

# 텍스트 마이닝 기법을 활용한 우리나라 산업재해의 원인분석

최기흥\*

## Text-mining based Cause Analysis of Accidents at Workplaces in Korea

Gi Heung Choi\*†

### †Corresponding Author

Gi Heung Choi

Tel : +82-2-760-4322

E-mail : gihchoi@hansung.ac.kr

Received : March 23, 2022

Revised : May 20, 2022

Accepted : May 24, 2022

**Abstract** : The analysis of the causes of accidents in workplaces where machines and tools are used is essential to improve the effectiveness and efficiency of safety prevention policies in places of employment in Korea. The causes of workplace accidents are not fully understood mainly due to difficulties in analyzing available descriptive information. This study focuses on the automated accident cause analysis in workplaces based on the accident abstracts found in industrial accident reports written in an unstructured descriptive format. The method proposed in this paper is based on text data mining and uses the keyword search function of Excel software to automate the analysis. The analysis results indicate that the primary reason for the frequency of accidents is related to technical aspects at a stage in which dangerous situations occur in the workplace. Accidents due to managerial causes are typically observed when danger exists in the workplace; however, managerial actions play a more important role in reducing accident severity. A small company tends to use unsafe machines and devices, leading to further accidents due to technical causes, whereas managerial causes are more conspicuous as the company grows. To preclude the occurrence of accidents due to inadequate knowledge, the implementation of safety management and the provision of safety education to elderly workers at the early stage of their employment are particularly important for small companies with less than 100 workers.

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : accidents at work places, machines and devices, cause analysis, text data mining

## 1. 서론

산업용 기계 및 기구 관련 재해는 우리나라 전체 산업재해의 70% 전후를 차지하며 재해의 강도 (중상 및 사망)가 높은 편이다<sup>1)</sup>. 또한, 영국에서 2014년 진행된 설문조사 결과에 따르면 산업현장에서 가장 일반적인 위험성 (Risk)은 기계 및 기구 (Machines and Tools)인 것으로 조사되었다<sup>2,3)</sup>. 사망재해의 약 20%는 기계 및 기구와의 접촉이 원인이었으며 제조업 근로자가 보고한 부상재해의 10% 이상 그리고 건설업 근로자가 보고한 부상재해의 5% 이상 또한 기계 및 기구와

의 접촉이 원인이었다. 산업용 기계 및 기구와 관련 체계적인 재해원인 분석결과와 산재예방 예산을 연계하면 효과적이며 효율적인 산업안전 정책을 수립할 수 있다.

본 논문에서는 이전 연구<sup>4,5)</sup>에서 제시된 산업재해 원인분석 방법을 더욱 정교하게 업그레이드하고 2012년부터 2017년까지 최근 6년간 발생한 47만여 건에 이르는 방대한 산업재해 데이터에 적용한다. 분석결과에 기초하여 산업용 기계 및 기구 관련 산업재해의 빈도와 강도를 줄이고 산업안전 정책의 효용성과 효율성 개선하기 위한 전략을 제안한다. 또한, 본 연구에서의

\*한성대학교 기계시스템공학과 교수 (Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University)

분석결과를 KOSHA (산업안전보건공단)에서 매년 발표하는 150개 산업용 기계 및 기구 관련 재해원인 분석결과와 비교하여 타당성을 검증함으로써 이전 연구에서의 분석결과와 차별화를 도모한다.

## 2. 산업용 기계 및 기구관련 재해원인 분석방법

### 2.1 산업재해 데이터 분석방법

안전보건공단에서 제공하는 산업재해 데이터 (Excel 자료)는 재해의 발생형태, 기인물, 원인발생형태, 요양 기간과 근로손실일수 등 재해강도, 그리고 재해개요 등 다양한 정보를 포함한다. 이들 대부분의 정보는 “스플래시”이지만 서술형으로 작성된 재해개요는 “빅데이터”로 분류할 수 있다<sup>5)</sup>. 특히, 2012년부터 2017년까지 최근 6년간 발생한 매년 8만 건이 넘는 산업재해 중 KOSHA의 산업재해 원인분석에 적용되는 150개 산업용 기계 및 기구관련 재해는 69.4%를 차지한다<sup>6)</sup>. 이의 원인분석에 소요되는 막대한 시간과 비용을 고려하면 산업재해 데이터 중 서술형으로 작성된 “재해개요” 정보의 일관되고 자동화된 분석이 분석결과의 신뢰도를 높이고 효과적이고 효율적인 산재예방에 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 참고문헌 [5]에 제시된 Excel 소프트웨어의 키워드 자동검색 기능을 활용하여 텍스트 데이터 마이닝 방법에 기초한 서술형 “재해개요”의 자동분석 방법을 적용한다. 산업재해 원인의 분류체계는 참고문헌 [4, 5]에 제시되어 있다.

#### 2.1.1 자동검색 기능을 활용한 텍스트 데이터 마이닝 방법에 기초한 재해원인분석

텍스트 데이터 마이닝은 텍스트에서 고급정보를 자동으로 추출하는 과정으로 이전에 알려지지 않은 새로운 정보의 발견을 포함한다<sup>8,9)</sup>. 일반적으로, 고급정보는 패턴과 경향을 고안하여 얻어진다. 즉, 텍스트데이터 중 고급정보는 입력된 텍스트의 언어적 특성을 고려하여 구문분석 (parsing)하고, 구조화된 데이터 안에서 패턴을 추출하며 결과를 평가하고 해석함으로써 얻어진다.

본 연구에서 제시되는 자동화된 재해원인 분석방법은 재해의 원인을 밝혀줄 다양한 유형의 키워드 검색을 기반으로 한 텍스트 데이터 마이닝을 필요로 한다. 특히, 특정 재해원인과 연관된 산업재해의 빈도(재해건수)와 강도(사망재해 건수)를 추정하기 위해 재해개요의 키워드 검색에 미리 정의된 키워드 조합 즉, 패턴을 사용한다. 본 연구에서 적용하는 “재해개요”의 자동

분석 방법은 이전 연구와 비교하여 다음과 같이 차별화 된다:

- 기술적 원인은 단순 명사형 키워드에 의해 서술되는 점을 고려하되 이전 연구에 비해 다양한 키워드의 조합을 적용하였고
- 관리적 원인에 의한 재해는 원인 항목을 불안정한 행동, 불안정한 상태, 불안정한 행동과 상태, 또는 불안정한 행동과 관련 기인물 모두를 포함하는 경우로 세분화하여 행동, 상태, 기인물 또는 이들의 조합에 따라 명사형, 서술형 그리고 명사형과 서술형 키워드의 조합을 체계적으로 활용하였다.
- 기술적 원인의 경우와 마찬가지로 관리적 원인의 경우에도 이전 연구에 비해 다양한 키워드의 조합을 적용하였다.

#### 2.1.2 기술적 원인에 의한 재해빈도 및 강도 추정

재해원인의 자동검색 및 재해의 빈도와 강도 추정을 위해서는 재해와 연관된 다양한 키워드의 활용이 필수적이다.

Table 1에 제시된 기술적 원인 중 “기계 및 기구 결합” (Code 110)은 명사형 “기계” 또는 “기구” (기계, 설비, 시설, 장치, 장구, 기구, 도구 등) 키워드와 “결합”을 의미하는 결합, 고장, 불량, 이상 등 명사형 키워드를 결합하고 각 조합에 대하여 재해의 빈도와 강도를 독립적으로 추정한 후 합산하였다.

“전기적 결합” (Code 111)이 원인인 경우는 “기계 및 기구 결합”의 경우와 마찬가지로 명사형 “전기” (전기, 전자, 통신, 네트워크 등) 키워드와 명사형 “결합” 키워드의 다양한 조합에 대하여 재해의 빈도와 강도를 추정한 후 합산하였다.

방호장치 미설치 (Code 112)의 경우 “방호장치”를 의미하는 다양한 명사형 키워드와 “미설치”를 의미하는 명사형 키워드 또는 같은 의미의 서술형 키워드를 결합하여 재해의 빈도와 강도를 추정하였다.

Code 113, 114, 115, 116, 그리고 120의 경우 Code 110의 경우와 마찬가지로 기인물 (구조, 구조물, 경계, 개인보호구 및 장비, 방호장치)을 나타내는 키워드와 “결합”을 의미하는 키워드를 결합하여 재해의 빈도와 강도를 추정하였다.

#### 2.1.3 관리적 원인에 의한 재해빈도 및 강도 추정

관리적 원인에 의한 재해의 빈도 및 강도 추정은 보다 체계적이고 계층적인 접근이 필요하다. Table 2에 제시된 관리적 재해원인 중 불안정한 행동 (Unsafe act)

또는 불안정한 상태(Unsafe State)와 연관된 재해원인 항목과 키워드는 매우 다양하다. 본 연구에서는 다음과 같은 절차에 따라 관련 재해의 빈도와 강도를 추정하였다.

- 불안정한 행동을 의미하는 키워드 검색 (Code 210, 211, 215, 217, 218, 229, 230, 231)

"작업절차 미준수"의 경우 (Code 210) 명사형 "절차" 키워드(절차, 계획, 요령 등)와 명사형 "미준수" 키워드(미준수, 무시, 생략, 회피 등) 또는 서술형 "미준수" 키워드("따르지 않고", "모르고" 등)의 다양한 조합에 대해 재해의 빈도와 강도를 추정한 후 합산하였다. 즉, "\*절차\*미준수\*", "\*절차\*무시\*", "\*절차\*생략\*", "\*절차\*회피\*" 등과 같은 명사형 키워드의 조합과 "\*절차\*모르고\*", "\*절차\*따르지 않고\*" 등과 같은 명사형 키워드와 서술형 키워드 조합이 모두 적용되었다. 다른 불안정한 행동 관련 관리적 원인에 의한 재해의 빈도와 강도 추정을 위해 다양한 키워드 조합이 분석에 활용되었다.

- 불안정한 상태를 의미하는 키워드 검색 (Code 222, 240, 241, 242, 243, 244, 249)

불안정한 행동을 의미하는 키워드 검색과 유사하게 불안정한 상태를 의미하는 명사형 키워드와 서술형 키워드를 검색하여 관련 재해의 빈도와 강도를 추정하였다.

- 불안정한 행동과 상태를 모두 의미하는 키워드 검색 (Code 214 및 218)

관리적 재해원인 중 "작업 중 유지/보수" (Code 214)의 경우 "작업 중" 키워드(작업 중, 가동 중, 작동 중, 생산 중, 제조 중 등) 키워드와 "유지/보수" 키워드(유지, 보수, 정비, 설치, 해체, 교체, 준비, 청소 등)를 순차적으로 조합하거나 반대의 순서로 조합하여 재해의 빈도와 강도를 독립적으로 추정한 후 합산하였다. 관리적 재해원인 중 "부주의" 또는 "실수" (Code 218)의 경우 "부주의" 또는 "실수" 키워드와 "작업" 키워드의 조합을 사용하였다.

- 기인물과 불안정한 행동 모두를 의미하는 키워드 검색 (Code 212, 213, 216, 220 및 221)

개인보호구 (Code 212), "기계" 또는 "기구" (Code 213), "위험물질" (Code 216), "방호장치" (Code 220), 기타 "소재, 물질, 장소" (Code 221) 등 기인물을 나타내는 명사형 키워드와 불안정한 행동을 나타내는 "부

적절한", "잘못", "불안정한" 등의 서술형 키워드, 그리고 "사용", "이용", "적용", "제거", "취급" 등의 의미를 갖는 명사형 키워드의 다양한 조합 모두를 적용하여 관련 재해의 빈도 및 강도를 추정하였다. 예를 들면, Code 212의 경우, "보호구\*부적절\*사용", "보호구\*잘못\*사용", "보호구\*불안전\*사용, "보호구\*부적절\*이용", "보호구\*잘못\*이용", "보호구\*불안전\*이용" 등 외에도 다양한 키워드의 조합이 사용되었다.

#### 2.1.4 교육적 원인에 의한 재해빈도 및 강도 추정

교육적 원인에 의한 재해의 빈도 및 강도 추정은 Table 3에 제시된 교육적 재해원인의 분류체계 중 지식(Code 300), 안전규정(Code 301), 경험 (Code 302), 교육(교육, 훈련, 트레이닝 등, Code 303 및 Code 304)과 연관된 키워드와 "부족", "부적절" (부적절, 부적합, 오해/오인 등) 또는 "무시" (무시, 회피, 생략 등) 관련 명사형 키워드와 서술형 키워드를 결합하여 검색하였다.

### 3. 산업용 기계 및 기구 관련 재해원인 분석결과 및 고찰

#### 3.1 재해원인 분석용 데이터

2012년부터 2017년까지 최근 6년간 총 497,877건의 산업재해가 보고되었으며 교통사고를 제외한 473,851건의 "재해개요"가 본 연구에서 분석되었다. 이 중 328,648건은 KOSHA의 산업재해 원인분석에 적용되는 150개 기인물과 연관된 재해이며 분석대상 전체재해의 69.4%에 해당된다.

#### 3.2 재해원인 분석결과

Table 1, 2 및 3은 지난 6년간 발생한 산업재해 중 기술적, 교육적 및 관리적 원인에 의한 재해의 빈도와 강도를 정리한 것이다. 기계 및 전기장치의 결함 또는 일반적인 결함이 기술적 원인의 대부분을 차지하며 관리적 원인 중에는 기계작동 중 유지 및 보수, 방호장치의 변경 또는 제거 그리고 부적절한 안전조직/인력/문화 등이 대부분이다. 중요한 교육적 원인으로는 안전규정의 미숙지 또는 교육과 경험부족 등을 들 수 있다.

기술적 및 관리적 원인을 동시에 의미하는 다수의 키워드가 하나의 재해개요에 사용된 경우, 분석된 총 재해의 빈도 또는 강도는 실제 총 재해건수 또는 사망재해 건수를 초과할 수 있다. 사망재해의 경우 특히 재해개요가 상세하게 기술되므로 일부 이러한 경향이 나타난다. 예를 들면, 본 연구에서 분석된 최근 6년간 기술적 원인, 관리적 원인 그리고 교육적 원인에 의한

**Table 1.** Frequency and severity of accidents due to technical causes at work places over the past 6 years (2012~2017) in Korea

Cause, Code	No. Cases/Deaths
1) Defective machines, tools or PPEs	
Mechanical causes, 110	192,403/3,191
Electrical causes, 111	19,251/574
No installment of protective devices, 112	2,662/60
Defective structure, 113	2,262/132
Defective structure materials, 114	1,249/44
Defective sign of boundary, 115	4,797/360
Defective PPEs or clothes, 116	191/2
Others, 119	9,411/108
2) Defective protective devices (including malfunctioning), 120	2,588/36
3) Others, 190	-
Total number of accidents/deaths analyzed	234,814/4,507

사망재해 건수는 각각 4,507건, 2,140건 그리고 164건이었으며 총 사망재해 건수는 6,811건이었다. 이는 실제 사망재해 건수 5,617건 대비 1,194건 많으며 특히 기술적 원인과 관리적 원인 사이에 중복 분석되었음을 의미한다.

이와 같은 중복분석을 해소하기 위해 두 가지 방법을 고려할 수 있다. 우선, 단순하게 기술적 원인과 관리적 원인의 중복을 허용하여 100%를 기준으로 선형 보정 할 수 있으며 Figure 2에 제시된 재해원인별 사망재해 건수 비중이 그 예이다. 또는 기술적 원인 중 명사형 “기계” 또는 “기구” 키워드와 관리적 원인 중 불안전 행동, 불안전 상태를 나타내는 키워드가 재해개요에 중복된 경우 관리적 원인인 불안전 상태 또는 불안전 행동이 주원인인 것으로 판단하여 기술적 원인건수 추정에서 제외할 수 있다. 그러나 “기계” 또는 “기구” 등의 “결함”을 나타내는 키워드와 관리적 원인 키워드가 중복된 경우에 한해 그대로 기술적 원인으로 간주하는 것이 위험원의 제거 관점에서 합리적이라고 할 수 있다. 이와 같이 관리적 원인으로 보정된 건수를 제외한 기술적 원인에 의한 사망재해는 3,313건 (분석대상 건수의 59.0%)이며 관리적 그리고 교육적 원인에 의한 사망재해는 각각 분석대상의 38.1%와 2.9%이다. “기계” 또는 “기구” 등의 “결함”을 나타내는 키워드와 교육적 원인 키워드가 중복된 경우는 발견되지 않았다.

Table 1, 2 및 3에 나타난 분석 결과는 최근 6년간 우리나라 안전인증 대상 위험기계 및 기구 관련 재해 원인 분석결과와 유사하다. 참고문헌 [5]에 따르면 안전인증 대상 위험기계 및 기구 자체의 결함 등 기술적

**Table 2.** Frequency and severity of accidents due to managerial causes at work places over the past 6 years (2012~2017) in Korea

Cause, Code	No. Cases/Deaths
1) Unsafe act	
Non-compliance of operation procedures, 210	1,909/30
Access to danger area, 211	148/9
Misuse of PPEs or clothes, 212	835/7
Misuse of machines or devices, 213	2,882/18
Maintenance without power-off while machine is operating, 214	40,492/951
Unsafe manipulation of speed, 215	168/4
Unsafe handling of hazardous materials, 216	888/13
Unsafe posture acts, 217	2,942/29
Simple misconduct during operation, 218	21,553/123
Others, 219	1,757/17
2) Unsafe state	
Removal, shut off or alteration of protective devices after installation, 220	18,615/382
Inappropriate arrangement of materials and work place, 221	20,020/232
Defective work environment, 222	484/10
Other negligence of unsafe state, 229	611/4
3) Technical causes	
Inappropriate manufacturing methods, 230	354/3
Inappropriate inspection or maintenance, 231	7,083/61
Others, 239	-
4) Operations managerial causes	
Inappropriate safety organization, 240	4,647/68
Lack of operation manuals, 241	811/4
Insufficient preparation for operations, 242	209/3
Inappropriate allocation of workers, 243	773/11
Inappropriate operation orders, 244	5,546/107
Insufficient supervision and communication, 249	54
5) Others, 290	-
Total number of accidents/deaths analyzed	135,210/2,140

**Table 3.** Frequency and severity of accidents due to educational causes at work places over the past 6 years (2012~2017) in Korea

Cause, Code	No. Cases/Deaths
Lack of safety knowledge, 300	217/6
Misunderstanding of safety rules, 301	4,810/98
Poor training or experience, 302	3,573/44
Insufficient education for operation methods, 303	714/10
Insufficient education for hazardous or dangerous operations, 304	190/5
Others, 309	92/0
Total number of accidents/deaths analyzed	9,633/164

원인에 의한 사망재해의 비중은 평균 54.2%이며 관리적 원인에 의한 재해는 평균 45.8%이었다. 기타 교육적 원인에 의한 재해는 무시할 수 있을 정도(1.5%)로 적었다. 전체 분석비율 101.5%이므로 이를 100%를 기준으로 선형보정 하면 기술적원인 53.8%, 관리적 원인 46.2% 그리고 교육적 원인 1.4%가 된다. 이는 곧 산업 현장에서 사용되는 대부분의 위험기계 및 기구가 안전 인증 대상 위험기계 및 기구 수준의 높은 위험성을 갖고 있음을 의미한다.

키워드 검색에 의한 재해원인 분석결과는 KOSHA가 매년 발표하는 150개 기인물에 근거한 재해원인 분석결과와 다소 차이를 보인다. 참고문헌 [7]에 따르면 KOSHA가 발표한 2012년부터 2017년까지 최근 6년간 관리적 원인에 의한 사망재해 건수 비중은 평균 38.1%이며 본 연구에서의 분석결과는 55.6%에서 67.2%의 값을 나타내며 평균값은 61.0%이다. 이러한 차이가 발생하는 가장 중요한 원인은 다음과 같다:

- KOSHA에서 정의한 재해원인 분류체계가 기술적 원인과 관리적 원인을 명확하게 구분하지 않고
- 재해발생 원인 제공자가 불분명하기 때문에 논리적인 재해원인 해소에 제약이 따른다.
- 특히 기술적 원인 항목은 직접원인 중 불안전상태에 해당되는 재료결함, 방호장치 결함, 개인보호구 결함 그리고 관리적 원인 중 기술적 결함에 해당되는 구조, 설비 또는 기계결함 등으로 기타 항목을 제외하면 네 개 항목에 불과하여 기술적 원인으로 분류되는 재해건수가 제한적이다.

반면에, 본 연구에서 적용된 분류체계는 특히 산업용 기계 및 기구 관련 재해발생 원인 제공자를 제조자와 사용자로 나누고 제조단계에서 재해원인 해소를 목적으로 조금 더 상세한 기술적 원인의 소분류 항목을 적용하였다.

Fig. 1과 Fig. 2는 각각 기술적, 관리적 또는 교육적 원인에 의한 재해의 빈도와 강도의 상대적 비중을 기업규모별로 재구성한 것이다. Fig. 1과 Table 4에 따르면 기업의 규모가 작을수록 전체 근로자수를 고려한 산업재해율은 증가하는데 기술적 원인에 의한 재해의 비중도 동시에 증가함을 알 수 있다. 이는 기업의 규모가 작을수록 안전하지 못한 기계 및 설비의 사용이 기술적 원인의 비중을 높이는데 기여하기 때문으로 추정된다.

반면에, 기업의 규모가 커질수록 관리적 원인이 중요해진다. 예를 들면, 근로자 100~999명 규모의 기업

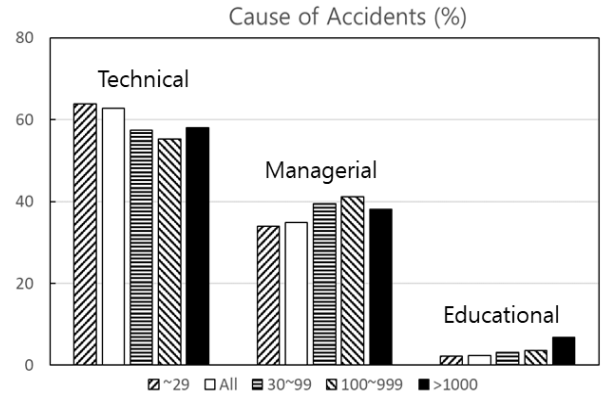


Fig. 1. Relative percentage of industrial accidents due to technical, managerial and educational causes by the size of company (by the number of workers) in Republic of Korea over the past 6 years (2012~2017). Workers include both employees and the self-employed.

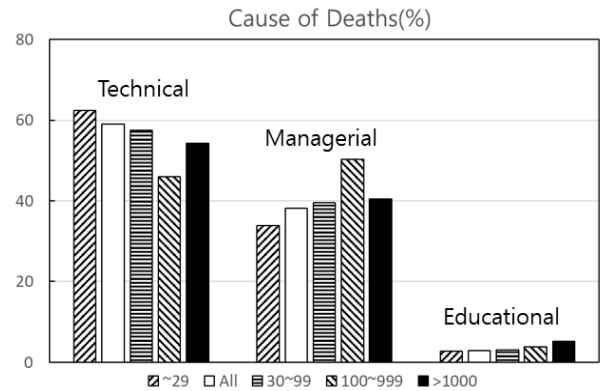


Fig. 2. Relative percentage of deaths due to technical, managerial and educational causes by the size of company (by the number of workers) in Republic of Korea over the past 6 years (2012~2017). Workers include both employees and the self-employed.

에서 관리적 원인에 의한 사망재해 건수는 전체의 50%를 초과한다. 기업의 규모가 증가할수록 관리적 원인에 의한 재해의 강도가 두드러지며 재해의 빈도는 모든 규모의 기업에서 기술적 원인에 크게 영향을 받는다.

교육적 원인에 의한 재해건수 및 사망재해 건수는 각각 전체 분석대상 재해의 2.2~3.8%와 2.7~5.2%를 차지한다. 교육적 원인에 의한 재해의 빈도 및 강도는 기업의 규모가 커짐에 따라 조금 증가하는 경향을 나타낸다.

일반적으로 기술적 원인에 의한 산업재해 중 상당수는 제조단계에서 위험원 (Hazards)과 관련 위험성(Risk)이 제거되지 않은 경우이다. 그러나 관리적 또는 교육적 원인에 의한 재해는 사용자가 재해의 원인을 제공



**Table 4.** Industrial accident rate (IAR) and the number of accidents by the size of company (by the number of workers) in Republic of Korea in 2019 [3]\*

Number of workers	IAR	Number of companies	Ratio(%)
<5	1.06	1,970,387	71.91
5~9	0.61	360,369	14.47
10~19	0.55	190,872	7.33
20~29	0.51	64,557	2.49
30~49	0.43	46,770	1.89
50~99	0.34	28,544	1.12
100~299	0.26	15,328	0.62
300~499	0.20	2,240	0.09
500~999	0.18	1,227	0.05
1000<	0.15	580	0.02
Average/Total	0.50	2,680,874	100.00

Source: KOSHA

\*: Workers include both employees and the self-employed.

**Table 5.** Average age of workers involved in accidents by the size of company (by the number of workers) over the past 6 years (2012~2017) in Korea\*

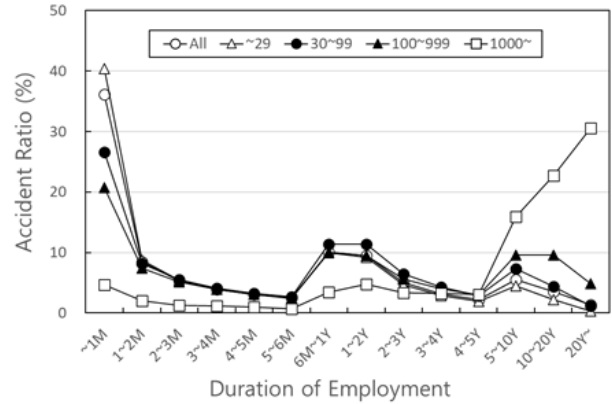
Number of workers*	Number of accidents	Average Age
~29	356,987	49.7
All	473,851	49.2
30~99	71,729	48.4
100~999	13,443	47.7
1000~	9,426	43.3

\*: Workers include both employees and self-employed.

한 경우이므로 사용자는 재해의 책임으로부터 자유롭기 어렵다. 근로자 30명 미만 사업장을 제외한 대부분의 사업장에서 관리적 원인과 교육적 원인에 의한 재해건수 비중이 40%를 초과하고 기술적 원인에 의한 재해 중 일부도 안전관리의 문제와 연동되어 있는 점을 고려하면 재해예방을 위한 안전관리와 안전교육의 강화가 필요하다.

Table 5에 따르면 산업재해를 당한 근로자의 사업장 규모별 평균나이는 근로자 30명 미만 사업장의 경우 49.7세 그리고 근로자 1000명이상 사업장의 경우 43.3세로 나타나 기업의 규모가 작을수록 근로자의 고령화 추세가 두드러짐을 알 수 있다.

Fig. 3은 산업재해를 당한 근로자의 평균근속년수를 사업장 규모별로 나타낸 것이다. 사업장의 규모가 작을수록 근무초기 재해율과 10년 이상 근속자의 재해율이 높음을 알 수 있다. 근로자 1000명이상 사업장의 경우, 근무초기 안전교육이 잘 이루어지고 있는데 반해 근로자 100인 미만 사업장의 경우 고령 근로자의 비중



**Fig. 3.** Variation of accident ratio by the number of workers with duration of employment of workers over the past 6 years (2012~2017) in Korea\*.

\*: Workers include both employees and self-employed.

이 상대적으로 높으므로 특히 근무 초기에 안전관리와 안전교육이 재해예방에 중요하다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 산업용 기계 및 기구와 연관된 재해 원인의 자동분석 방법을 제안하고 분석결과를 평가하였다. 제안된 방법은 텍스트 데이터 마이닝 기법을 적용하여 산업재해 조사표 중 서술형 “재해개요”에 나타난 재해원인의 자동분석을 가능케 한다.

키워드 검색에 의한 산업용 기계 및 기구 관련 재해 원인 분석결과는 KOSHA가 매년 발표하는 150개 기인물에 근거한 재해원인 분석결과와 다소 차이를 보인다. 기술적 원인에 의한 산업재해 중 상당수는 제조단계에서 위험원인 (Hazards)과 관련 위험성 (Risk)이 제거되지 않은데 기인하므로 기술적 원인은 제조단계에서 해소되어야 한다. 이를 고려하면 보다 상세한 기술적 원인 항목을 제시한 본 연구의 결과가 재해예방에 더 유효한 것으로 판단된다.

일반적으로 기업의 규모가 작을수록 산업재해율은 증가하며 동시에 기술적 원인에 의한 재해의 비중도 증가한다. 이는 기업의 규모가 작을수록 안전하지 못한 기계 및 설비의 사용이 기술적 원인의 비중을 높이는데 기여한 것으로 추정된다. 반면에, 사업장의 규모가 커질수록 관리적 원인이 중요해진다. 즉, 기업의 규모가 증가할수록 관리적 원인에 의한 재해의 강도 (사망재해)가 두드러지며 재해의 빈도(재해건수)는 모든 규모의 기업에서 기술적 원인에 크게 영향을 받는다.

근로자 30명 미만 사업장을 제외한 대부분의 사업장에서 관리적 원인과 교육적 원인에 의한 재해건수 비

중이 40%를 초과하고 기술적 원인에 의한 재해 중 일부도 안전관리의 문제와 연동되어 있는 점을 고려하면 재해예방을 위한 안전관리와 안전교육의 강화가 필요하다. 산업재해를 당한 근로자의 평균나이는 기업의 규모가 작을수록 높아지므로 특히 근로자 100인 미만 기업에서 고령 근로자의 근무 초기 안전관리와 안전교육이 재해예방에 필수적이다.

**Acknowledgement:** This study was supported by Hansung University.

## References

- 1) Yearly Industrial Accident Analysis Report, KOSHA, 2012-2017.
- 2) Health and Safety Executive. Health and Safety in Manufacturing Sector in Great Britain 2014/2015; 2016.
- 3) Health and Safety Executive. Health and safety in Construction Sector in Great Britain 2014/2015; 2016.
- 4) G. H. Choi, "Improvement of Reliability in Cause Analysis of Industrial Accidents", J. Korean Soc. Saf., Vol. 29, No. 6, pp. 1-8, 2014.
- 5) G. H. Choi, "Cause Analysis of Accidents Associated with Industrial Machines and Devices", J. Korean Soc. Saf., Vol. 33, No. 1, pp. 16-21, 2018.
- 6) G. H. Choi, Cause Analysis of Accidents Associated with Dangerous Machines and Devices Subject to Safety Certification, J. Korean Soc. Saf., Vol. 35, No. 4, pp. 1-8, 2020.
- 7) G. H. Choi, "Adjustment of Industrial Machines and Devices Subject to Safety Certification, Self-declaration of Conformity and Safety inspection", Research Report, Occupational Safety and Health Certification Institute, 2018.
- 8) Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Text\\_mining#cite\\_note-2](https://en.wikipedia.org/wiki/Text_mining#cite_note-2)
- 9) A Hotho, A Nürnberger, and G Paaß, "A brief Survey of Text Mining", In Ldv Forum, Vol. 20, No. 1, pp. 19-62, 2005.