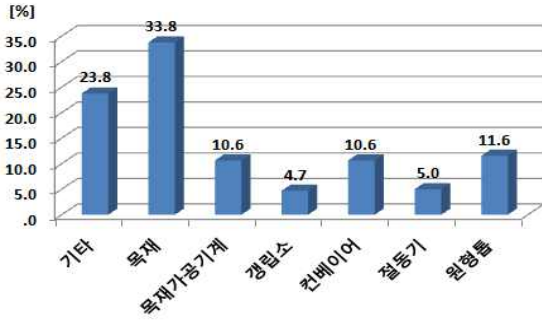
일반제재업 사업장에서 가장 위험한 작업은 끼인목재 제거작업으로 락, 컨베이어, 갱립소 등에 끼인 피죽이나 목재의 제거 등의 작업에서 사고가 가장 많이 발생함을 알 수 있다.

사업장에서 위험한 작업으로 분류하는 지게차 작업은 15건으로 2.2%를 차지하였고 화목작업의 재해건수 17건보다 적게 나타났다.



[Figure 8] Percentage of injuries by type of work in sawmilling

Fig. 9는 재해시 취급물체의 점유율로 목재가 33.8%, 기타 23.8%, 원형톱 11.6%, 컨베이어 10.6%, 절동기 5.0%, 갱립소 4.7% 순으로 나타났다. 이는 영국의 제재산업에서 기계와 관련된 사고분석에서 락(모든 형식) 18%, 횡절단기 14%, 다른 원형톱 11%로 조사된 것과 비교된다. 영국의 경우는 제재산업이 자동화(25개소, 2009년) 되어가는 사업장이 많다. 또한, 1995년 사망자가 19명 발생한 후로 법적용의 강화, 캠페인과 함께 체인이나 스프라켓의 방호덮개 및 목재 절단작업시 불가피하게 노출되는 위험부위 외의 방호덮개, 조작버튼의 양수조작식 적용 등으로 재해를 감소시켰다. 반면, 국내의 경우는 컨베이어의 체인이나 락 등에는 방호장치가 거의 되어있지 않고 조작시에 발판스위치를 사용하는 경우가 많다.



[Figure 9] Percentage by handling material

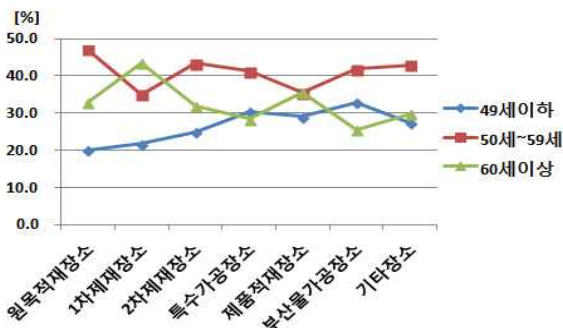
3.3 작업공정(장소)별 재해특성

Fig. 10은 작업장소와 재해자 연령 간의 연관성을 나타내고 있다. 재해자 연령을 49세 이하(20세 미만, 20-29세, 30-39세, 40-49세), 50-59세, 60세 이상(60-64세, 65세 이상)으로 범주화 하여 두 요인간의 통계적 유의성을 검증하였다.

50세-59세가 거의 모든 작업에서 높은 점유율을 나타내고 있고 49세 이하는 점유율이 대체적으로 낮게 나타났다.

60세 이상 재해자의 경우에는 1차 제재 장소에서 재해 점유율이 높게 나타났고 부산물 가공장소에서는 낮게 나타났다. 1차 제재장소에서 60세 이상 근로자의 재해내용(N=62, 100%)을 살펴보면 이동대차작업(33.9%), 원목투입작업(19.4%), 반제품이송작업(17.7%), 끼인목제 제거작업(11.3%) 등에서 재해자가 많다. 이동대차작업, 원목투입작업, 반제품이송작업 등은 다른 작업에 비하여 작업강도가 높은 작업이다. 반면에 부산물 가공장소(N=14, 100%)에서는 화목작업(35.7%), 유지보수작업(14.3%)의 순으로 나타났다. 이는 60세 이상의 근로자의 일반적인 체력을 고려해 볼 때 작업강도가 높은 작업에서 재해가 많이 발생하는 것으로 추정할 수 있다.

그러나 작업공정(장소)에 따른 재해자 연령의 연관성에 대한 검증결과는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다($\chi^2=13.447$, $df=12$, $p\leq 0.05$).



[Figure 10] Percentage of injured age group by working place

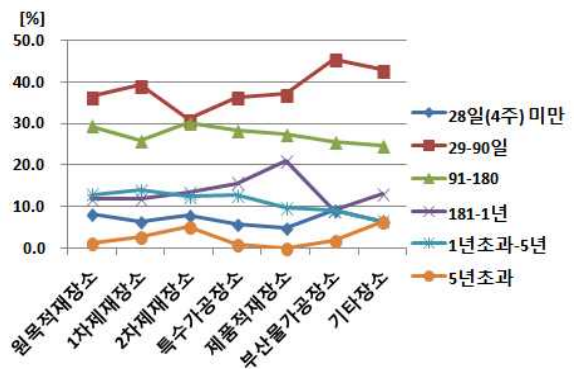
Fig. 11는 작업공정(장소)에 따른 근로손실일수를 나타낸다. 근로손실일수 범주는 6개 범주로 재분류하여 작업장소와 근로손실일수 두 요인간의 통계적 유의성을 검증하였다. 재분류 범주는 28일미만(8일미만, 8-14일, 15-28일), 29일-90일, 91-180일, 181일-1년, 1년 초과-5년, 5년 초과(5년 초과, 사망자)이다.

근로손실일수 29-90일이 모든 작업장소에서 높은 점유율을 나타냈고 다음으로 91-180일, 181-1년, 1년 초과-5년, 28일(4주) 미만, 5년 초과 순으로 나타났다. 그러나 작업장소에 따른 근로손실일수의 연관성에 대한 검증결과는 통계적 유의하지 않는 것으로 나타났다($\chi^2=22.796$, $df=30$, $p\leq 0.05$).

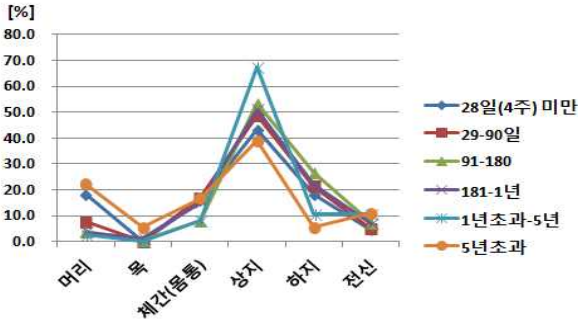
재해자 연령에 따른 근로손실일수의 통계적 유의성은 없었으나 전 재해자 연령에서 근로손실일수 29-90일 가장 높은 점유율을 차지하였고 다음이 91-180일, 181-1년, 1년 초과-5년, 28일(4주)미만, 5년 초과 순으로 나타났다.

Fig. 12는 각 상해부위별에 따른 근로손실일수 점유율을 나타낸다. 근로손실일수는 1년 초과-5년의 경우 상지(68%), 하지 및 전신이 각각 11%, 머리(3%) 이었고 목 상해는 없었다. 그러나 근로손실일수 5년 초과-5년의 경우는 상지(38.9%), 머리(22.2%), 체간(16.7%)의 순으로 머리의 상해가 2번째 점유율을 나타냈다. 머리 상해(N=4)와 관련된 재해작업으로는 화목운반작업, 제품운반작업, 청소정리작업, 휴식 등이다.

또한, 28일(4주)미만의 경우에도 상지(43.2%), 하지·머리(18.2%), 체간(15.9%)의 순으로 나타났다. 머리 상해(N=8) 관련 재해작업은 청소작업, 상하차작업, 원목검수, 원목절단작업, 이동대차작업, 테이블 작업이다. 상해부위에 따른 근로손실일수는 통계적으로 유의하게 관련(중속적) 있는 것으로 나타났다($\chi^2=59.337^*$, $df=25$, $p\leq 0.05$).



[Figure 11] Percentage of days lost group by working place



[Figure 12] Potion of days lost group by injured parts

Fig. 13은 작업장소에 따른 재해자의 상해부위 점유율을 나타내고 있다.

작업장소에 따른 상해부위 점유율을 살펴보면, 원목 적재장소에서는 하지(38.8%), 상지(36.5%), 체간(10.6%)의 순으로 나타났고, 1차 제재장소에서는 상지(62.2%), 하지(17.5%), 체간(10.5%) 순으로 나타났다. 2차 제재장소에서는 상지(58.4%), 체간(16.8%), 하지(9.7%) 순으로 나타났고, 특수가공장소에서는 상지(75.5%), 하지·체간(8.8%) 순이었고, 제품적재장소에서는 상지(43.5%), 하지(30.6%), 체간(14.5%) 순이었다.

전 작업장소에서 상지의 점유율이 가장 높았고 다음이 하지, 체간(몸통) 순의 나타났다. 이는 작업공정이 자동화 되지 않고 수작업에 의존하는 작업특성 때문으로 근로자가 목재뒤집기, 반제품 방향 바꾸기, 목재운반 작업시 협착점, 끼인목재 제거나 컨베이어 작업시 끼임점과 띠톱, 원협톱, 목재가공기계의 절단·베임 등의 위험에 노출되기 때문인 것으로 사료된다.

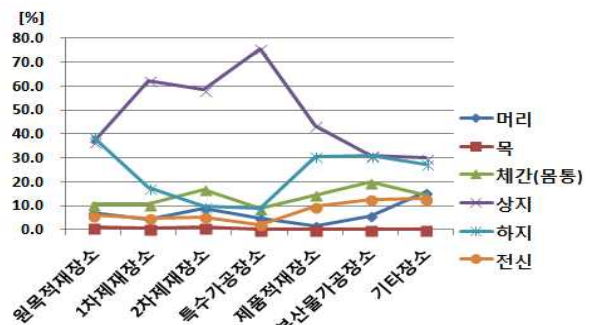
또한, 2차 제재장소에서는 체간(몸통)의 점유율이 상지 다음으로 높게 나타났다. 2차 제재장소는 자동 또는 수동의 테이블 작업과 갱립작업이 이루어지는 곳으로 가공물을 손으로 뒤집거나 몸통을 지지점 역할로 미는 작업을 수행한다. 따라서, 각공정별로 위험에 노출되는 신체부위를 고려하여 재해예방 노력이 필요하고 위험점에 노출되지 않도록 공정의 자동화도 병행하여 지원되어야 할 것이다.

작업장소에 따른 상해부위는 통계적으로 유의한 것으로 나타났는데 이는, 작업장소에 따른 상해부위가 관련성이 있는 것으로 볼 수 있다($\chi^2=101.347^*$, $df=30$, $p \leq 0.05$).

또한 상해부위와 작업내용을 살펴보면 상지상해(N=331)와 관련된 재해작업 점유율은 끼인목재 제거작업이 20.2%, 제품절단작업에서 12.7%, 반제품이송작업과 기타에서 각각 5.1%의 순으로 나타났다. 하지상해(N=135)와 관련된 작업은 이동중 10.4%, 제품운반작업

9.6%, 이동대차작업 8.1%, 원목절단작업 7.4%, 제품적재 6.7%로 순으로 나타났다. 체간(N=84)과 관련된 작업은 제품운반작업이 15.5%, 갱립소작업 9.5%, 이동대차작업 8.3%, 테이블 작업 7.1% 순으로 나타났다.

머리상해(N=43)의 경우 5년 초과와 28일미만 근로손실일수에서 상지 다음으로 높은 점유율을 보였다. 이와 관련된 재해작업은 기타(18.6%), 원목절단작업·청소정리작업(14%), 갱립소작업(7%), 끼인목재·이동대차·유지보수·제품운반·테이블작업에서 4.7% 점유율을 나타내었다. 머리상해의 경우 재해가 날 경우 강도가 심해질 수 있어 재해예방 대책수립시 머리상해 관련해서 보호구착용 등의 필요한 조치를 하여야 할 것이다.

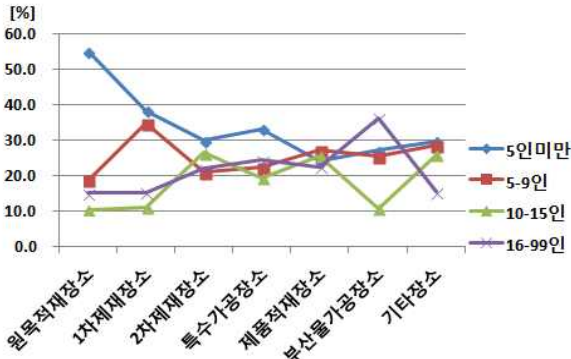


[Figure 13] Percentage of injured body parts by working place

Fig. 14는 작업장소에 따른 재해발생 사업장의 규모별 점유율을 나타내고 있다.

원목적재 작업장소에서는 5인 미만이 55.3%로 가장 높게 나타났고 5-9인이 18.8%로 다음을 차지하였다. 1차 제재장소에서는 5인미만(38.5%), 5-9인(35.0%)로 나타났고, 2차 제재장소에서는 5인 미만(30.1%), 10-15인 미만(26.5%)을 차지하였다. 또한, 특수가공장소에서는 5인 미만(33.3%), 16-99인 미만(24.5%)를 차지하였다. 부산물가공장소에서의 재해발생은 16-99인 미만에서 36.4%로 가장 높게 발생하였고 다음이 5인 미만으로 27.3%로 나타났다.

원목적재장소에서 5인 미만의 점유율이 높는데, 원목 적재장소의 재해(N=47, 100%)중 원목절단작업(25.5%), 원목운반작업·제품운반작업(14.9%) 순으로 나타났다. 이러한 재해작업들은 근로자들이 협력하여 작업을 수행해야 하는 작업이 대부분으로 5인미만의 사업장에서 무리한 단독작업 수행에 기인하는 것으로 추정된다. 작업장소에 따른 사업장 규모별 재해자는 통계적으로 유의하게 나타났고, 이는 작업장소에 따라 사업장 규모별 재해자는 관련(종속적)이 있는 것으로 분석된다($\chi^2=51.344^*$, $df=18$, $p \leq 0.05$).



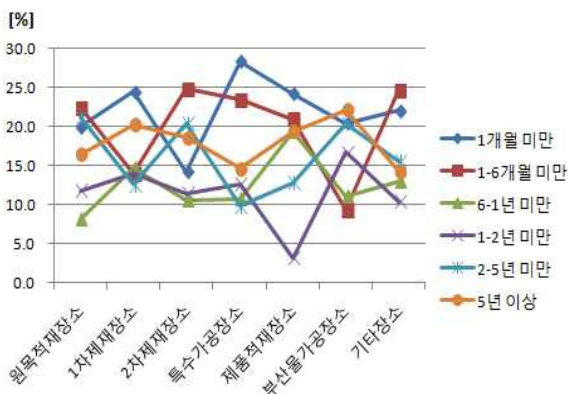
[Figure 14] Percentage of employment size by working place

Fig. 15는 작업장소에 따른 근속기간별 재해 점유율을 나타내고 있다.

1-6개월 미만과 1개월 미만의 경우 원목적재장소, 특수가공장소, 제품적재장소, 기타 장소에서 재해 점유율이 높고 1차 적재장소, 2차제재장소, 부산물 가공장소에서 재해 점유율이 낮다. 6-1년 미만, 1-2년 미만의 근속 근로자는 대체로 낮은 점유율을 보인다. 그러나, 5년 이상의 근속근로자의 재해 점유율이 높게 나타나고 있다.

이는 앞에서 언급했던 작업특성과도 연관된 것으로 원목적재 장소의 원목절단, 제품적재장소에서의 제품적재, 부산물 가공장소의 정리작업 등은 단순작업으로 고령근로자나 여성근로자, 외국인 근로자가 수행하는 경우가 많다.

반면에 1차제재장소의 이동대차작업, 2차제재장소의 테이블 작업에서는 숙련된 기술이 요구되어진다. 작업장소에 따른 근속기간의 연관성에 대한 검정결과는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다($\chi^2=34.770$, $df=30$, $p \leq 0.05$).



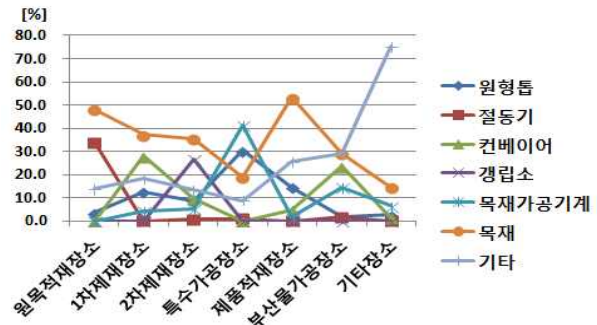
[Figure 15] Percentage of work experience group by working place

Fig. 16은 작업장소에 따른 재해와 재해시 취급물체의 점유율을 나타내고 있다.

원목적재장소에서 재해와 관련한 취급물체 점유율은 목재가 48.2%, 절동기가 34.1%로 기타 14.1% 순의 점유율로 나타났다. 1차제재장소에서는 목재(37.1%), 컨베이어(28%), 기타(18.2%), 원형톱(12.6%) 순으로 나타났다. 2차제재장소에서는 목재(35.4%), 갱립소(26.5%), 기타(13.3%) 순으로 나타났다. 특수가공장소에서는 목재가공기계(41.2%), 원형톱(30.4%), 목재(18.6%) 순으로 나타났다. 제품적재장소에서는 목재(53.2%), 기타(25.8%), 원형톱(14.5%) 순으로 나타났고, 부산물 가공장소에서는 목재와 기타가 각각 29.1%, 컨베이어 23.6%, 목재가공기계 14.5% 순의 점유율로 나타났다.

작업장소에 따른 재해시 취급물체에서 대체로 목재가 가장 높은 점유율을 나타내고 있다. 1차제재장소에서 컨베이어 관련한 재해가 많은 것은 1차제재공정이 원목투입컨베이어, 이동대차, 반제품 이송컨베이어 공정으로 이루어져 작업자가 컨베이어의 위험에 많이 노출되는 것에 따른 것으로 추정된다.

작업장소에 따른 재해시 취급물체는 통계적으로 유의하게 관련(중속적) 있는 것으로 나타났다($\chi^2=677.787^*$, $df=36$, $p \leq 0.05$).



[Figure 16] Percentage of handling material by working place

4. 결론 및 제언

본 연구는 위험성평가의 초기단계인 위해위험요인의 파악을 용이하게 하고 위험성평가지 재해통계를 활용하여 위험성을 추정하도록 하기 위하여 실시하였다.

첫째 재해 발생시 작업내용으로는 끼인목재 제거작업이 81건(12.6%), 제품운반작업 52건(8.1%), 제품절단작업 49건(7.6%), 이동대차 작업 41건(6.4%), 유지보수작업 37건(5.8%), 원목절단작업 34건(5.3%), 갱립소작업 30건(4.7%), 반제품 이송작업 26건(4%), (오토)테이블

작업 26건(4%) 순으로 나타났다.

또한, 재해와 관련한 취급물체는 목재(33.8%), 원형톱(11.6%), 컨베이어·목재가공기계(10.6%), 절동기(5.0%), 갱립소(4.7%) 순이었다.

일반제재업에 대한 지원의 경우 제재사업의 자동화 지원과 더불어 인력작업으로 이루어지는 제재공정에 대한 지원도 동시에 이루어져야 할 것이다. 그리고 작업장소와 공정을 분리하도록 하여 작업중에 컨베이어, 락톱 등과 접촉하지 않도록 하여야 할 것이다.

둘째 작업장소에 따른 상해부위, 사업장 규모, 취급물체는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이는 작업장소에 따라 위험에 노출되는 부위, 작업내용, 작업시 취급물체와 관계되는 것으로 추정된다. 따라서 각 작업장소별로 차별화한 재해예방을 추진하는 노력이 필요하다.

또한, 상해부위별 근로손실일수도 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 상해부위가 상지와 하지인 경우에 비해 머리, 목, 체간, 전신의 경우가 근로손실일수의 전체 점유율은 작았지만 5년 초과인 근로손실일수 점유율은 높았다. 이는 일반제재업에서 머리, 목, 체간, 전신을 다치는 경우는 큰 산업재해로 이어질 수 있음을 보여준다. 따라서 상지와 하지에 대한 재해예방 못지않게 각 신체부위를 보호할 수 있는 방호장치 또는 보호구의 착용이 필요하다.

본 연구는 일반제재업의 재해특성을 파악하고자 설명변수를 작업장소로 그에 따른 취급물체, 상해부위, 근로손실 일수 등의 변수를 종속변수로 하여 재해특성을 설명하고자 하였다. 검증방법으로는 카이스퀘어 검증을 택하였다. 그러나 재해에 영향을 미치는 작업내용, 근로자의 작업속도 등 추가 요인이 많았고, 3년간의 재해건수 이지만 분석 대상이 적어 추가 검증에 어려움이 있었다. 추후 연구에서는 작업장소와 관련된 추가 요인들을 파악하여 구조방정식 모형을 통한 재해발생의 인과관계를 파악하고자 한다. 이는 일반제재업에서의 재해발생 메커니즘의 이해를 용이하게 할 것이다.

또한, 근골격계질환 재해는 27건(4.2%)로 일반제재업의 작업강도와 고령근로자를 고려하면 낮은 수준으로 예상외의 결과이다. 그러나 일반제재업의 취급물체와 작업내용은 여전히 근골격계질환의 위험성이 크므로 중요한 위험요인으로 고려되어 연구되어야 한다.

5. References

- [1] Ministry of Employment and Labor, (2003), "Industrial Accident Status".
- [2] Ministry of Employment and Labor, (2012), "Industrial Accident Compensation Insurance law".
- [3] I. J. Shin(2013), "Comparative Study on the Institutional Framework of Risk Assessment between German, UK and Korea, Japan in Asian Countries", Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 28, No. 1, pp. 151~157.
- [4] Ministry of Employment and Labor, (2012), "Guide for Risk assessment".
- [5] S. B. Kim and J. K. Park(2013), "A Study on the Role of Safety and Health of Supervisors in Small to Medium-sized Industries", Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 28, No. 2, pp. 84-87.
- [6] I. J. Lee(1988), "A Legal and Economic Analysis of Industrial Accidents", Seoul National University Master's thesis.
- [7] P. Slovic, B. Fischhoff & S. Lichtenstein, (1979), "Rating the Risks, Environment", pp. 14-39.
- [8] S. Z. Oah(2013), "A Study of Workers' Safety Behavior in General Sawmill Industry: The Effect of Installation of Safety-aisle on the Workers' Safety Behavior", Occupational Safety & Health Agency.
- [9] M. W. Ha, D. H. Kim, H. S. Lim, S. H. Park, (1991), "Formaldehyde Exposure in the Plywood Manufacturing Factory", Korean Journal of Preventive Medicine Vol. 24. No. 1, pp. 37~44.
- [10] J. H. Michael and J. K. Wiedenbeck, (2004), "Safety in the Wood Products Industry", Forest Products Journal Vol. 54, No. 10, pp. 8~18.
- [11] U. Varonen and M. Mattila, (2002), "Effects of the Work Environment and Safety Activities on Occupational Accidents in Eight Wood-Processing Companies", Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, Vol. 12 (1), pp. 1~15.
- [12] U. Varonen and M. Mattila, (2000), "The safety climate and its relationship to safety practices, safety of the work environment and occupational accidents in eight wood-processing companies", Accident Analysis and Prevention 32, pp. 761~769.
- [13] Department of Justice and Attorney-General, (2011), "Sawmilling Industry Health and Safety Guide 2011", Queensland Government.
- [14] HSE, (2012), "Health and safety in sawmilling", HSE Books.
- [15] Department of Labor and Industries in Washington State, (2002), "Lumber Handling in Sawmills", Washington State in USA.

저 자 소 개

이 홍 석



안전보건공단 산업안전보건연구원
안전연구실 연구원(공학석사)
으로 재직 중이고, 관심분야는 재
해발생 메커니즘 규명과 공학심리
학 및 실험심리학이다.

주소 : 울산광역시 중구 중가로 400 안전보건공단 산업안전
보건연구원 안전연구실

김 영 선



연세대학교에서 통계 학사, 의학통
계 석사, 박사학위를 취득하였고,
현재 산업안전보건연구원 연구위원
으로 재직하고 있다. 관심분야는
산업재해, 근로환경 등이다.

주소 : 울산광역시 중구 중가로 400 산업안전보건연구

이 관 형



안전보건공단 산업안전보건연구원
안전연구실 연구위원(이학박사) 으
로 재직 중이고, 관심분야는 안전
보건 정책 및 제도개선, 규제정책,
안전문화, 안전보건 경영 및 관리
등이다.

주소 : 울산광역시 중구 중가로 400 안전보건공단 산업안전
보건연구원 안전연구실