Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 23, No. 4 pp.23-34, November 2004

다변량 분석기법을 활용한 중대재해 구조분석에 관한 연구

A Study on the Structural Analysis for Fatal Industrial Accidents using Multivariate Analysis Methods

임정은*, 이홍철*, 박성준**

ABSTRACT

The importance of the industrial safety has been growing gradually as well as the prevention activities on industrial accidents. Industrial accident rates have been decreasing by the prevention activities. However, the fatal industrial accidents such as the death tend to increase and risk per accident has increased. The previous studies on the industrial accidents focus on the entire accidents. However, these studies are lacking for the fatal industrial accidents such as the death. The purpose of this paper is to analyze the characteristics and trend of death which occurred by industrial accident, based on the real data of deaths collected last 5 years from 1999 to 2003 in korea. This paper suggests a analysis method using MDS(MultiDimensional Scaling) that considers accidents variables and properties simultaneously. We evaluate MDPREF (Multidimensional Analysis of Preference Data), one of the MDS analysis, to know the relations between the type of industry and region as well as the type of industry and occupation. This paper finds the type of industry which has high possibilities of death by regional groups. In addition, we find the type of occupation which has high possibilities of death by the type of industry. These findings indicate that industrial classification should be differently controled according to type of occupation and region.

Keyword: 산업재해, 재해발생 구조분석, 다변량분석, 다차원척도법

*고려대학교 산업시스템정보공학과
주 소 : 136-701 서울특별시 성북구 안암동 5가 1번지 고려대학교
전 화 : 02-3290-3389
E-mail: hclee@korea.ac.kr
**남서울대학교 산업정보시스템공학부 교수

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

1. 연구 배경

최근 안전 분야의 새로운 움직임은 근로자의 삶의 질을 확보하려는 인식과 산업재해로 인한 경제적 손실을 줄이려는 관심이 높아지고 있다는 점이다. 이에 따라 산업현장과 정부기관들은 산업재해의 심각성을 인식하고 관리수준을 향상시키기 위해 제도개선과 더불어 안전 설비개선을 위한 자금을 지원하고 산업재해 예방의 중요성을 강조하고 있다(한국경제, 2001). 효율적인 산업재해 예방을 위하여 무재해캠페인 실시, 재해발생상황분석 등 다각적인 접근이 이루어지고 있으며 재해자 보호를 위한 보상기준 또한 더욱 확대되어지고 있다. 이러한 영향의 결과를 발생재해의 빈도와 재해의 크기를 통계적으로 고찰한 수치인 산업재해율의 추이를 통해 확인할 수 있을 것으로 판단되어 본 연구에서는 1992년부터 2003년까지의 우리나라 재해의 변화 추이를 보았다. [그림 1]은 최근 10년간 재해지표들을 년도 별로 나타낸 것이다(김용달, 2003). 산업재해 발생률을 나타내는 지수인 도수율, 강도율, 재해율의 연도별 변화 추이를 나타낸 것이다. 연 노동시간 합계 100만시간당 재해의 발생 건수를 나타내는 도수율은 1992년 6.02에서 2003년 3.68로 점차 감소 경향을 보이고 있다. 그러나 최근 재해지표 추이 중 주목할 만한 사실은 단위 근로시간당 재해로 인한 인적 근로손실 피해의 정도를 나타내는 강도율은 거의 변화가 없다는 점이다. 즉 안전에 대한 관심의 증가와 관리로 재해발생빈도는 점차 감소하고 있으나 강도율은 일정하게 유지됨으로써 단위 사고당 중대성은 도리어 증가하고 있다는 점이다.

단위 사고당 상해강도와 위험에 대한 노출정도가 증가하고 있으므로 중대재해 중심의 예방활동이 단위 사고당 위험정도를 줄이는데 무엇보다 효과가 클 것으로 여겨진다. 현재 근로자 인명 손실로 인한 가정파괴 및 근로의욕저하 등의 문제들이 심각하고 사망 근로자 보상을 위한 기업의 경제적 손실액이 7조억원에 육박하고 있는 상황에서(산업안전국, 2001) 중대재해는 노·사·정 모두에게 심각한 피해를 초래하고 있는

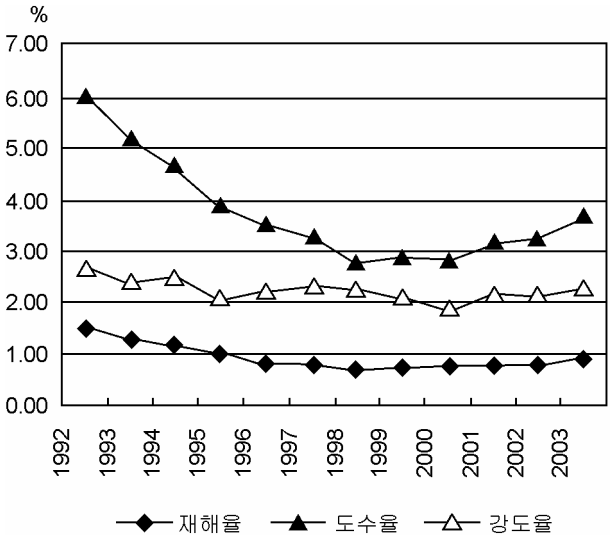


그림 1. 산업재해율 추이

부분으로 현시점에서 중대재해 중심의 분석은 무엇보다 필요하다고 판단되어진다. 그러나 기존의 연구들은 전체 재해자 중심의 분석이 주를 이루고 있으며 중대재해인 사망재해에 대한 연구는 여전히 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 최근 5년간 발생한 실제 사망재해 데이터 13,096건을 토대로 우리나라 사망재해에 관련한 제반 문제 분석과 더불어 잠재 위험요소들을 파악하고 사망재해 구조의 특징을 살펴 보고자 한다. 이와 같은 분석을 통하여 우리나라 실정에 맞는 효과적인 안전관리 정책을 수립하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구의 목적

산업재해 예방 활동을 효율적으로 수립하고 평가하기 위해서는 재해에 관한 자료를 수집하고, 재해의 발생 상황을 여러 각도에서 분석하는 것이 필요하다(정병용, 1997). 이러한 관점에서 현황통계 중심의 분석과 통계적 기법을 이용한 분석이 활용되고 있으며 이러한 접근을 시도한 많은 연구들이 있다. 특히 정병용(1997)은 우리나라 전체 산업에서의 산업재해에 관한 발생 경향 및 발생원인과 특성을 미국과 일본의

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

재해와 비교한 연구로 재해요인을 사업장 규모, 연령, 입사근속기간, 상해종류, 사고형태, 상해부위, 기인물로 분류하여 우리나라의 산업재해와 선진국과 비교함으로써 우리나라 산업재해의 특성을 여러 측면에서 해석하였으며 이에 대한 예방과 대책에 대해 언급하고 있다. 또한 홍한표(2000)는 통계적 방법을 이용하여 산업재해 원인을 분석한 연구로 재해요인을 연령, 성별, 국적, 업종, 발생형태, 사업장 규모, 재해발생월, 직종, 행정구역, 재해발생요일로 나누어 로지스틱회귀모형과 수량화 방법, 의사결정 나무를 활용한 통계적 분석을 실시하여 산업재해로부터 잠재적 사고원인과 관련된 요인들을 파악하기 위한 시도를 하였다. 이 연구에서는 산업재해로 사망한 요인과 깊은 관련성을 보이는 요인으로 직종, 지역, 연령, 업종변수를 언급하고 있다.

이들 연구에서는 우리나라 전체 재해에 대한 경향과 특징들에 대해 분석을 실시하고 있으나 단일변량 통계분석과 기초통계를 중심으로 비교분석을 실시하고 있어 여러 변수를 종합적 분석이 이루어지지 않았다. 또한 중대재해의 중요성이 부각되고 있는 시점에서 사망재해에 대한 분석이 무엇보다 필요하나 지금까지는 전체 재해중심의 분석만이 이루어지고 있어 본 연구에서는 사망재해 중심의 분석을 실시하고자 한다.

기존 연구에서 사용한 변수 중 사망 요인과 관련이 깊은 변수로 밝혀진 연령, 업종, 직종, 지역 변수를 분석요인으로 선정하였으며, 사망재해는 일반재해와 달리 장기간 근무로 인한 과로사나 누적질환이 많을 것으로 판단되어 입사근속기간 변수와 대기업과 중소기업간 규모차이에 따른 분석을 실시하기 위해 사업장 규모변수를 분석변수로 도입하였다. 사망재해의 발생 경향과 각 분석변수별 특성을 파악하기 위한 통계분석을 실시하고 분석변수 간 상관관계를 파악하기 위하여 다변량분석기법(Multivariate analysis)의 일종인 다차원척도법(MDS)을 활용하여 접근하였다.

이를 위하여 본 연구에서는 다음과 같은 과정으로 연구를 수행하였다. 첫째, 사망재해의 경향과 특성을 파악하기 위해 각 변수별로 구분하여 발생추이와 각 변수의 구조에 따른 특징을 고찰하였다. 둘째, 여러 변수들 사이의 연관성과 특징을 함께 보기 위한 방법으로 마케팅 분야에서 주로 사용하고 있는 다변량 분석기법인 다차원척도법(MDS)을 산업재해 분석에 적용하여 봄으로써 재해변수와 재해속성 분석에 MDS 분석기법의 적용이 효과적인지 알아보고자 하였다.

3. 연구내용 및 방법

3.1 연구자료 및 대상

본 연구는 1999년부터 2003년까지 발생한 13,096건의 실제 사망재해 데이터를 대상으로 분석을 실시하였다. 본 연구를 위해 데이터를 업종, 직종, 발생형태, 상해부위, 사업장 규모 등 14개 항목으로 분류하여 코드화 하였으며 각 변수별 세부 분류는 연구의 목적과 해석에 부합하도록 그룹화하여 분석을 실시하였다. 분석 도구로는 SAS V8.2와 SPSSwin V10.0을 사용하여 분석을 실시하였다.

3.2 분석방법

3.2.1 현황분석

최근 5년간 발생한 사망자 13,096명을 대상으로 재해발생동향을 분석하고 사망재해의 경향과 특성을 파악하기 위해 연령, 업종, 사업장 규모, 근무년수별로 구분하여 각 변수의 구조에 따른 특징을 고찰하였다. 업종별 재해의 특징을 분석함에 있어 노동부와 기존 연구들은 보통 8개 업종 그룹으로 구분하여 분석을 실시하고 있으나 본 연구에서는 재해발생률이 높은 제조업과 광업을 보다 세부적으로 분류하여 총 10개 업종으로 분류하여 분석을 실시하였다. 제조업을 경공업제조업과 중화학공업제조업으로 광업을 석탄광업과 석탄외광업으로 분류하여 분석하였으며 석탄외광업은 기타광업으로 명명하였다. 사업장 규모변수의 분류는 중소기업 기본법에서 기준으로 하고 있는 업종별 중소기업과 대기업 구분기준을 활용하여

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 1. 분석에 사용된 변수와 변수 값

연령	20대/30대/40대/50대/60세 이상
업종	경공업제조업/중화학공업제조업/건설업/ 운수·창고업/전기·가스·상수도업/통신업/ 석탄광업/기타강업/서비스업/기타산업
사업장 규모	10인 미만/10~15인/16~29인/30~49인 50~99인/100~199인/200~299인/ 300~499인//500~999인/1000인 이상
근무 년수	1년 미만/1년/2년/3년/4년 5~10년/10년 이상
직종	관리자/전문가/기술공 및 준전문가/ 사무종사자/판매종사자/단순노무자 농업,임업 및 어업숙련종사자/기능원 및 관련 기능종사자/장치, 기계조작 및 조립종사자/서비스종사자

[표 1]과 같은 분류를 통해 분석을 실시하였으며 직종변수는 한국 표준 직업분류 기준에 근거하여 300여종의 사망재해자 직종을 10개로 분류하였다.

이와 같이 분류한 변수를 중심으로 본 연구에서는 전체 재해 구조와 사망재해의 특징을 비교함으로써 우리나라 사망재해의 경향과 특성을 여러 측면에서 분석하고 이에 다른 해결책을 제시하였다.

3.2.2 다차원척도법(Multidimensional Scaling: MDS)

다차원척도법(MDS)은 여러 개체들을 대상으로 몇 개의 특성변수를 측정한 후 이 변수들을 이용하여 개체들 사이의 거리 또는 비유사성을 측정하여 저차원 공간에 점으로 표현하는 통계적 분석방법으로 개체들의 비유사성을 이용하여 공간상에 표시함으로써 개체들 간의 상대적인 위치를 표시하여 유사한 개체들을 파악하고 개체들 사이의 집단화를 시각적으로 표현하는 분석방법이다(박광배, 2000). 다차원척도법(MDS)은 경영학, 정치학, 경제학, 심리학, 지리학 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 특히 마케팅 분야에서 경쟁분석의 중요한 방법으로 활용되고 있는 기법으로 소비자의 인지, 선호에 대한 연구에 주로 활용되고 있는 분석방법이다(김영찬과 김주영, 2000). 산업재해 데이터의 경우 재해변수와 재해속성을 함께 가지고 있는 특징이 있고 본 연구에서 대상으로 하고 있는 사망자의 수를 하나의 사망재해에 대한 선호로 볼 수 있으므로 산업재해 문제를 MDS기법에 적용하여 보았다.

본 연구에서는 MDS의 여러 알고리즘 중 MDPREF(Multidimensional Analysis of Preference Data)프로그램을 이용하여 재해변수와 재해속성을 지각도에 삽입하였다. MDPREF기법은 대표적 대상물과 이를 설명하는 속성을 하나의 그래프로 나타냄으로써 평가대상과 속성을 종합적으로 분석할 수 있는 방법으로 평가 대상에 대한 좌표값으로 이루어진 포지셔닝 맵상에 속성에 대학 벡터값을 함께 나타내는 기법이다(이경일과 박종규, 1993). 이 MDPREF는 선호도 자료를 중심으로 한 분석기법으로, 이 선호도 자료는 사망재해에 대한 선호 혹은 속성에 대한 각 변수별 평가가 가능하며 벡터모델(Vector Model)로 알려져 있는 분석기법이다. Tucker(1960)에 의해 처음으로 제시된 벡터모형은 전통적인 요인 분석모형에 근거하여 개발되었으며, 산업재해 분석을 위한 기본모형은(식 1)과 같다.

$$b_{in} = \sum_{m=1}^{M} X_{im} X_{nm} \qquad \text{(식 1)}$$

$i = 1, \cdots, I$: 재해속성
$m = 1, \cdots, M$: 차원의 수
$n = 1, \cdots, N$: 재해변수
X_{im}: i속성의 m차원에서의 좌표점
X_{nm}: n재해변수의 m차원에서의 좌표점
b_{in}: 선호도 값의 척도

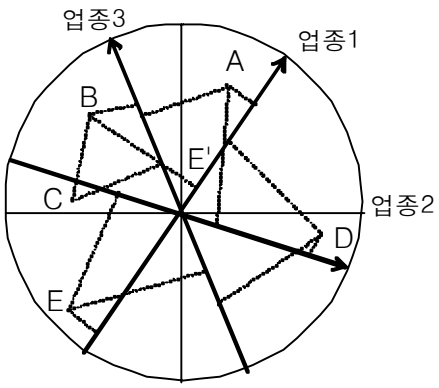


그림 2. 산업재해변수를 적용한 벡터모형

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

본 연구에서는 직종별 업종 속성과의 관계성과 각 업종별 지역속성과의 관계 분석에 MDS를 적용해 보고자 한다. [그림 2]는 벡터모형을 산업재해 변수를 활용하여 적용한 예를 보여 주고 있다. 90도 각도로 각 업종에서 투사(projection) 되어진 경우 A변수의 경우는 업종1, 3과 재해발생 관련정도가 높다고 할 수 있다.

4. 결 과

4.1 사망재해의 발생경향과 특성

4.1.1 업종별 사망재해 특징

사망재해를 업종별로 분류하여 정리한 결과는[그림 3]과 같다. 우리나라 업종별 일반 재해와 같이 제조업, 건설업, 광업의 업종에서 많은 재해자의 비율을 차지하고 있다. 사망재해의 경우 일반재해 구조와 같은 제조업, 건설업, 광업에서 많은 사망재해가 발생하고 있었으며 이는 우리나라 전체 산업에서 이들 업종이 차지하는 노동력 및 재해자의 비율이 높기 때문이며 건설업과 제조업, 광업의 사망재해 예방활동을 통한 특별관리가 무엇보다 필요하다고 판단된다.

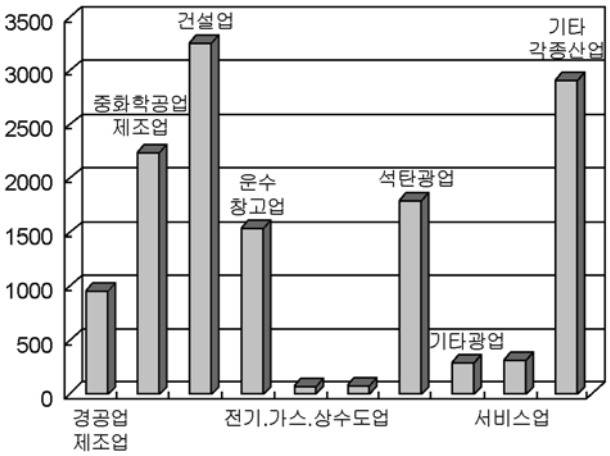


그림 3. 업종별 사망자수 분포

업종변수의 경우 다른 변수에 비해 사망요인에 대한 설명력이 가장 큰 변수로 사망재해 발생 양상에 대한 구체적 접근이 필요하다고 판단되어 본 연구에서는 업종구조에 따른 발생형태의 특징을 분석하였다(홍한표, 2000).

[표 2]는 각 업종별 사망 발생형태 중 많은 부분을 차지하는 상위 발생형태를 정리한 것이다. 업무상 질병으로 인한 사망이 전 업종에서 많은 수를 차지하고

표 2. 업종별 사망 발생형태

업종	발생형태	건수
경공업 제조업	업무상질병(뇌혈관·심장)	316
	협착	132
	추락	85
중화학공업 제조업	업무상질병(뇌혈관·심장)	688
	협착	298
	추락	265
건설업	추락	1506
	업무상질병(뇌혈관·심장)	419
	감전	265
운수·창고업	업무상질병(뇌혈관·심장)	391
	사업장외 교통사고	219
	기타	118
	사업장내 교통사고	107
전기·가스·상수도업	업무상질병(뇌혈관·심장)	31
	기타	13
	화재	6
통신업	업무상질병(뇌혈관·심장)	29
	기타	15
	사업장내 교통사고	8
석탄광업	진폐	1689
	기타	59
	붕괴·도괴	18
기타광업	진폐	153
	낙하·비래	25
	협착	17
서비스업	업무상질병(뇌혈관·심장)	241
	사업장외 교통사고,기타	48, 48
	사업장내 교통사고	38
	추락	37
기타 각종산업	업무상질병(뇌혈관·심장)	1429
	기타	280
	사업장외 교통사고	264
	추락	209

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

있으며 추락, 협착과 같은 사고사가 다음으로 높은 수치를 보이고 있다. 따라서 업무상 질병으로 설명되는 과로사의 경우 갑작스럽게 발생한 심혈관계 질환이나 뇌혈관 질환에 의한 사망을 줄이기 위해서는 인력 감축으로 인한 노동 강도의 강화와 더불어 발생하는 업무량 증대문제와 작업 환경 등의 문제를 개선하는 접근방식의 해결이 필요하다고 보여 진다. 추락, 협착과 같은 사고사의 경우는 직무내용과 특성, 안전규정과 안전장치의 관리, 작업환경 및 위험요인과 관련성이 깊으므로 유해물질 작업에 대한 보건관리와 위험설비나 지역의 위험표시를 통한 작업자의 경각심을 불러일으킬 수 있는 관리태도가 필요하며 보호구 지급이나 사용상태 등의 꾸준한 재해방지투자 및 관리가 필요하다고 본다.

4.1.2 사업장 규모별 재해특징

사망재해의 특성이 변화되는지를 검토해 보기 위하여 사망재해자의 사업장 규모별 분포를 1999년부터 2003년까지 발생한 사업장 규모에 따라 10인 미만, 10~15인, 16~29인, 30~49인, 50~99인, 100~199인, 200~299인, 300~499인, 500~999인, 1000인 이상의 10개 그룹으로 구분하였다. 우리나라 전체 재해자를 대상으로 사업장 규모별 재해자의 분포를 분석한 결과 영세 규모의 사업장에서 근무하는 경우 재해 발생 가능성이 상대적으로 높게 나타났다(정병용, 1997; 홍한표, 2000). 사망재해자를 대상으로 사업

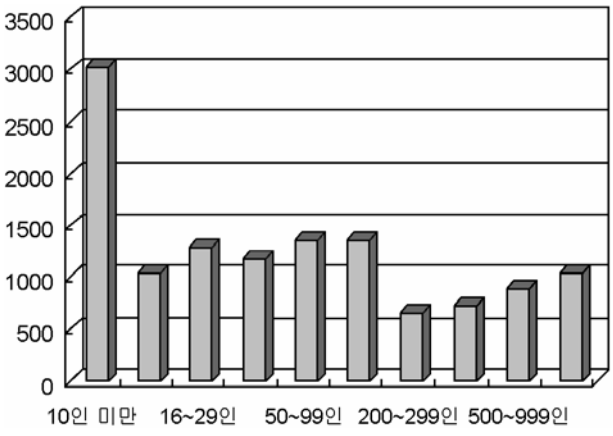


그림 4. 사업장 규모별 사망자

표 3. 사업장 규모별 사망업종

사업장규모	업종	건수
10인 미만	건설업	862
	기타각종산업	799
	중화학제조업	573
	경공업제조업	281
	운수·창고업	214
10~15인	건설업	329
	기타각종산업	235
	중화학제조업	222
	경공업제조업	103
16~29인	건설업	456
	기타각종산업	248
	중화학제조업	273
	경공업제조업	121
30~49인	건설업	287
	기타각종산업	235
	중화학제조업	207
	석탄광업	174
50~99인	건설업	361
	기타각종산업	264
	중화학제조업	217
	석탄광업	167
100~199인	건설업	337
	석탄광업	252
	운수·창고업	227
	기타각종산업	205
200~299인	건설업	162
	운수·창고업	117
	기타각종산업	113
	석탄광업	89
	중화학제조업	82
300~499인	석탄광업	220
	건설업	166
	기타각종산업	111
	운수·창고업	69
	중화학제조업	64
500~999인	석탄광업	411
	건설업	147
	기타각종산업	118
	운수·창고업	60
1000인 이상	중화학제조업	327
	석탄광업	301
	건설업	158
	기타각종산업	153
	운수·창고업	63

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

장 규모별 분포를 분석한 결과는 [그림 4]와 같으며 영세 규모의 사업장에서 상대적으로 재해 발생 가능성이 상대적으로 매우 높게 나타났다. [표 3]은 최근 5년간 사업장 규모에 따른 업종별 사망재해를 유발정도가 높은 상위 업종 순으로 정리한 것이다.

업종변수의 경우 다른 변수에 비해 사망요인에 대한 설명력이 크고 사업장 규모에 따라 업종별 사망구조에 차이가 있을 것으로 판단되어 두 변수를 고려하여 분석을 실시하였다.

그 결과 건설업의 경우 중소기업과 대규모 사업장에서 많은 사망재해가 발생하고 있으며 특히 중소기업 기본법상 건설업의 중소기업 기준으로 두고 있는 300인 미만 중소기업에서 사망 노출정도가 상대적으로 높게 나타나고 있다. 이에 반해 운수 및 창고관련 서비스업은 중소기업 기본법상 대기업으로 분류되는 100인 이상의 대기업에서 사망재해가 많이 발생하고 있으며 석탄광업의 경우 대기업 분류기준이 되는 300인 이상의 대규모 사업장에서 사망재해의 발생 가능성이 상대적으로 높게 나타나고 있다. 건설업의 경우 규모나 자본이 영세적인 작업이 많은 업종으로 사망재해 또한 대규모 사업장 보다는 중소규모 사업장에서 더욱 많이 발생하고 있으며 운수 및 창고관련 서비스업과 석탄광업은 영세 작업 보다 대규모 작업이 필요한 업종으로 사업장 규모가 큰 사업장이 주를 이루는 업종의 특성상 사망재해 또한 이러한 규모별 특징을 보이는 것으로 보여 진다.

4.1.3 연령별 사망재해 특징

1999년부터 2003년까지 발생한 사망재해자의 연령을 5개의 그룹으로 구분하였다. 연령변수는 산업재해로 인해 사망한 요인과 관련이 깊은 변수이므로 연령 구조에 따른 업종별 사망 구조와 특징을 구체적으로 분석하였다(홍한표, 2000). [그림 5]는 사망재해자를 연령별로 분류하여 정리한 결과이다. 정병용(1997)연구에 의하면 우리나라 전체 재해자를 대상으로 분석한 결과로 30세에서 34세 이하의 연령대가 전체 재해의 가장 많은 비율을 차지하고 있으며 30대 중반 이전의 젊은 연령층대에서 차지하는 비율

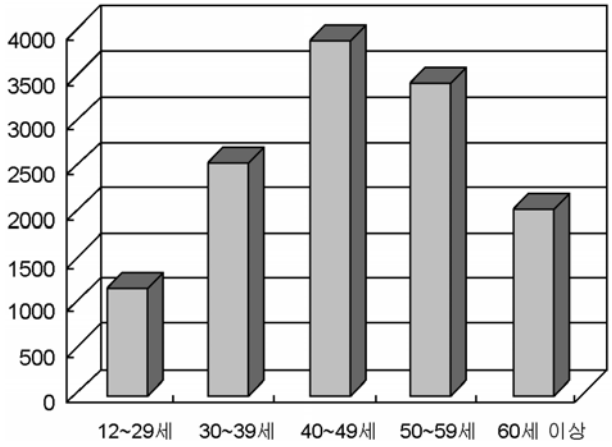


그림 5. 연령별 사망자수 분포

이 높았다. 그러나 사망재해의 경우 전체 재해 구조와는 달리 [그림 5]에서 보는 바와 같이 40대와 50대의 연령에서 많은 비율을 차지하고 있다. 이는 일반재해의 경우 직무안정성의 부족과 작업환경에 익숙지 못해 발생한 사고사가 주를 이루어 젊은 연령층대에서 차지하는 비율이 높으나 사망재해의 경우 일반재해 발생 특징과는 달리 누적적인 질병이나 직업성 스트레스로 인한 과로사 등의 원인에 의해 발생된 것으로 사료되어진다. 각 연령층별 사망재해 특징을 구체적으로 살펴보기 위해 최근 5년간 연령대에 따른 발생형태 별 사망재해를 유발정도가 높은 순으로 [표 4]와 같이 정리하였다.

고 연령층으로 갈수록 누적질환에 의한 사망사의 비율이 높으며 특히 40대 이후 연령대에서 업무상 질병으로 인한 사망사가 두드러지게 나타나고 있다. 업무상 질병인 뇌심혈관계 질환을 줄이기 위해서는 뇌심혈관계 질환의 유해, 위험요인을 제거하고 최소화하는 기술을 지원하는 예방대책이 필요하다고 판단된다. 40~50대의 사망자를 대상으로 사망원인의 세부 상병을 분석해본 결과 진폐와 뇌출혈로 인한 사망사가 가장 많은 부분 차지하고 있었다. 40~50대의 근로자 중 사무종사자, 장치, 기계조작 및 조립종사자, 단순노무종사자들의 경우 다른 직무종사자에 비해 재해로 인한 사망이 상대적으로 높게 나타나고 있다. 장치, 기계조작 및 조립종사자 중 특히 운수업 종사자의 사망

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 4. 연령별 사망발생형태

연령	발생형태	건수
10대	사업장외교통사고	27
	추락	9
	협착, 감전	8
20대	사업장외교통사고	176
	추락	175
	협착, 감전	126
30대	추락	492
	사업장외교통사고	219
	협착	177
	감전	165
40대	추락	673
	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	219
	사업장외교통사고	198
	협착	176
50대	추락	552
	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	247
	진폐	166
60대 이상	추락	280
	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	257
	진폐	178

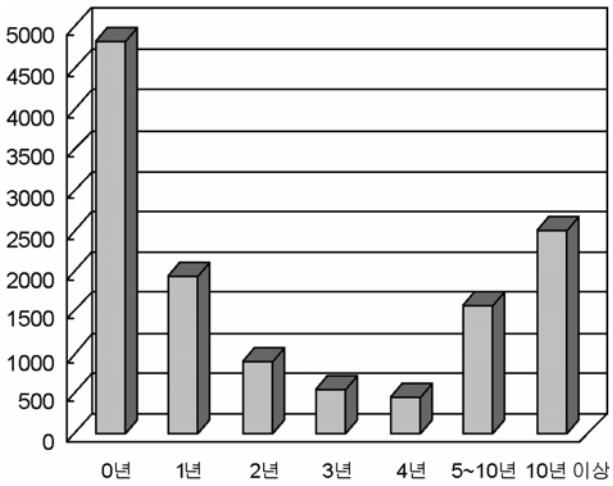


그림 6. 입사근속기간별 사망자수 분포

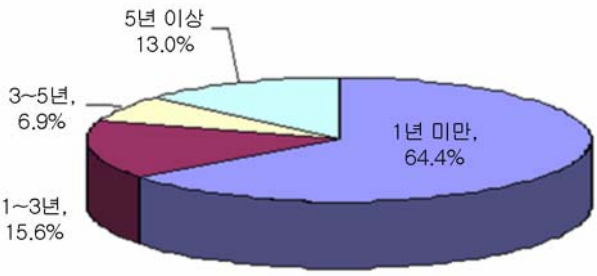


그림 7. 입사근속기간별 전체 재해분포

이 많은 부분을 차지하고 있었으며 사무종사자와 운수업 종사자의 경우 현대 산업 환경에서 수작업 종사자들의 단순화된 반복 업무와 과중한 업무로 인한 누적된 피로가 하나의 원인이라 할 수 있겠지만 외적인 요인으로 인한 피로와 비인간공학적 작업환경에서 장시간 정적작업 등 문제가 되는 여러 인자들에 의해 발생한 것으로 볼 수 있다. 이들의 복합적 개선을 통한 예방이 필요하며 현재의 추세로 보아 이와 유사한 업무상 질병과 이로 인한 사망이 다발할 것으로 예상되므로 산업 보건의와 인간공학자 등의 긴밀한 협조를 통한 체계적 대처가 필요하다고 보여진다. 또한 일회적인 조치로 예방될 수 없기 때문에 조직적이고 지속적인 관리가 필요하며 전사적으로 접근되어야 한다고 본다.

4.1.4 입사근속기간별 사망재해 현황

[그림 6]은 최근 5년간 사망재해자를 입사근속기간별로 분류하여 정리한 결과이며 [그림 7]은 전체 재해자를 대상으로 입사근속기간별로 분류하여 정리한 결과이다. 우리나라 전체 재해자를 대상으로 분석한 결과 입사근속기간이 1년 이내인 경우가 64.4%로 입사근속기간이 짧은 근로자일수록 재해가 많이 발생하고 있다(정병용, 1997). 사망재해의 경우 입사근속기간이 1년 미만인 경우가 40% 정도로 입사근속기간이 짧은 근로자일수록 사망재해가 많이 발생하고 있음은 전체 재해자를 대상으로 한 분석 결과와 유사한 특징이나 5년 이상의 장기 근무자가 전체 사망재해의 30% 이상을 차지하고 있다는 점은 전체 재해 구조와는 다른 점이다.

입사근속기간에 따른 사망 발생 양상이 다를 것으로 판단되어 본 연구에서는 입사근속기간별 특징을 정리하였다. [표 5]는 최근 5년간 입사근속기간에 따

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

표 5. 입사근속기간별 사망발생형태

입사 근속기간	발생형태	건수
1년 미만	추락	1530
	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	887
	감전	293
	낙하.비래	278
1~2년	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	676
	추락	302
	협착	145
	기타	103
2~3년	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	311
	추락	79
	협착	66
	기타	61
3~4년	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	214
	진폐	68
	기타	40
	추락,협착	39
4~5년	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	162
	진폐	71
	추락	36
	기타	33
5~10년	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	580
	진폐	428
	기타	116
	추락	104
10년 이상	진폐	1108
	업무상질병(뇌혈관 · 심장)	820
	기타	150
	추락	90

른 발생형태를 사망재해 유발정도가 높은 상위 발생형태 순으로 정리한 것이다. 장기근무자와 단기근무자의 경우 발생형태 양상에 차이가 있음을 알 수 있다. 입사근속기간이 짧은 근로자의 경우 추락, 감전, 협착 등 순간사고에 의한 사고사의 양상을 보이고 있으며 장기근무자 일수록 누적질환중 하나인 진폐 발생정도가 높다.

근속기간이 짧은 단기 근무자의 경우 1년 미만의 근로자 중 건설업종사자의 사망이 절반 이상을 차지하고 있었으며 이는 일용직으로 근무하는 단순노무종사자의 사망이 많은 부분을 차지하는 것으로 사료된다. 직무 안정성의 부족과 작업환경에 익숙하지 못하여 발생한 사고사로 판단되어지며 1년 미만의 입사근속기간이 짧은 근로자들을 대상으로 사망재해를 줄이기 위한 안전교육과 관리가 더욱 필요하며 이들을 대상으로 한 체계적 재해 예방활동이 필요하다고 판단된다. 이에 반해 장기 근무자의 경우 산업구조의 변화와 더불어 최근 폐광 사업장이 늘어나고 있음에도 불구하고 진폐로 인한 많은 사망자를 초래하고 있는 것은 진폐의 누적질환 특성 외에도 비광업 업종인 유리제조, 금속제련, 시멘트제조 등 제조업에서 발생하는 진폐증이 점차 증가하고 있기 때문으로 추측된다. 따라서 광업외의 분진관련 업종의 경우 작업환경 개선과 더불어 정기적 건강검진을 통한 진폐 예방활동이 필요하다고 판단된다.

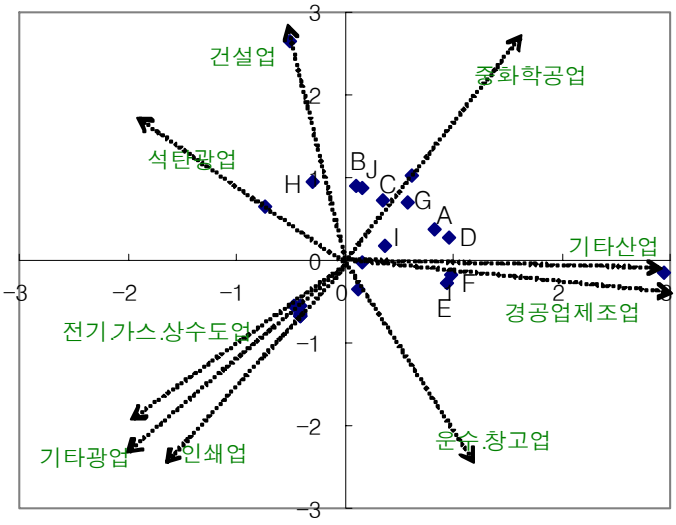
4.2 MDS 분석결과

사망재해 요인별 발생 경향과 특징 분석을 통하여 우리나라 사망재해의 구조와 문제점을 인식할 수 있었다. 그러나 현황통계 분석은 단순히 상대적 수치 비교를 통한 분석에 국한되므로 여러 변수들의 조합을 통한 연관성을 함께 보기 위한 방법으로 다변량 분석기법을 적용하였다. 다변량 분석기법은 여러 변수간의 관련성을 종합적으로 볼 수 있으며 사망에 어떠한 영향을 주는지 파악할 수 있는 분석방법으로 본 연구에서는 직종별 업종 속성의 관계성과 각 업종별 지역속성과의 관계를 보기 위해 다차원척도법(MDS)을 실시하였다.

4.2.1 업종_직종 MDS

본 연구에서는 10개 업종과 직종 변수의 값을 Square matrix형태로 정리하여 다차원척도법(MDS)을 실시하였다. 분석결과 10개의 분석대상인 직종은 뚜렷이 구분되는 4개의 그룹과 각각의 위치를 차지하는 3개의 직종 그룹으로 Plotting 되어 나타났다 [그림 8]. 사망재해의 경우 판매 종사자와 서비스 종사자는 사망 구조가 유사한 직종으로 나타났으며 이와

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.



기호	직종명
A	관리자
B	전문가
C	기술공 및 준전문가
D	사무 종사자
E	서비스 종사자
F	판매 종사자
G	농업, 임업 및 어업숙련종사자
H	기능원 및 관련 기능종사자
I	장치, 기계조작 및 조립종사자
J	단순노무자

그림 8. 업종_직종 Positioning Map

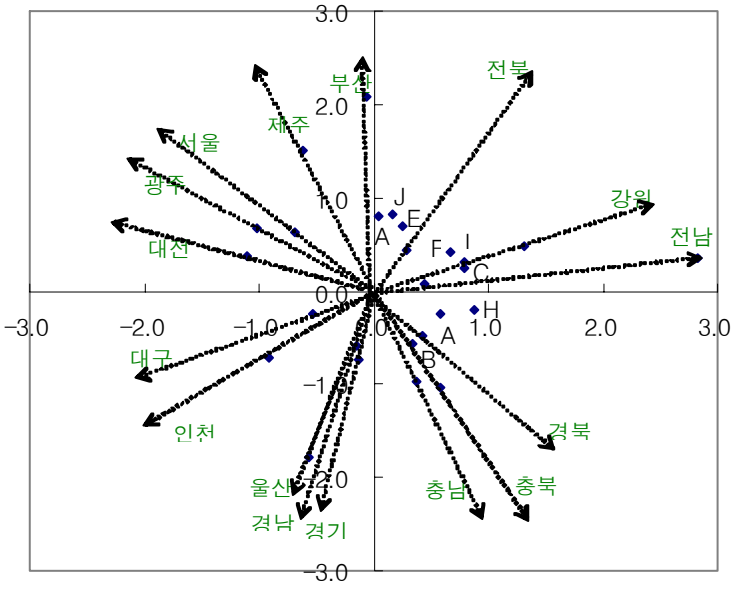
같이 유사한 직종으로 그룹핑된 직종들은 고유 업무적 특징은 다르지만 재해발생의 양상이 유사하다고 볼 수 있다. 반면, 단순노무종사자, 준전문가, 전문가, 사무종사자와 기능원 및 관련 기능종사자는 별개의 그룹으로 각각 분리되었다. [그림 8]는 사망재해 발생에 있어 업종과 직종이 어떤 연관성을 갖으며 영향을 미치는지 분석하기 위해 Positioning하여 비교 평가한 결과이다. 일차적으로 그려진 포지셔닝맵 위에 MDPREF를 사용하여 10개 업종 속성들을 위치시킨 결과는 [그림 8]에 나타난 화살표와 같다. 이때 각 대상 직종의 특징은 각 대상 직종에서 속성벡터에 투사하여 나타난 크기와 방향으로 파악한다. 하나의 업종은 여러 개의 직종들로 구성되어지며 각 업종별 특징에 따라 주 재해 직종은 다른 것으로 나타났다. 분석결과 기능원 및 관련기능 종사자의 경우 건설업과 석탄광업에서 많은 사망재해를 발생하고 있으며 다른 업종에 비해 이 2개의 업종에서의 기능 종사자들이 사망 노출정도가 높은 것으로 보여 진다. 전문가의 경우 건설업 종사자의 경우 사망발생 노출정도가 높으며 다음으로 중화학공업의 전문가 직종의 종사자들의 경우 관련이 깊은 것으로 보여 진다. 사망 노출정도가 높은 직종을 중심으로 차등 관리와 유형별 사망재해 집중관리를 통해 사망재해를 줄 일수 있을 것으로 판단된다.

4.2.2 지역_업종 MDS

지역속성과 업종변수를 조합하여 MDS 분석을 실시하였다. 업종별 및 지역별 산업재해에 대한 체계적인 연구를 위해서는 각 지역별 근로자의 수와 각 업종별 근로자의 비율을 반영하여 정규화할 필요가 있다. 우리나라의 산업구조와 근로자 비율이 수도권 등 특정 지역에 집중되어 나타나고 있고 비정규화를 통한 비교결과는 업종과 근로자의 밀집도가 높은 업종과 지역이 많은 사망수치를 보이는 결과를 초래할 것이므로 본 연구에서는 MDS분석 실시하기전 해당 업종과 지역의 총 종사자수로 정규화 하여 분석을 실시하였다. 분석결과 10개의 분석대상인 업종은 2개의 그룹으로 포지셔닝 되어 나타났다. [그림 9]은 일차적으로 그려진 포지셔닝맵 위에 MDPREF를 사용하여 16개의 지역속성들을 위치시킨 결과는 화살표와 같다. 강원도와 전남은 건설업, 서비스업, 통신업, 기타광업에서 많은 사망재해를 발생하고 있으며 타 지역과 비교하여 이 4업종 종사자의 사망노출정도가 높은 것으로 평가되었다.

강원도와 전남지역의 건설업의 경우 위험노출정도가 높으며 타 지역의 동일업종 종사자에 비해 사망위험이 높으므로 특별관리가 필요하며 철저한 안전관리가 필요하다고 사료 되어진다. 부산은 운수·창고업,

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.



기호	업종
A	경공업제조업
B	중화학공업제조업
C	건설업
D	운수·창고업
E	전기·가스·상수도업
F	통신업
G	석탄광업
H	기타광업
I	서비스업
J	기타각종산업

그림 9. 지역_업종 Positioning Map

전기·가스·상수도업, 기타산업에서 사망노출정도가 높은 것으로 평가되었으며 운수·창고업과 기타산업에서 많은 사망재해가 발생하고 있는 것으로 평가되었다. 또한 제주, 서울, 광주지역이 부산과 유사한 패턴을 보이고 있는 것으로 평가되었다. 충청지역과 경북은 제조업과 기타광업, 울산지역은 제조업이 높은 사망 노출정도를 보였으며 울산지역과 경기, 경남이 유사한 패턴을 보이고 있었다. 위에서 언급한 이외의 지역은 모든 업종이 비슷한 사망노출정도를 보이고 있는 것으로 판단할 수 있었다. 지역_업종의 MDS실시결과 전남, 부산, 울산, 강원도의 4지역이 타 지역과 비교하여 높은 사망노출 정도를 보이는 지역으로 해석할 수 있으며 각 지방자치 단체들의 특별 관리가 필요한 지역이라고 판단되어진다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구의 결과 따르면 우리나라 사망재해는 사고사가 주를 이루고 있는 후진국형 특성을 보이고 있으며 40~50대 연령대의 작업자들에게 발생하는 사망재해가 대다수를 차지하고 있었다. 업무상 질병(뇌혈관, 심장)에 의한 과로사가 광업을 제외한 전 업종에서 많은 사인을 차지하고 있었고 이는 심혈관계 질환인 업무상 질병자가 증가하고 있기 때문으로 보인다. 또한 입사근속기간이 1년 미만인 작업자들에게 발생하는 사망재해가 대다수를 차지하고 있었으며 직무안정성의 결여와 작업환경에 익숙하지 못하여 발생한 돌발적 사고에 의한 사망사가 대부분을 차지하고 있었으며 다음으로 입사근속기간이 5년 이상인 작업자들의 경우 또한 사망재해의 많은 부분을 차지하고 있었다. 이는 장기간에 걸쳐 진행되는 누적질환 중 진폐에 의한 사망사가 많은 부분을 차지하고 있으며 광업외의 분진관련 작업을 하는 비광업 업종 또한 진폐 예방을 위한 대책과 관리가 시급한 것으로 여겨진다. 여러 변수들의 조합을 통한 특징과 연관성을 함께 보기 위한 방법으로 직종별 업종 속성의 관계성과 각 업종별 지역속성과의 관계를 보기 위해 다차원척도법(MDS)을 실시한 결과 지역과 업종, 업종과 직종의 조합들 사이에 상대적으로 두들어진 특징들을 파악할 수 있었으며 업종과 지역에 따른 사망발생 노출정도가 상대적으로 높은 직종과 업종에 대해 분석을 통해 차등관리가 필요한 직종과 지역을 파악할 수 있었다. MDS는 마케팅 분야에서 주로 사용하는 기법으로 변수간 연

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.

관성과 특징을 함께 파악할 수 있는 장점을 가진 기법으로 산업재해 분석에 MDS를 적용하여 봄으로써 재해변수와 재해속성 분석시 MDS 분석기법의 적용이 효과적이었다. 추후 연구 과제로는 본 연구에서 다룬 변수 외에도 재해 관련 변수들의 MDS적용을 통한 분석이 필요하며 일반재해 분석시 MDS 분석에 대한 활용성의 검토가 필요하다. 또한 사망재해 발생 경향 분석에 있어 일반재해 분석과의 빈도수 비교를 통한 분석과 더불어 일반재해와 사망재해의 특성 비교시 통계적 분석을 통한 특성별 분포차이에 대해 검토가 필요하다고 판단되어진다.

참고 문헌

권영국, 산업안전공학, 형설출판사, 2002.

김영찬, 김주영, 다차원척도법의 활용방안 및 발전방향, 소비자학연구, 11(4), 100-227, 2000.

김용달, 도표로 보는 주요통계편람. 한국산업 안전공단, 2003.

박광배, 다차원척도법, 교육문화사, 2000.

산업안전국, 사망재해 예방대책, 2001.

이경일, 박종규, 다차원 척도법(MDS)과 컨조인트분석의 활용과 결과해석, 홍릉과학출판사, 1993.

이동호 등, 안전관리의 유형별 특성에 관한 연구. 산업안전학회지, 1(15), 11-18, 2000.

정병용, 제조업 분야의 산업재해에 관한 경향 분석. *IE Interface*, 9(2), 231-240, 1996.

정병용, 우리나라 산업재해의 발생원인 및 특성에 관한 연구. *IE Interface*, 10(2), 99-108, 1997.

최정화, 양성환, 박범, 중대재해에 대한 분석모델 및 재해정도 예측에 관한 연구, 대한설비관리학회, 4(3), 19-30 ,1999.

한국경제, 3D 中企 17만여곳 '클린사업장' 만든다. 노동부, 762억 투입, 한국경제, 8. 22. 2001.

홍한표, 통계적 방법을 이용한 산업재해 원인분석. 고려대학교대학원, 2000.

Tucker, L R. *Intra-individual and inter-individual multidimensionality*, In H. Gulliksen and S. Messick(Eds.), Psychometrical scaling: Theory and applications. New York: Wiley, 1960.

◐저자 소개◑

❖임 정 은❖

2003 조선대학교 산업공학과 학사

2003 ~ 현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 석사과정

관심분야: 안전공학, Data Mining

❖이 홍 철❖

1983 고려대학교 산업공학과 학사

1988 Univ. of Texas 산업공학과 석사

1993 Texas A&M Univ. 산업공학과 박사

현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수

관심분야: 생산 및 물류 정보시스템, SCM

❖박 성 준❖

1995년 포항공과대학교 산업공학과 박사 (인간공학)

1996 ~ 1998 삼성자동차 중앙연구소 책임연구원

1998 ~ 현재 남서울대학교 산업정보시스템공학과 부교수

관심분야: 자동차 인간공학, 안전공학 감성공학 및 제품개발

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2004년 10월 05일

논문게재승인일 (Date Acepted) : 2004년 11월 19일

Copyright (C) 2006 NuriMedia Co., Ltd.