

# 제조업 중업종별 재해율과 작업능력지수에 관한 연구 -경북북부지역을 중심으로-

최원일\* · 김상호\*\*

\*한국산업안전보건공단 대구지역본부 · \*\*금오공과대학교 산업공학부

## The Correlation between Work Ability Index and Workplace Injuries of Semi-Industrial Classification around North GyeongBuk Area

Won-Il Choi\* · Sang-Ho Kim\*\*

\*Daegu Office, Korea Occupational Safety and Health Agency

\*\*School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

### Abstract

As S. Korea is becoming an “aged society”, workers in the country would be exposed to higher risk of workplace injuries due to their reducing work abilities as they are getting old. To identify the relationship between the work ability and the incident rate of workplace injuries, the work ability index (WAI) scores were surveyed from 409 workers occupied in different manufacturing industries reside on north GyeongBuk area. The workplace injury statistics in the year of 2010 for the corresponding industries were analyzed and summarized with the WAI scores by age groups, years of service, and sizes of business.

The results showed the WAI scores of the workers occupied in the higher risk of workplace injury was lower than that of the workers of the lower risk. It means the lower the WAI score, the higher the chance of being injured during the task. It is concluded that appropriate correlation exists between the WAI scores of workers and the incident rate of workplace injury. It is recommended to administrate individual work abilities of aged workers in order to keep low rate of workplace injuries in upcoming aged and highly aged society.

**Keywords :** Workplace Injury, Work Ability Index, Correlation, North GyeongBuk Area

### 1. 서론

고용노동부에서 매년 공표하는 산업재해현황분석[22]에 따르면 우리나라의 산업재해율은 2000년대에 들어선 이후 10년간 마의 0.7%대에서 계속 정체되어 오다가 2010년 0.69%로 0.6%대에 진입하였다. 2011년에는 0.65%로 0.6%대를 유지하였으나 2012년 0.59%로 드디어

선진국 수준이라고 하는 0.5%대에 진입하게 되었다. 산업재해율은 지역이나 업종 등에 따라 상이하어 2012년 전국의 평균 산업재해율이 0.59인 반면, 지역별로는 서울 0.33%에서 강원 0.82%까지 업종별로는 전기가스수도업의 0.17%에서 광업의 6.94%까지 다양하게 나타나고 있다.

† 본 논문은 금오공과대학교 교내학술연구비 지원에 의한 연구결과임.

† Corresponding Author : Sang-Ho Kim, 61 Daehak-ro, Gumi, Gyungbuk 730-701, S. Korea ,  
M · P: 010-9502-4387, E-mail: kimsh@kumoh.ac.kr

Received January 15, 2014; Revision Received March 13, 2014; Accepted March 13, 2014.

이는 지역별 산업구조나 업종별 작업환경 등 여러 가지 대내외적 요인이 재해율에 영향을 미친 결과이다. 따라서 산업재해를 더욱 효과적으로 감소시키기 위해서는 지역산업과 작업환경 및 작업자 특성에 대한 보다 체계적인 분석을 통해 효율적인 대응방안을 모색해 나갈 필요가 있다. 특히 고령화 사회로 접어들면서 동반되고 있는 작업자의 작업능력 저하는 생산성 감소와 함께 근골격계질환을 포함한 여러 가지 재해의 발생가능성을 높이고 있음에 주목하여야 한다.

우리나라는 노인복지법에서 노령인구로 규정하는 65세 이상의 인구가 2010년 기준 11.3%에서 2013년 12.2%로 빠르게 증가하면서 고령화 사회에서 고령사회로 진행되고 있다. 일반적으로 65세 이상 인구 구성비가 전체의 7% 이상이면 고령화 사회, 14% 이상이면 고령사회, 20% 이상이면 초고령사회로 분류된다. 현재의 추세대로라면 우리나라는 2018년경에는 고령사회로 진입하고 2026년경에는 20.8%로 초고령사회로 진입될 것으로 예측된다[21]. 노령인구가 증가하는 상황에서 산업현장의 작업자 연령과 함께 근속연수 역시 증가할 것은 당연히 예상할 수 있는 결과이다.

업종별로 요구되는 작업능력에 대비하여 현재 해당 직종 종사자들이 지닌 작업능력이 어느 정도인지는 생산성 향상뿐만 아니라, 각종 안전사고 및 작업관련성질환 등 산업재해예방에도 중요한 내용이다. 산업체 근로자들의 고령화가 급속히 진행되어감에도 불구하고 작업전환, 작업환경개선 등을 통한 업종별 작업능력 요구도의 경감을 위한 노력이 적극적으로 이루어지지 않는다면 산업재해율이 다시 증가할 가능성이 높을 것으로 판단된다. 핀란드에서의 연구결과에 따르면 노동능력지수가 높은 작업자에서는 추적과정 5년 이내에 장애로 인한 장애연금 수혜자가 전무하였으나, 노동능력지수가 낮은 작업자군에서는 해당 작업자들의 1/3이 추적과정 5년 이내에 장애연금을 받게 되었음을 확인할 수 있다 [9]. 작업자는 생리적 연령이 증가함에 따라 육체적인 작업능력이 감소되기 때문에 연령의 증가에 따른 작업의 육체적인 요구 정도 즉, 작업부하에 대한 조정이 필요하며 작업환경에 대한 적절한 조치가 필요하다. 따라서 업종별로 현재 실제 작업에 종사하는 작업자의 작업능력 평가 방법에 대한 기준 마련이 필요하고, 작업능력에 영향을 미치는 요인을 조사하여 작업능력의 감소를 최소화하기 위한 대책 마련이 필요하다.

작업능력과 관련된 국내외 주요 연구를 살펴보면, 기계산업이나 조선업과 같은 특정산업군에 종사하는 작업자들의 작업능력을 작업능력지수를 이용하여 평가하거나[2, 10], 업종, 연령, 업무형태 등에 따른 작업자들의 작업능력의 차이를 비교, 평가하는 연구들[1, 13, 14]이

주류를 이루고 있다. 작업능력에 영향을 미치는 인자들을 고찰함으로써 작업자들의 작업능력을 향상시키기 위한 방안에 대해 연구한 사례들[2, 16, 17]도 존재하며, 의사들을 대상으로 작업능력과 직무스트레스의 정도를 함께 측정 한 연구사례[11]를 확인할 수 있었다. 하지만 작업자들의 작업능력에 따른 산업재해율의 변화와 같이 그 연관성을 분석한 연구들은 찾아보기 힘들었다.

이상에서 언급한 연구의 필요성에 따라 본 연구에서는 제조업 종사 근로자들을 대상으로 작업능력을 평가하고 중업종별 재해율과 작업자들의 작업능력과의 연관성을 분석해 보았다. 작업능력과 재해율 사이에 뚜렷한 연관성이 존재한다면 개별 작업자들의 작업능력에 대한 관리를 통해 재해를 예방하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 업종이나 기업의 규모, 작업자의 연령이나 근속연수와 같이 작업능력에 영향을 미치는 인자들을 확인함으로써 재해예방을 위한 보다 효율적인 산업안전 대책들을 모색할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 연구 내용 및 방법

### 2.1 연구 내용

본 연구에서는 경북북부지역의 제조업 종사 근로자들을 대상으로 작업능력을 평가하고 중업종별 재해율과 해당 직종 작업자들의 작업능력지수(WAI)와의 연관성을 분석해 보았다. 2010년 기준으로 경북북부지역의 제조업 평균 재해율은 0.44%이지만 산업재해보상보험법에 따른 중업종별 재해율은 많은 차이를 보였다 [22]. 이는 업종별 작업환경에 내재되어 있는 각종 위험요소의 정도차에 따른 결과일 뿐만 아니라, 각 업종에 종사하는 작업자의 작업능력을 초과하는 과도한 대내외적인 작업부하 등으로 인한 현상일 개연성이 높다. 따라서 본 연구를 통해 작업자의 작업능력지수 변화에 영향을 미치는 요인들을 분석함으로써 업종과 작업자의 특성을 반영한 안전대책을 수립하기 위한 연구의 기초를 마련하고자 하였다.

#### 2.1.1 연구 가설

본 연구에서 2010년 경북북부지역 제조업 재해분석과 제조업종에 대한 WAI 설문조사를 통해 확인하고자 한 가설은 다음과 같다.


- ① 재해율이 상대적으로 높은 업종에 종사하는 근로자들은 작업환경요인과 개인적인 요인에 의해 작업능력지수가 상대적으로 낮게 나타난다.

② 재해율에 영향을 미치는 작업자의 연령, 근속기간 및 종사하는 사업장 규모는 작업능력지수에도 영향을 미친다.

### 2.1.2 산업재해 현황분석

산업안전보건법 제 10조 및 같은 법 시행규칙 제4조의 규정에 따르면 사업주는 4일 이상의 요양을 요하는 부상을 입거나 질병에 걸린 자가 발생한 때에는 산업재해가 발생한 날로부터 1개월 이내에 산업재해조사표를 작성하여 관할지방 노동관서의 장에게 제출하거나 1개월 이내에 근로복지공단에 요양신청서를 제출하여야 한다. 본 연구에서 작업능력과의 연관성을 분석하고자 활용된 산업재해통계 자료는 근로복지공단에서 요양결정된 요양신청서 자료와 지방고용노동관서에 산업재해조사표가 제출된 재해를 기준으로 집계된 2010년도 자료이다. 또한 고용노동부 구미지청, 영주지청 및 안동지청 관할지역인 경북북부지역을 대상으로 제조업에 한정하여 산업재해보상보험법에 따른 중업종별 재해율과 연령, 근속기간, 규모별 산업재해 현황을 분석하였다.

2010년 사업종류별 산업재해보상보험료율 고시(노동부고시 제2009-79호)에 따르면, 제조업은 유기 또는 무기물질에 물리적·화학적 변화를 가하여 신제품을 제조하는 사업으로 식료품제조업, 담배제조업, 섬유 또는 섬유제품 제조업(갑), 섬유 또는 섬유제품 제조업(을), 제재 및 베니어판제조업, 목제품제조업, 펄프·지류제조업 및 제본 또는 인쇄물 가공업, 신문·화폐발행, 출판업 및 경인쇄업 등 32개 중업종으로 분류된다.

	행정구역	노동관서
	6市 5郡	3개 지청
	구미, 김천, 칠곡, 일부	구 미
	영주, 문경, 상주, 봉화군	영 주
	안동, 의성, 예천, 청송, 영양	안 동

[Figure 1] The Administrative Districts Surveyed

### 2.1.3 작업능력 평가

1980년대 초반 핀란드에서 수행된 연구들에서 작업능력(Work Ability)이라는 용어가 사용되기 시작하였으며 미국, 핀란드, 네덜란드, 일본 등을 중심으로 이와 관련된 연구가 활발히 수행되고 있다.[3, 4, 5, 7, 8, 12, 15, 19, 20] 선행 연구에서 작업능력은 작업자가 개인적인 건강조건과 정신적 자질을 고려하여 업무를 하는데

필요한 능력으로 정의하고 있다[6]. 작업능력은 작업자의 연령, 성별, 건강상태, 스트레스 등의 개인적 요인과 작업 특성 및 형태, 작업부하 등의 작업관련 요인들에 의해 주로 영향을 받게 된다. 이러한 작업능력에 영향을 미치는 요인에 대한 선행연구에서는 작업능력은 작업환경적인 요인보다는 작업자의 개인적인 요인에 의해서 결정된다는 결과도 발표된 바 있다[18].

작업능력을 평가하는 방법으로는 산소소비량, 최대심박수 등의 실험에 의한 방법과 작업능력지수(Work Ability Index : WAI) 설문에 의한 방법이 있다. 실험적인 평가는 제약 조건 하에서 정확한 연구결과를 얻을 수 있는 장점은 있으나 작업현장에서의 적용이 어렵고 시간 및 비용 등의 제약이 많다. 이에 반해 WAI 설문에 의한 작업능력평가는 주관적인 평가로 신뢰도는 실험에 비해 높지는 않지만 평가가 용이하고 시간과 비용이 적게 소요되는 등 실제 작업현장에 적용하기가 용이하다.

WAI 설문은 핀란드 내의 고령 작업자의 작업능력 평가 및 관리를 목적으로 50세 이상의 고령근로자들에 대한 수년간의 역학조사를 기초로 1994년 FIOH (Finnish Institute of Occupational Health)에서 개발하였다. WAI 설문은 작업자의 작업능력에 대한 평가를 주목적으로 하여 향후 작업능력 개선 및 관리를 위한 기초 자료로 활용된다. 또한, 작업능력에 대한 관리 효과를 평가하고, 근로자의 작업능력손실에 대한 사전적인 징후를 파악하기 위한 방법으로도 사용될 수 있다. 그리고 이러한 목적 이외에 주기적인 건강관리, 생산성 향상 및 보건관리의 목적으로도 사용될 수 있다. WAI 설문은 작업자의 기본정보에 대한 항목부분과 작업능력의 평가와 관련된 작업자가 작업을 하는데 필요한 육체적, 정신적 능력에 대한 문항으로 구성된다. 작업능력의 평가와 관련된 항목은 작업자의 육체적, 정신적 능력에 대한 7개의 문항으로 구성되어 있다.

WAI 설문 문항을 이용한 작업자의 작업능력평가는 총 7개 문항에 대한 점수를 합산하여 최종 WAI 점수를 산출하게 된다. 최종 산출된 WAI 점수는 7~49점의 범위를 가지게 되며 소숫점 첫째자리에서 반올림한다. 또한 앞에서 설명한 바와 같이 최종 산출된 WAI 점수의 범위에 따라 44점 이상인 경우 Excellent, 37~43점인 경우 Good, 28~36점인 경우 Moderate 그리고 27점 이하인 경우 Poor로 작업능력의 클래스를 구분하기도 한다.

<Table 1> Items covered by the Work Ability Index, and the Scoring of the Responses

평가문항	평가점수	평가방법
1. 최상의 작업능력과 비교하여 현재의 작업능력	0~10점	· 0점 : 작업불능상태 · 10점 : 최상의 작업능력
2. 작업 필요능력과 비교하여 현재의 작업능력	2~10점	· 2점 : 매우 나쁨 · 10점 : 매우 좋음 ※ 작업형태에 따라 가중치 부여하여 산정
3. 의사 진단 질병 또는 부상	1~7점	· 1점 : 5개 이상의 질병 · 2점 : 4개 질병 · 3점 : 3개 질병 · 4점 : 2개 질병 · 5점 : 1개 질병 · 7점 : 질병 없음
4. 질병에 인한 업무장에 정도	1~6점	· 1점 : 전혀 일할 수 없음 · 6점 : 업무장에 없음
5. 지난 1년 동안의 병가 일수	1~5점	· 1점 : 100일 이상 · 2점 : 25~99일 · 3점 : 10~24일 · 4점 : 9일 이내 · 5점 : 전혀없음
6. 2년간 현재 업무 수행 가능 여부	1점, 4점, 7점	· 1점 : 불가능 · 4점 : 불확실 · 7점 : 거의 확실
7. 정신적 자질	1~4점	· 1점 : 매우 나쁨 · 4점 : 매우 좋음 ※ 세부문항 합산점수

2.2 연구대상 및 절차

본 연구의 전체적인 절차는 경북북부지역 제조업에 대한 2010년 산업재해분석을 통하여 WAI와의 상관관계 및 그에 영향성을 미치는 요인의 확인과정으로 진행되었다. 산업재해 분석의 변수로는 중업종별 재해율, 연령, 근속기간, 규모별 재해자수이며, WAI 설문조사를 통한 변수로는 WAI 점수 및 클래스, 연령, 근속기간, 기업규모가 사용되었다. 통계분석에는 MINITAB 프로그램을 사용하였다.

본 연구에서 경북북부지역의 중업종별 재해율 등의 연관성을 분석하기 위한 자료수집을 위해 동 지역의 전자제품제조업, 화학제품제조업, 금속제련업으로 한정된 43개 사업장의 종사근로자 409명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. WAI 설문조사는 2010년 8월부터 10월까지 2개월에 걸쳐 사업장을 직접 방문하여 근로자 면담을 통해 실시하거나 50인 이상 사업장은 안전보건 관리자 또는 담당자를 통해 실시하였다.

설문대상자 409명이 종사하는 중업종별 분포는 전자제품제조업 33.99%(139명), 화학제품제조업 32.27%(132명), 금속제련업 33.74%(138명)이었다.

<Table 2> Classification of the Subjects by Industry

구 분	계	전자제품 제조업	화학제품 제조업	금속제련업
계(명)	409	139	132	138
비율(%)	100.0	33.99	32.27	33.74

설문대상자가 종사하는 사업장의 규모별 분포를 보면, 300인 이상 44.25%(181명), 50~300인 미만 30.56%(125명), 50인 미만 25.18%(103명) 순이었다.

<Table 3> Classification of the Subjects by Size of Business

구 분	계	~50인	50~300인	300인~
계(명)	409	103	125	181
비율(%)	100.0	25.18	30.56	44.25

설문대상자들의 연령은 만 18세~59세까지의 범위로 평균연령(±표준편차)은 만 36.39(±8.24)세였다. 연령별 분포를 보면 30대 44.50%(182명), 40대 22.98%(94명), 20대 이하 22.49%(92명) 그리고 50대 이상 10.02%(41명) 순이었다.

<Table 4> Classification of the Subjects by Age

구 분	계	~20대	30대	40대	50대~
계(명)	409	92	182	94	41
비율(%)	100.0	22.49	44.50	22.98	10.02

설문대상자들의 근속년수는 0.08년~26.75년까지의 범위로 평균 근속년수(±표준편차)은 6.90(±6.30)년이었다. 근속년수별 분포를 보면 1~5년 미만 41.32%(169명), 10년 이상 26.41%(108명), 5~10년 미만 21.52%(88명) 그리고 1년 미만 10.76%(44명) 순이었다.

<Table 5> Classification of the Subjects by Years of Service

구 분	계	~1년	1~5년	5~10년	10년~
계(명)	409	44	169	88	108
비율(%)	100.0	10.76	41.32	21.52	26.41

### 3. 연구결과

#### 3.1 경북북부지역 산업재해 현황

##### 3.1.1 중업종별 산업재해 현황

<Table 6> Workplace Injury Statistics by Industry

연 번	중업종명	재해자	재해율	재해율	
				편차	편차율
	계	574	0.44	0.00	0.00
1	비금속광물제품 및 금속제품제조업 또는 금속가공업	99	2.37	1.94	440.97
2	식품제조업	87	1.54	1.10	250.93
3	화학제품제조업	80	0.78	0.34	78.54
4	기계기구제조업	52	0.93	0.50	113.00
5	전자제품제조업	41	0.06	-0.38	-86.37
6	섬유 또는 섬유제품 제조업(을)	35	0.55	0.11	24.59
7	요업 또는 토석제품제조업	24	1.88	1.44	327.91
8	기타제조업	20	0.82	0.38	87.00
9	자동차 및 모터사이클수리업	16	1.08	0.64	145.84
10	금속제련업	14	2.19	1.76	400.02
11	그밖의 제조업	106	0.43	0.00	-1.06

경북북부지역 제조업체들의 2010년 산업재해율 평균은 0.44%이며, 중업종별 산업재해현황은 다음의 표와 같다. 경북북부지역의 제조업평균 산업재해율과 비교한 결과, 비금속광물제품 및 금속제품제조업 또는 금속가공업(2.37%)은 4.4배로 가장 높았고, 전자제품제조업(0.06%)은 0.9배로 가장 낮은 것으로 나타났다. 본 연구에서 대상으로 삼은 중업종인 전자제품제조업, 화학제품제조업(0.78%), 금속제련업(2.19) 사이에도 뚜렷한 차이가 존재하였다.

##### 3.1.2 사업장 규모별 산업재해 현황

사업장 규모별 산업재해현황을 분석해본 결과, 50인 미만 사업장 436명(75.96%), 50인~300인 미만 사업장 96명(16.72%), 300인 이상 사업장 42명(7.32%)으로 나타나 50인 미만 사업장이 매우 높은 비율을 차지함을 알 수 있다. 또한 사업장 규모가 작을수록 재해자수가 증가하는 경향을 나타냈다.

<Table 7> Workplace Injury Statistics by Size of Business

규모	재해자수(명)	점유율(%)
계	574	100.00
50인 미만	436	75.96
50인~300인 미만	96	16.72
300인 이상	42	7.32

##### 3.1.3 연령별 산업재해 현황

연령별 산업재해현황을 분석해 보면, 50대 이상이 184명(32.06%), 40대가 165명(28.75%), 30대가 144명(25.09%)으로 나타나 연령이 높을수록 산업재해가 많이 발생하는 결과를 나타냈다.

<Table 8> Workplace Injury Statistics by Age

연령별	재해자수(명)	점유율(%)
계	574	100.00
20대 이하	81	14.11
30대	144	25.09
40대	165	28.75
50대 이상	184	32.06

##### 3.1.4 근속기간별 산업재해 현황

근속기간별 산업재해현황을 분석해 보면, 1년 미만 작업자 320명(55.75%), 5년 미만 작업자 156명(27.18%), 10년 미만 작업자 49명(8.54%), 10년 이상 작업자 44명(7.67%)으로 나타나 근속기간이 짧을수록 산업재해가 많이 발생하는 것으로 나타났다.

<Table 9> Workplace Injury Statistics by Years of Service

근속년수	재해자(명)	점유율(%)
계	574	100.00
1년 미만	320	55.75
5년 미만	156	27.18
10년 미만	49	8.54
10년 이상	44	7.67
분류불능	5	0.87

### 3.2 WAI 설문 조사 결과

#### 3.2.1 전체 작업자의 WAI 점수 및 클래스

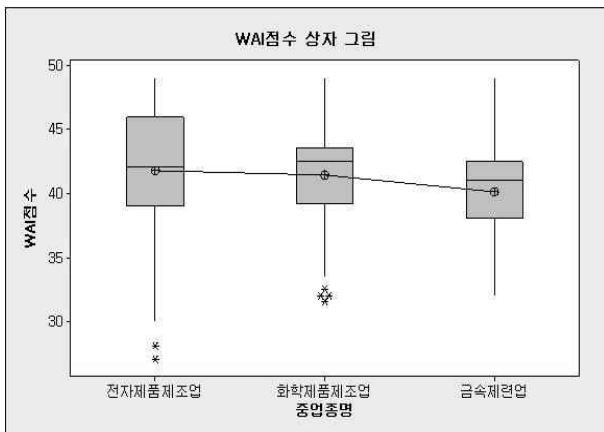
전체 작업자 409명의 WAI 점수에 대한 평균은 41.105점, 표준편차는 4.212점으로 나타났으며, WAI Level은 다음의 표와 같이 Excellent가 25.7%, Good이 58.7%, Moderate가 15.4%, Poor가 0.2%로 나타났다.

<Table 10> Classification of WAI Scores

구분	Excellent (44점 이상)	Good (37~43점 이상)	Moderate (28~36점 이상)	Poor
인원	105명	240명	63명	1명
비율	25.7%	58.7%	15.4%	0.2%

설문조사를 통해 측정된 WAI 점수를 바탕으로 평가한다면 전체 작업자들 중 Good 이상의 우수한 작업능력을 지닌 작업자의 비율이 84.4%, Moderate이상의 적절한 작업능력을 지닌 작업자들의 비율이 99.8%에 해당한다. 따라서 0.2%를 제외한 대부분의 작업자들이 자신의 작업에 적합한 작업능력을 지니고 있다고 판단하고 있음을 알 수 있다.

#### 3.2.2 중업종별 WAI 점수

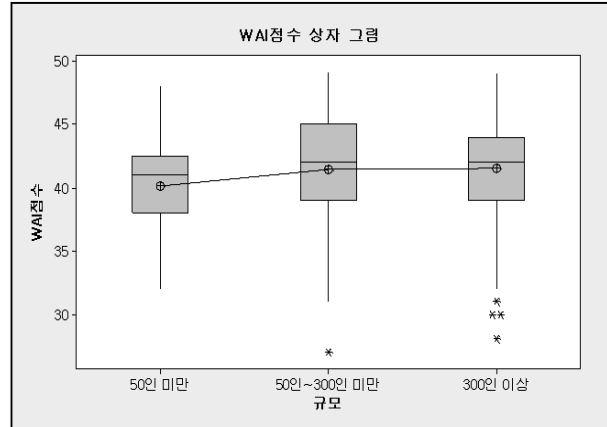


<Figure 2> WAI Scores by Industry

중업종별 WAI 점수에 대한 일원분산분석에 의한 평균차검정 결과, 중업종별로 WAI 모평균은 유의한 차이(P=0.002)를 보였다. Tukey의 방법을 사용하여 그룹화한 결과, 전자제품제조업 및 화학제품제조업간에는 유

의한 차이가 없었으나 금속제련업과는 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과는 전자제품제조업이나 화학제품제조업에 비해 금속제련업이 작업자들에게 요구하는 작업능력이 보다 높음을 나타내주는 결과로 해석된다.

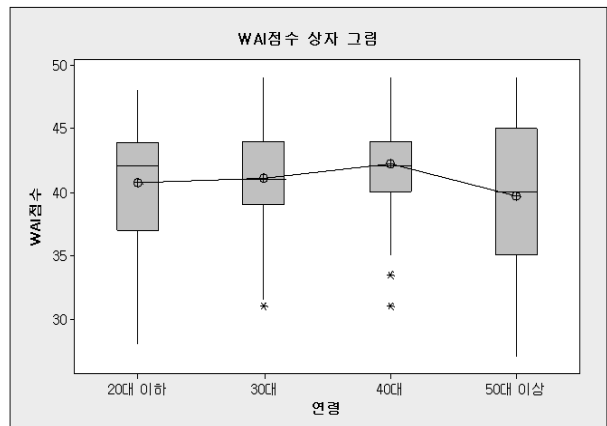
#### 3.2.3 사업장 규모별 WAI 점수



<Figure 3> WAI Scores by Size of Business

사업장 규모별 WAI 점수에 대한 일원분산분석에 의한 평균차 검정 결과, 규모별로 WAI 모평균은 유의한 차이(P=0.017)를 보였다. Tukey의 방법을 사용하여 그룹화한 결과, 50인~300인 미만 및 300인 이상 간에는 유의한 차이가 없었으나 50인 미만과 50인 이상 간에는 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과는 50인 미만의 사업장의 경우 작업환경이나 업무강도 등으로 인해 작업자들에게 보다 높은 수준의 작업능력을 요구하고 있는 현실을 반영한 결과로 해석된다.

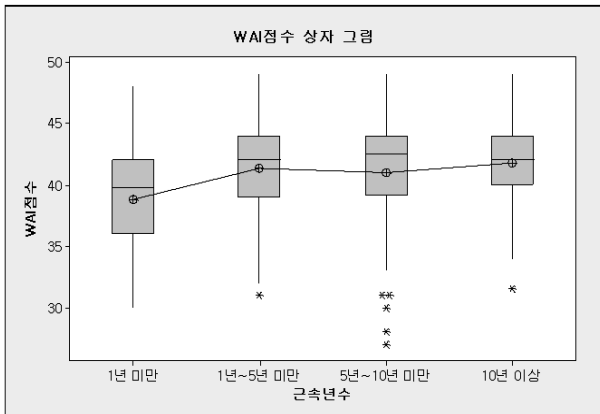
#### 3.2.4 연령별 WAI 점수



<Figure 4> WAI Scores by Age

연령별 WAI 점수에 대한 일원분산분석에 의한 평균 차검정 결과, 연령별로 WAI 모평균이 유의한 차이(P=0.009)를 보였다. Tukey의 방법을 사용하여 그룹화한 결과, 20대와 30대 간에는 유의한 차이가 없었으나 20~30대, 40대, 50대 이상 간에는 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과로부터 40대까지는 연령의 증가에 따른 작업능력의 편차가 발생하지 않지만 50대 이후부터는 고령화에 따른 영향으로 작업능력이 감소함을 알 수 있다.

### 3.2.5 근속년수별 WAI 점수



<Figure 5> WAI Scores by Years of Service

근속년수별 WAI 점수에 대한 일원분산분석에 의한 평균차 검정 결과, 근속년수별로 WAI 모평균이 유의한 차이(P=0.001)를 보였다. Tukey의 방법을 사용하여 그룹화한 결과, 1년~5년 미만, 5년~10년 미만 및 10년 이상 간에는 유의한 차이가 없었으나 1년 미만과는 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과는 작업에 대한 숙련도가 부족한 1년 미만의 작업자들이 작업능력의 부족을 경험한다는 사실을 입증하는 결과로 해석된다.

## 3.3 WAI 점수와 산업재해의 연관성

### 3.3.1 중업종별 WAI 점수와 재해율

전자제품제조업, 화학제품제조업 및 금속제련업의 WAI 점수와 재해율을 비교해 본 결과, WAI 점수가 높을수록 재해율이 낮아지는 경향을 보였다. 이는 본 연구에서 설정한 첫 번째 가설인 WAI 점수와 재해율간에 연관성이 존재함을 입증하는 결과이며, 중업종 분류에서 높은 재해율을 나타내는 업종들이 작업자들에게 보다 높은 작업능력을 요구함을 의미하는 것으로 해석할 수 있다.

<Table 11> WAI Scores and Workplace Injury Statistics by Industry

구 분	조사수 (명)	WAI		2010년 재해율
		평균	표준편차	
전자제품제조업	139	41.813	4.879	0.06%
화학제품제조업	132	41.413	3.944	0.78%
금속제련업	138	40.098	3.514	2.19%

### 3.3.2 규모별 WAI 점수와 재해율

50인 미만, 50~300인 미만 및 300인 이상 사업장의 WAI 점수와 재해자수를 비교해 본 결과, 사업장의 규모가 작을수록 WAI 점수는 낮고 재해자수는 많아지는 경향을 보였다. 이는 재해율과 WAI 사이의 연관성을 입증하는 결과인 동시에 사업장의 규모에 따라 재해율과 WAI가 달라진다는 본 연구의 두 번째 가설이 참임을 나타내주는 결과이다. 즉, 규모가 영세한 사업장일수록 작업자들에게 높은 수준의 작업능력을 요구하기 때문에 재해의 위험성이 높아진다는 의미로 해석할 수 있다.

<Table 12> WAI Scores and Workplace Injury Statistics by Size of Business

구 분	조사수	WAI		2010년	
		평균	표준편차	재해자수	비율
~50인	103	40.083	3.439	436	75.96%
50~300인	125	41.400	4.765	96	16.72%
300인~	181	41.483	4.130	42	7.32%

### 3.3.3 연령별 WAI 점수와 재해율

연령대에 따른 WAI 점수와 재해자수를 비교해 본 결과 WAI 점수와 재해율 사이의 관계가 50대를 기준으로 서로 다른 양상을 나타냄을 확인하였다. 50대 이전까지는 연령대가 증가함에 따라 WAI 점수가 조금씩 증가하는 경향을 보이나 재해율은 더 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 50대 이후에는 WAI 점수가 유의하게 낮아지고 재해자수가 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 50대 이전까지는 연령의 증가에 따라 육체적 작업능력에 큰 차이가 없으며 숙련도가 향상됨에 따라 전반적인 작업능력은 오히려 늘어나기 때문인 것으로 판단된다. 또한 50대 이후의 연령대에 있어서는 숙련도의 향상을 통해 얻을 수 있는 이점보다 고령화에 따라 상실되는 작업능력이 더 커져서 동일한 작업 부하가 요구되는 상황에서는 재해의 위험성이 더욱 높아지는 것으로 해석할 수 있다.

<Table 13> WAI Scores and Workplace Injury Statistics by Age

구 분	조사수	WAI		2010년	
		평균	표준편차	재해자수	비율
~20대	92	40.739	4.684	81	14.11%
30대	182	41.049	3.944	144	25.09%
40대	94	42.181	3.301	165	28.75%
50대~	41	39.707	5.500	184	32.06%

3.3.4 근속년수별 WAI 점수와 재해율

1년 미만, 1년~5년 미만, 5년~10년 미만, 10년 이상의 WAI 점수와 재해자수를 비교해 본 결과, 1년 미만의 근속년수를 지닌 작업자들의 WAI 점수가 가장 낮았고 재해자 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 재해율과 WAI 점수 사이에 연관성이 존재함을 뒷받침하는 또 다른 결과이지만, 본 연구의 주요관심인 고령화에 따른 작업능력의 저하와는 무관하다. 즉 근속년수가 1년 미만인 작업자들은 육체적 능력과 상관없이 숙련도의 부족으로 인한 작업능력의 부족을 경험하게 되며, 이로 인해 숙련된 작업자들에 비해 더 높은 재해위험에 노출되는 것으로 해석할 수 있다.

<Table 14> WAI Scores and Workplace Injury Statistics by Years of Service

구 분	조사수	WAI		2010년	
		평균	표준편차	재해자수	비율
~1년	44	38.795	4.054	320	55.75%
1~5년	169	41.320	4.184	156	27.18%
5~10년	88	41.011	4.564	49	8.54%
10년~	108	41.787	3.724	44	7.67%

4. 토의 및 결론

본 연구에서는 고령사회로의 진입과정에서 정년연장 등으로 인해 생산현장의 작업자들 역시 고령화가 불가피한 현 시점에서 새로운 산업안전 관리방안이 모색될 필요가 있음에 주목하였다. 즉 작업자들이 고령화됨에 따라 나타나는 작업능력의 저하를 보상하기 위해 작업부하의 감소방안이나 개인의 작업능력을 고려한 직무전환 등이 이루어지지 않을 경우 현재 감소추세에 있는 재해율이 다시 높아질 수 있다는 문제점을 제기하고자 하였다. 이를 위해 재해율과 작업능력 간에 밀접한 연관성이 존재함과 작업능력에 영향을 미치는 작업 및 개인관련 인자들을 확인하기 위한 자료수집 및 분석을 실시하였다. 연구대상 범위는 2010년 경북북부지역 제조

업 산업재해현황자료를 바탕으로 선정하였다. 동지역에 소재한 산업체들중 재해율에서 차이를 보이는 3개 중업종(전자제품제조업, 화학제품제조업, 금속제련업)에 해당하는 업체들을 선정하고, 해당업체에 종사하는 근로자 409명을 대상으로 WAI 설문조사를 실시하였다.

수집한 자료에 대한 통계적 분석결과 중업종과 사업장 규모, 작업자의 연령과 근속기간에 따라 WAI 점수의 모평균이 통계적으로 유의한 차이(P>0.05)를 보였으며, 중업종별로는 재해율이 높은 업종에서 WAI 점수가 낮게 나오는 경향을 보여 중업종별 재해율과 WAI 점수 사이에 밀접한 연관성이 있음을 확인할 수 있었다. 또한 재해자수가 상대적으로 많이 발생하는 50인 미만의 사업장, 50대 이상 및 1년 미만의 근속년수를 지닌 작업자 그룹에서 WAI 점수가 낮게 나타나 재해발생에 영향을 미치는 요인들이 WAI 점수의 감소에도 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이러한 결과들을 본 연구에서 설정했던 가설들의 타당성을 입증해주는 결과이며, 이상과 같은 연구과정을 통해 도출한 주요 결론을 정리하면 다음과 같다.

- ① 재해율이 상대적으로 높은 업종에 종사하는 근로자들은 그렇지 않은 업종에 종사하는 근로자들에 비하여 작업능력지수가 상대적으로 낮게 나타났다. 즉, 업종에 따라 작업자에게 요구하는 작업능력의 정도에 차이가 있으며, 높은 작업능력을 요하는 중업종일수록 상대적으로 재해발생의 위험이 높다.
- ② 작업자의 연령, 근속년수 및 종사하는 사업장의 규모 등에 따라 작업자의 작업능력지수에 차이가 있으며, 작업능력지수가 낮을수록 재해발생의 위험이 높다. 따라서 재해감소를 위해서는 작업능력지수의 평가 및 관리를 통한 개인별 작업능력관리가 요구된다.
- ③ 작업자의 연령이 50대를 넘어서 고령화가 진행될수록 근속년수에 따른 숙련도 증가에 비해 작업능력의 손실이 크게 발생하므로 재해발생의 위험이 증가한다. 따라서 재해율을 지속적으로 감소시키기 위해서는 고령자들의 작업능력 감소를 보상하기 위한 작업부담의 경감이 필요하며, 특히 작업부하가 과중한 중업종이나 사업장 규모를 지닌 산업체들을 중심으로 특화된 안전대책을 강구할 필요가 있다.



## 5. References

- [1] Lee, Y. H., Kim, S. H., Kim, S. W., Sin, H. R., Jin, B. W., Woo, K. H., and Han, G. W., "Pilot Study for the Assessment of Work Ability of Manufacturing Workers and Managerial Workers", *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, Vol.28 No 2, pp.497-510, 1995.
- [2] Chang, S. R., "A Study on Factors Influencing the Work Ability Index of Shipbuilding Industry Workers", *Journal of The Korean Society of Safety*, Vol.24 No6, pp.132-135, 2009.
- [3] Chumchai, P., Silpasuwan, P., Viwatwongkasem, C., Wongsuvan, T., "Work Ability Among Truck Drivers in Thailand", *International Commission on Occupational Health*, 2007
- [4] Duong, K. V., Nguyen, N.N., Ta, Q. B., Khuc, X., "Primary Study on Work Ability of Vietnamese Workers", *International Commission on Occupational Health*, Chumchai, P., Silpasuwan, P., Viwatwongkasem, C., Wongsuvan, T., "Work Ability Among Truck Drivers in Thailand", *International Commission on Occupational Health*, 2007.
- [5] Hasselhorn, H. M., Müller, B. H., Freude, G., "The work ability index(WAI)- establishment of a German WAI-network", *International Congress Series*, 2005.
- [6] Ilmarinen, J., Rantanen, J., "Promotion of Work Ability during Aging", *American Journal of Industrial Medicine Supplement*, 1, pp.21-23, 1999.
- [7] Ilmarinen, J., Tuomi, K., Klockars, M., "Changes in the work ability of active employees over an 11-year period *Scandinavian journal of work, environment and health*, 1997.
- [8] Ilmarinen, J., Tuomi K., Seitsamo, J., "New dimensions of work ability *International congress series*", 2005.
- [9] Kaija T, Leena E, Juoni T, Erkki J, Juhani I: Work load aging municipal employees. *Scand J Work Environ Health* 17(suppl 1): pp.128-134, 1991.
- [10] Kang, J. C., B Baek, S. Y., Chang, S. R., "Investigation the Work Ability of Employees in the Korean Machinery Industry", *Journal of the Korean Society of Safety*, Vol.20 No3, pp.197- 201, 2005.
- [11] Kim, Y. C., Kim, J. K., "A Study on Evaluation of Work Ability and Job Stress for Doctor", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.27 No4, pp.9-14, 2008.
- [12] KloimuKller, I., Karazman, R., Geissler, H., Karazman -Morawetz I. and Haupt, H., "The relation of age, work ability index and stress-inducing factors among bus drivers", *IJIE* 25 pp.497-502, 2000.
- [13] L.Tobia, A. Giammaria, S. Pizzuti, F. Gioia, A. Lupi, G.Spera, A. Paoletti, "Elderly workers in chemical, energetic, sanitary and public fields: Evaluation of work ability", *International Congress Series* 1280, pp.322-327, 2005.
- [14] Lee, Y. J., Chang, S. R., "A Study on the Work Ability Index by the Type of Business, Age and Job", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.29 No1, pp.101-105, 2010.
- [15] Liira, J., Matikainen, E., Leino-Arjas, P., "A Work ability of middle-aged Finnish construction workers - a follow-up study in 1991-1995", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 25, No. 5, pp. 477-481, 2000.
- [16] Peter Knauth, Dorothee Karl, Cordula Braedel-Kuhner, "How to improve the work ability of elderly workers The European research project RESPECT", *International Congress Series* 1280, pp.11-16, 2005.
- [17] Peter Knauth, Dorothee Karl, Cordula Braedel-Kuhner, "How to improve the work ability of elderly workers The European research project RESPECT", *International Congress Series* 1280, pp.11-16, 2005.
- [18] Pohjonen, T., "Perceived work ability of home care workers in relation to individual and work-related factors in different age groups", *Occup. Med.* Vol. 51, No. 3, pp. 209~217, 2001.
- [19] Shock, N. W., Greulich, R. C., Andres, R., Arenberg D., Costa, P. T., Lakatta, E. G. and Tobin, J. D., "Normal human aging, the Baltimore longitudinal study", *NIH Publication*, No. 84-2450, 1984.
- [20] Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katajainen, L. and Tulkki, A., "Respect for the aging", *Work Ability Index*, Institute of Occupational Health, Helsinki, 1994.
- [21] Korea National Statistical Office, *Population Census Report*, 2010.
- [22] Ministry of Employment and Labor, *Workplace Injury Statistics Report*, 2001~2012.

### 저 자 소 개

#### 최 원 일



계명대학교 산업공학과를 졸업하고, 금오공과대학교 산업대학원에서 석사학위를 취득하였다. 현재 한국산업안전보건공단 대구지역본부에 재직 중이며, 인간공학기술사로서 관심분야는 산업안전공학, 작업시스템 설계 및 평가 등이다.

주소: 대구광역시 중구 국제보상로 648 안전보건공단 대구 지역본부

#### 김 상 호



성균관대학교 산업공학과를 졸업하고, POSTECH 대학원에서 석, 박사학위를 취득하였다. 현재 금오공과대학교 산업공학부 교수로 재직 중이며, 인간공학기술사로서 관심분야는 작업시스템 설계 및 평가, 산업안전공학, 디스플레이에 대한 사용자 중심의 품질평가 등이다.

주소: 경북 구미시 대학로 61 금오공과대학교 산업공학부