

연구보고서

산업재해가 제조업 생산성에 미치는 영향 분석

박선영·김명중

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



요약문

- 연구기간 2023년 02월 ~ 2023년 11월
- 핵심 단어 산업재해, 노동생산성, 부가가치, 제조업, 패널회귀분석
- 연구과제명 산업재해가 제조업 생산성에 미치는 영향 분석

1. 연구배경

- 산업재해로 인한 인명피해는 생산 중단과 근로손실에 의한 단기적인 생산 (production) 저하 및 인적·기술적·환경적 영향경로를 거쳐 장기적으로 기업의 생산성(productivity) 악화 요인으로 작용할 수 있음
- 산업재해 발생이 기업의 매출·영업이익 등 재무적 성과와 산업 전반의 생산 감소에 미치는 영향에 관한 연구는 진행된 바 있으나, 장기적인 관점에서 부가가치를 고려한 생산성에 미치는 영향을 분석한 연구 미흡
- 산재예방을 위한 국가단위 정책수립 과정에서는 해당 정책의 단기적 실효성뿐만 아니라 산업의 생산성 향상과 경제 성장에 대한 기여 등 장기적 영향을 포괄적으로 고려할 필요가 있음
- 구체적으로 본 연구에서는 제조업 부문 상장기업을 대상으로 산업재해 발생이 부가가치를 고려한 노동 생산성에 미치는 (부정적) 영향과 파급 경로를 실증적으로 확인하여, 산재 예방을 위한 사업장 지원방법 개선, 간접편의 산출 등 정책적 의사결정의 기초를 확보하고자 함

2. 주요 연구내용

1) 산업재해가 부가가치 노동생산성에 미치는 영향 분석

- 기업의 재해율 1% 증가는 약 383만 원의 노동 생산성을 감소시키는 것으로 분석되었으며, 이는 분석대상 기업의 1인당 부가가치 평균인 9,827만원의 약 3.9% 수준
- 다른 변수들이 같은 수준이라고 가정하면 업력이 길고 정규직 비중이 높으며, 연구개발비와 자기자본비율이 클수록, 차입금 의존도가 높을수록 노동생산성이 감소함
- 그 외 광고선전비, 기계장비율, 노동장비율, 외국인 주식보유율이 높으면 노동생산성이 높아지는 것으로 추정
- 산업재해와 관련된 변수를 사고재해율로 변경하여 분석한 결과 여전히 산업재해는 기업의 생산성에 악영향을 주며, 사고재해만 고려했을 때 그 영향도는 재해율보다 조금 큰 것으로 나타남

2) 제조업 기술군 차이에 따른 분석

- 한국은행의 분류기준에 따라 전기 및 전자기기 제조업과 정밀기기 제조업을 포함하는 고위기술산업군, 화학제품 제조업, 기계 및 장비 제조업, 운송장비 제조업을 포함하는 중고위기술산업군, 석탄 및 석유제품 제조업, 비금속 광물제품 제조업, 1차 금속제품 제조업, 금속제품 제조업을 포함하는 중저위기술산업군, 그리고 음식료품 및 담배 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업, 목재, 종이, 인쇄 및 복제업, 기타 제조업을 포함하는 저위기술 산업군으로 분류하여 실증분석 수행

- 산업재해의 증가는 음식료품 및 담배 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업 등을 포함하는 저위기술군과 전기 및 전자기기, 정밀기기 제조업이 속한 고위기술군의 노동생산성에 통계적으로 유의미한 부정적인 영향
- 정규직 비중은 기술 수준이 상대적으로 높은 제조업에서 노동생산성에 영향을 미치는 중요한 요인
- 1인당 유형자산을 나타내는 노동장비율은 모든 그룹에서 노동생산성을 증가시키는 요인으로 확인되었으며, 외국인 주식보유율은 중저위기술군을 제외한 나머지 그룹에서 외국인보유율이 높을수록 노동생산성이 높아짐

3) 종사자 규모 차이에 따른 분석

- 분석대상 기업을 50인 미만, 50~100인 미만, 100~300인 미만, 300~1,000인 미만, 1,000인 이상으로 구분하여 분석
- 재해율 상승이 노동생산성에 미치는 부정적인 영향은 50인 미만과 50~100인 미만 기업에서 통계적으로 유의미한 영향이 있다고 나타남
- 특히 50인 미만 기업들에는 재해율 1% 증가는 노동생산성을 약 3,138만원 감소시키는 것으로 나타남
- 50~100인 미만 기업에는 약 325만원 감소시키는 것으로 추정되었는데 이는 50인 미만 기업의 노동생산성이 약 2억원, 50~100인 미만은 약 1억원 수준인 것에 비하면 상당한 영향이 있는 것으로 해석

4) 기업의 노동생산성 수준에 따른 분석결과

- 재해율이 증가함에 따라 제조업 기업의 노동생산성이 악화되는 경향은 특히, 노동생산성이 낮은 기업이 노동생산성이 높은 기업에 비해 산업재해로 인한 생산성 악화가 더 크게 나타남
- 분위수별 계수추정치에 따르면 낮은 노동생산성에서는 산업재해가 생산성 감소에 미치는 영향이 크게 나타나며, 노동생산성이 높아질수록 영향이 줄어드는 경향을 보임

- 노동생산성이 낮은 기업들은 작은 규모의 종사자와 낮은 1인당 매출액 수준으로 인해 산업 재해로 인한 노동 생산성 감소가 크게 나타나는 것으로 해석됨
- 노동생산성이 낮은 기업에서는 업력의 증가가 노동생산성을 향상시키는 경향이 있고, 노동생산성이 높은 기업에서는 감소시키는 양상을 보임.
 - 기업의 조업기간이 증가하면 노동생산성이 낮은 기업에서는 더 높은 노동생산성 증가 효과가 나타남
- 정규직 비중이 증가하는 경우에는 낮은 노동생산성 기업에서는 정규직 증가가 생산성 감소로 이어지지만, 높은 노동생산성 기업에서는 정규직 증가가 노동생산성 향상으로 이어져 고용안정이 높은 기업에서 생산성 향상 효과가 더 크게 작용함
- 낮은 노동생산성 기업에서는 연구개발비 증가가 노동생산성을 감소시키는 효과를 보였으나, 반대로 기업의 노동생산성이 높아질수록 연구개발비 투자에 의한 노동생산성 증가 효과가 나타남
- 광고선전비의 경우, 중위수 부근에 위치한 기업들에게서 주로 긍정적인 영향을 미치며, 낮은 노동생산성 혹은 매우 높은 노동생산성 기업에서는 통계적으로 유의미한 영향을 나타내지 않음
- 차입금 의존도가 높아질수록 전반적으로 노동생산성이 감소하고, 외인 보유율은 낮은 노동생산성에서 양적 효과가 크게 나타남
- 자본집약도와 기계화는 양(+)의 관계를 갖고, 특히 노동생산성이 높은 기업에서 더 큰 양적 효과를 보임

5) 산업재해와 노동생산성 간 양방향 인과와 장·단기 파급효과

- 노동생산성에 대해서는 노동생산성과 기계장비율, 그리고 정규직비중의 1차변수가 양(+)의 영향을, 재해율과 노동장비율은 음(-)의 관계를 갖는 것으로 나타남

- 재해율이 종속변수로 설정된 모형에서 노동생산성 증가와 정규직비중의 증가, 자본집약도(노동장비율)의 상승은 재해율을 감소시키는 영향으로, 기계장치 비중의 증가는 재해율을 증가시키는 요인
- 재해율에 대한 1 표준편차 충격은 1시차에 노동생산성을 약 427만원 감소시키나, 재해발생 이후 물적·인적 자원 및 손실된 생산물에 대한 복구 노력 등 회복탄력성으로 2시차에 노동생산성은 약 330만원 증가하고, 등락을 거쳐 4시차 이후에는 0으로 수렴하는 모습을 보임
 - 산업재해 발생이 기업의 노동생산성을 단기간에 감소시키는 것은 분명
 - 다만 기업 스스로 생산성 회복 노력이 수반되어 재해 발생 후 1~2년 내에 생산성의 정상상태에 도달하고, 생산성 손실의 일정 부분은 회복되나 상당한 시간(4시차) 영향을 미치는 것으로 추정됨
- 기계장비율과 정규직비중의 충격은 노동생산성에 양(+)의 영향을 미치며 타 변수들에 비해 파급효과의 지속기간이 길게 나타나는데, 그 이유는 생산에 직접적으로 영향을 미치는 물적(기계장치) 및 인적(정규직 인력) 자본이 확충되었기 때문으로 판단
- 재해율에 대한 영향에서 노동생산성에 대한 1표준편차 충격은 단기에 산업재해 감소 영향을 미치며, 파급효과의 크기가 점차 감소하며 약 2~3년 지속 후 0으로 수렴
 - 노동생산성 증가가 기업 실적 개선, 임금 및 복지수준 증가, 근로환경 개선 등 산업재해 감소에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사
- 정규직비중 증가에 대한 충격은 노동생산성을 증가시키며, 고용안정성 증대가 산업재해를 감소시킬 수 있음을 확인
- 자본집약도(노동장비율) 증가 충격은 노동생산성에 비해 비교적 단기에 산업재해를 감소시키지만, 파급효과의 크기는 노동생산성에 비해 크게 나타나며, 기계장비율 확대 충격이 산업재해 증가에 미치는 파급기간은 약 3~4년 정도 지속됨

3. 연구 활용방안

- 기업의 산재예방 활동으로 인한 재해감소가 산업생산성에 미치는 효과와 영향, 파급경로를 부분적으로 규명하는 기초자료 확보
- 산재 예방을 위한 사업장 지원방법 개선, 간접편의 산출 등 정책적 의사결정의 근거자료로 활용
- 정부와 안전보건공단의 정책적 의사결정 및 산재예방의 주체로써 기업의 자발적 산재 예방 노력을 유도하는 근거자료로 활용

4. 연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 연구위원 박선영
 - ☎ 052) 703. 0824
 - E-mail psy0906@kosha.or.kr

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 필요성	2
2. 연구목표	3
II. 선행연구	5
III. 분석자료	11
1. 분석대상 및 변수정의	12
1) 분석대상	12
2) 변수 정의	14
2. 분석자료의 특성	20
1) 분석대상 기업 분포	20
2) 분석대상 기업의 산업재해 현황	23
3) 분석대상 기업의 노동생산성(인당부가가치) 현황	43
3. 기초통계량	47
IV. 실증분석	57
1. 분석방법	58

목 차

1) 선형패널모형	58
2) 패널분위수회귀모형	65
3) 패널벡터자기회귀모형	68
2. 산업재해가 노동생산성에 미치는 영향	74
1) 기본모형	74
2) 기술군별 분석 결과	78
3) 종사자 규모별 분석 결과	80
4) 노동생산성 수준별 분석 결과	83
3. 산업재해와 노동생산성 간 양방향 인과와 장·단기 파급효과	93
1) 패널벡터자기회귀모형 추정 결과	94
2) 그랜저 인과관계 검정	97
3) 모형의 안정성 검증	98
4) 직교화된 충격-반응 함수	98
5) 예측오차 분산분해	105
V. 결론 및 시사점	109
참고문헌	116
Abstract	119

표 목차

〈표 Ⅲ-1〉 업종별 기업 분포	21
〈표 Ⅲ-2〉 종사자 규모별 기업 분포	22
〈표 Ⅲ-3〉 연도별 재해자수 현황	23
〈표 Ⅲ-4〉 연도별 재해율 현황	25
〈표 Ⅲ-5〉 중분류 업종별 산업재해자수(2015~2022 합계)	26
〈표 Ⅲ-6〉 중분류 업종별 산업재해율(2015~2022 합계)	28
〈표 Ⅲ-7〉 중분류 업종별 재해자수(2015~2022)	29
〈표 Ⅲ-8〉 중분류 업종별 재해율(2015~2022)	30
〈표 Ⅲ-9〉 중분류 업종별 사고재해자수(2015~2022)	31
〈표 Ⅲ-10〉 중분류 업종별 사고재해율(2015~2022)	32
〈표 Ⅲ-11〉 중분류 업종별 비사망사고재해자수(2015~2022)	33
〈표 Ⅲ-12〉 중분류 업종별 비사망사고재해율(2015~2022)	34
〈표 Ⅲ-13〉 중분류 업종별 사고사망자수(2015~2022)	35
〈표 Ⅲ-14〉 중분류 업종별 사고사망만인율(2015~2022)	36
〈표 Ⅲ-15〉 중분류 업종별 1인당 근로손실일수(2015~2022)	37
〈표 Ⅲ-16〉 종사자 규모별 산업재해자수(2015~2022 합계)	38
〈표 Ⅲ-17〉 종사자 규모별 산업재해율(2015~2022 합계)	38
〈표 Ⅲ-18〉 종사자 규모별 재해자수(2015~2022)	39
〈표 Ⅲ-19〉 종사자 규모별 재해율(2015~2022)	39
〈표 Ⅲ-20〉 종사자 규모별 사고재해자수(2015~2022)	40
〈표 Ⅲ-21〉 종사자 규모별 사고재해율(2015~2022)	40
〈표 Ⅲ-22〉 종사자 규모별 비사망사고재해자수(2015~2022)	41
〈표 Ⅲ-23〉 종사자 규모별 비사망사고재해율(2015~2022)	41

표 목차

〈표 III-24〉 종사자 규모별 사고사망자수(2015~2022)	42
〈표 III-25〉 종사자 규모별 사고사망만인율(2015~2022)	42
〈표 III-26〉 종사자 규모별 1인당 근로손실일(2015~2022)	43
〈표 III-27〉 중분류 업종별 1인당 부가가치(2015~2022) 평균	44
〈표 III-28〉 종사자 규모별 1인당 부가가치(2015~2022) 평균	46
〈표 III-29〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2015~2022 평균)	47
〈표 III-30〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2015년)	49
〈표 III-31〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2016년)	50
〈표 III-32〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2017년)	51
〈표 III-33〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2018년)	52
〈표 III-34〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2019년)	53
〈표 III-35〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2020년)	54
〈표 III-36〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2021년)	55
〈표 III-37〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2022년)	56
〈표 IV-1〉 산업재해율이 노동생산성에 미치는 영향 분석결과	75
〈표 IV-2〉 사고재해율이 노동생산성에 미치는 영향 분석결과	77
〈표 IV-3〉 기술수준에 차이를 반영한 추정결과	79
〈표 IV-4〉 규모차이를 고려한 반영한 추정결과(I)	81
〈표 IV-5〉 규모차이를 고려한 반영한 추정결과(II)	82
〈표 IV-6〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.1$)	84
〈표 IV-7〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.25$)	85
〈표 IV-8〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.5$)	86

〈표 IV-9〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.75$)	87
〈표 IV-10〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.9$)	88
〈표 IV-11〉 패널 분위수회귀 계수추정치 그래프	91
〈표 IV-12〉 정보기준에 따른 최적 시차 결정	95
〈표 IV-13〉 패널벡터자기회귀모형(PVAR) 추정 결과	96
〈표 IV-14〉 그랜저 인과관계 검정 결과	97
〈표 IV-15〉 모형의 안정성 검증 결과	98
〈표 IV-16〉 직교화된 충격반응함수(반응변수: 노동생산성)	99
〈표 IV-17〉 직교화된 충격반응함수 그래프(반응변수: 노동생산성)	100
〈표 IV-18〉 직교화된 충격반응함수(반응변수: 재해율)	101
〈표 IV-19〉 직교화된 충격반응함수 그래프(반응변수: 재해율)	102
〈표 IV-20〉 직교화된 충격반응함수(기타)	103
〈표 IV-21〉 직교화된 충격반응함수 그래프(기타)	104
〈표 IV-22〉 예측오차 분산분해 결과	106

그림목차

[그림 Ⅲ-1] 산업재해 통계와 공시자료의 결합	16
[그림 Ⅲ-2] 분석대상 상장기업의 산업재해 발생추이	24
[그림 Ⅲ-3] 분석대상 상장기업의 산업재해율 변화 추이	25
[그림 Ⅲ-4] 분석대상 상장기업의 중분류 업종별 부가가치	45
[그림 Ⅲ-5] 분석대상 상장기업의 종사자 규모별 부가가치	46

I. 서론



I. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

WHO(2021)와 ILO가 공동으로 추정된 것에 따르면 2016년 전 세계적으로 사업장 내 19개의 위험요인에 의한 사망자가 약 188만 명에 달하며, 8,972만 장애보정 손실 수명(disability-adjusted life years, DALYs)이 발생하였다. 한국에서도 산업재해로 매년 약 2,000여 명이 넘는 사망자가 발생하고 있으며, 약 130,000명이 넘는 재해자가 발생하고 있다. 또한 2021년 기준으로 산업재해로 인한 근로손실일수는 6,049만일 정도로 추정된다. 산업재해로 인한 근로자의 근로손실 및 불능은 기업의 가동 중단과 신규 노동력 채용 등으로 단편적으로는 생산(production) 저하를 발생시키며 장기적으로 인적·기술적 및 환경적인 다양한 경로를 거쳐 기업의 생산성(productivity) 악화 요인으로 작용할 수 있다. 기업과 산업의 생산성 악화는 결국 국가의 경제성장을 저해하는 요인으로 정부 기관 및 안전보건 분야의 연구자들은 산업재해가 경제사회에 미치는 부정적인 영향을 실증적으로 추정하고 그 결과를 제시함으로써 산재 감소 정책의 중요성을 강조하고 있다.

본 연구에서는 기존의 매출, 영업이익 등 재무적 성과와 산업 전반의 생산 감소에 미치는 영향들을 연구한 선행 연구들과는 달리 장기적 관점에서 산업 재해가 기업의 노동생산성에 미치는 영향에 대해 집중해서 분석하고자 한다. 산재예방을 위한 국가 단위 정책 수립 과정에서는 해당 정책의 단기적 실효성뿐만 아니라 산업의 생산성 향상과 경제 성장에 대한 기여 등 장기적 영향을 포괄적으로 고려할 필요가 있기 때문이다. 본 연구 결과를 통해 기업의 산재 예방 활동으로 인한 재해 감소가 산업 생산성에 미치는 효과와 영향, 그리고 파급경로를 부분적으로 규명하는 기초자료를 확보하고, 정부와 안전보건공단의 정책적 의사결정 및

산재예방의 주체로써 기업의 자발적 산재예방 노력을 유도하는 근거자료로 활용하고자 한다.

2. 연구목표

본 연구에서는 제조업 상장기업을 대상으로 산업재해 발생이 부가가치를 고려한 노동생산성에 미치는 영향과 파급경로를 실증분석하여, 사업장 지원방법 개선, 간접편의 산출 등 정책적 의사결정의 기초를 확보하고자 한다.

먼저 산업재해가 부가가치 노동생산성에 미치는 전반적인 영향을 살펴보기 위해 1,009개 기업의 8년치 패널자료를 수집한다. 독립변수인 산업재해로는 재해율(%)과 사고재해율(%)을 고려하고, 기업의 특성으로는 업력(년)과 종사자 규모 더미변수(각 50인 미만, 100인 미만, 300인 미만, 1,000인 미만이면 1, 그렇지 않으면 0의 값), 정규직 비중(%), 직원 평균 근속년수(년), 1인당 연구개발비(백만원), 1인당광고선전비(백만원), 자기자본비율(%), 차입금의존도(%), 기계장비율(백만원), 노동장비율(백만원), 외국인 주식보유비중(%)을 반영하며, 선형 패널회귀분석을 위해 합동모형(Pooled OLS)과 고정효과모형(Fixed effect model), 확률효과모형(Random Effect Model)등을 적용하고 분석을 수행한다. 또한 추가로 한국은행의 분류 기준에 따른 제조업 기술군별(고위, 중고위, 중저위, 저위) 차이와 종사자 규모(50인 미만, 50~100인 미만, 100~300인 미만, 300~1,000인 미만, 1,000인 이상)별로 차이를 살펴보기 위해 표본을 각 기준에 따라 구분하여 추가적인 분석을 수행하고, 기업의 부가가치 노동생산성 수준에 따른 산업재해의 차별적 영향을 규명하기 위해 패널분위수회귀모형을 분석한다. 아울러 추가로 패널벡터자기회귀모형을 설정하고 충격반응 함수와 분산 분해를 수행함으로써 산업재해와 노동 생산성 간 양방향 인과관계를 면밀히 밝히고, 산업재해 발생의 부가가치 노동 생산성에 대한 장·단기 파급 효과의 방향과 지속기간 등을 살펴본다.

II. 선행연구



II. 선행연구

기업은 산업재해 예방을 위한 자원 투입(예산, 인력 등)의 결과를 단기에 가시적인 수익으로 체감하기는 어렵기 때문에, 산재예방을 위한 자원배분을 투자보다는 비용적인 측면으로 여기게 된다. 이러한 특성 때문에 각 기업의 산재 예방 활동은 관련 법규(산업안전보건법, 중대재해처벌법 등)를 이행하는 최소 수준에서 이루어질 가능성이 크고, 따라서 산업재해 예방을 위한 기업의 노력은 사회적으로 요구되는 최적 수준에는 못 미치게 될 가능성 또한 매우 높다. 그러나 산업재해는 근로자 개인의 생명뿐만 아니라 가족의 생계, 기업의 손실, 나아가 노동력 상실 등 국가적 손실로 이어지기 때문에 산업재해로 인한 사회적 비용 및 산재 예방의 긍정적인 영향(직접 및 외부효과)에 관한 연구는 정책적으로 매우 중요하게 다루어져야 한다. 산업재해 감소를 위한 국가의 중장기적 정책 방향 설정 및 수립도 중요하지만 다양한 산재 예방 활동 주체 중 기업의 산재예방 활동에 주목해야 하는 이유는 기업의 노력이 근로자의 작업 방식이나 환경 등에 변화를 주어 산업재해 발생 빈도에 즉각적으로 영향을 줄 수 있는 주체이기 때문이다. Tushyati M. et. al.(2008)에서는 Paul Gilding(2002)을 인용하여 기업에서 안전과 가치 창출이 함께 증가할 때 지속 가능할 수 있다고 지적하면서 안전과 생산성, 안전과 품질, 안전이 기업의 전체 비즈니스 핵심 가치 창출에 도움이 되거나 비용 절감, 새로운 비즈니스 기회 제공 등으로 경쟁 우위를 확보할 수 있는지에 대해 사례를 조사하고 이를 종합하여 연구결과를 발표하였다. 해당 연구에서는 18개의 사례를 찾아냈고, 각 사례에서 기업의 안전수준 향상 활동과 이로 인한 산업재해율 감소(재해자 감소, 근로손실 일수 감소 등), 생산성 향상, 근로자 이직률 감소, 품질 향상 등으로 나타난 사실을 확인하고 이를 재분석하여 기업의 산업재해 감소가 생산성과 품질, 비용 측면의 효율성을 개선한다는 결과를 도출하였다. Fernández-Muñiz et al.(2009)에서는 455개 스페인 기업을 설문 조사한 결과를 바탕으로 기업의 안전경영시스템(정책, 인센티브, 교육, 의견교류,

계획, 통제로 이루어짐) 향상은 사고율, 개인 상해, 물적 피해 등 안전성과 개선에 영향을 주는 동시에 기업의 경쟁력이라 할 수 있는 기업 이미지, 평판, 생산성, 혁신에도 긍정적인 영향을 준다고 분석하였다. 또한, 안전경영시스템은 매출액, 이익, 수익성 등 재무적 성과에도 긍정적인 영향을 준다는 실증분석 결과를 제시하였다. Argilés-Bosch et al.(2014)에서는 스페인에서 상대적으로 산업재해가 자주 발생하는 건축업, 소매 및 가정수리업, 기계를 제외한 야금 산업에서 약 299개의 기업의 산업재해 자료와 재무정보를 활용하여 산업재해가 기업의 총자산 순이익률(return to asset)에 미치는 부정적 영향을 실증 분석하여 그 결과를 제시하였다. 해당 연구에서는 재해율이 1% 증가 시 다음 해의 총자산 순이익률이 약 0.03% 감소하는 것으로 나타났으며 이는 표본기업 총자산 순이익률의 평균 및 중앙값을 고려하면 각각 7.5%, 6.5% 감소하는 수준이라고 제시하였다. 또한 비정상적인 회사 수익성(abnormal firm profitability)¹⁾에도 산업재해는 총자산 순이익률과 마찬가지로 산업재해의 부정적인 영향이 있다는 결과를 도출하였다. Aher and Dhole(2021)에서는 인도의 8개 기업 총 200명의 근로자를 대상으로 하는 설문 조사를 통해 산업재해의 주요 원인은 근로자의 행동 변화이며, 산업재해가 발생하면 생산성이 줄어든다는 결과를 도출하였다. Wijesooriya and Tennakoon(2021)에서는 스리랑카의 비스킷 제조공장(현장근로자 약 1,500명 규모)의 2014~2020년 사례를 조사하여 산업재해가 근로자 결근, 이직률, 근로자 생산성(kg/hr)에 부정적인 영향을 준다고 보고하며 안전보건경영시스템(Occupational Health and Safety Management Systems, OHSMS) 구축의 중요성을 강조하였다. 그러나 전반적으로 검토한 결과 산업재해가 기업의 생산 활동, 생산성(부가가치) 등에 미치는 영향을 정량적으로 분석한 연구는 분석자료 확보, 자료 신뢰성 등의 문제로 많지 않은 것으로 판단된다.

1) 총자산 순이익률에서 과거 총자산 순이익률을 활용하여 추정된 사후 추정 기대수익률(post-estimate the firm's predicted profitability)을 제거하여 활용하였다.

관련된 국내 연구로는 박선영 외(2019)에서 패널 선형회귀모형으로 기업 단위의 산업재해와 재무적 성과(매출액, 영업이익액, 영업이익률, 매출액 성장률 등) 사이의 연관성을 실증적으로 분석하였다. 해당 연구에서는 기업의 산업재해(재해, 사고재해, 사고사망) 증가는 매출액과 영업이익을 감소시키고, 기업 성장률 둔화시키는 부정적인 영향을 준다는 것을 실증적 연구 결과를 도출하였다. 이재희 외(2021)에서는 계량경제학적 방법론인 VECM(Vector Error Correction Model)을 활용하여 산업재해 발생이 산업 생산성에 미치는 효과를 분석하고자 하였다. 이 연구에서는 산업재해 1% 증가는 2년간 산업 생산을 약 0.025% 감소시키는 것으로 실증분석결과 제시하였다. 앞서 살펴본 두 연구와 본 연구의 차이점은 부가가치에 기반한 생산성이 고려된 것이 아닌 매출액, 영업이익액, 산업생산지수 등 생산과 이익이 관련 변수로 활용되었다는 것과 상장기업을 대상으로 분석했다는 차이가 있다.

그 외 산업안전보건과 관련한 활동이 기업 활동에 영향을 주는 연구를 살펴보면, 이승환 외(2000)에서 재해비용비교방법을 활용하여 산업안전교육의 재해 예방 효과를 화폐가치로 산출하였는데, 특정 사업장 전 직원에 대한 2시간 교육 실시를 통해 약 7천만 원 수준의 금전적 가치가 발생하는 것으로 분석하였다. 이 연구는 교육의 재해 예방 효과를 금전적으로 분석했다는 의의가 있으며, 해당 연구를 참고하여 보면, 절감한 재해 손실비용과 기업의 부가가치 발생과의 분석은 없지만, 긍정적인 영향이 있었을 것으로 추측된다.

사회적인 규제가 기업의 생산성에 미치는 영향에 관해 이동렬 외(2016)에서는 9개 산업을 기준으로 규제지수, 자본 스톡, 연구개발스톡과 노동생산성 간 관계를 산업패널 자료를 구축하여 분석하였는데, 연구 결과 경제규제지수는 노동생산성 향상에 부정적 영향을 미친다고 보고하였다. 김예원(2019)은 선형패널 분석을 통해 근로시간 단축이 기업 고용과 노동생산성(1인당 부가가치)에 미치는 영향을 분석하였는데 근로시간 단축이 15% 이상일 때 1인당 부가가치와 부(-)의 영향을 가진다고 보고하였다.

선행연구를 살펴본 결과 기업의 산업재해와 재무적성과 또는 노동생산성 등 생산성에 영향을 미치는 요인들에 관한 연구는 일부 존재하나, 부가가치에 기반한 노동생산성에 대한 검토는 미흡하며, 나아가 산업재해와 생산성을 연계한 연구는 극히 드물었다. 본 연구에서는 관련 선행연구와 차별되게 신뢰성이 있는 기업의 공시 재무자료와 안전보건공단에서 제공하는 사업장별 산업재해 자료를 결합하여 산업재해가 기업의 생산성에 미치는 영향에 대해 심층적으로 분석하고자 한다. 다음 장에서는 연구에 활용한 분석대상과 자료수집 방법에 대해 살펴본다.

Ⅲ. 분석자료



Ⅲ. 분석자료

서론에서 언급한 바와 같이, 본 연구에서는 기업에서 발생하는 산업재해가 기업의 부가가치 노동생산성에 미치는 영향을 분석하고자 하였으며, 산업재해 발생 특성뿐만 아니라 기업의 생산성에 영향을 미칠 수 있는 다양한 특성들, 예컨대 일반특성(업력, 기업 규모, 정규직 비중, 임금수준), 제품차별화 특성(연구개발, 광고선전비), 재무안정성(자기자본비율, 차입금 의존도), 자산구성(노동장비율, 기계장비율), 소유구조(외국인보유비중) 등도 고려한다.

이에 본 장에서는 분석의 대상이 되는 기업과 회귀분석에 활용할 다양한 변수들의 정의와 자료수집 방법 등에 관해 서술하고자 한다. 또한, 분석대상 기업의 산업재해 현황과 주요 변수의 기초통계량에 대해서도 살펴본다.

1. 분석대상 및 변수정의

1) 분석대상

기업에서 발생하는 산업재해가 생산성이 미치는 영향에 대해 분석하기 위해 무엇보다도 표준화된 비교분석을 위해 가능한 동질한 기업 표본을 확보하는 것이 중요하며, 생산성을 측정할 수 있는 기업단위 자료의 확보가 중요하다. 이에 본 연구에서는 재무자료수집이 쉽고, 비교적 동질한 집단으로부터 표본을 추출하기 위해 표준산업분류 상 제조업으로 분류된 상장기업(유가증권시장, 코스닥시장)을 분석대상으로 선정하였다. 분석에 사용된 최종 기업 수는 1,009개 기업이며, 산업재해와 생산성의 시계열 변화 특성과 관계를 충분히 고려하기 위해 표본수집 기간은 2015년부터 2022년까지 8년으로 적용하였다.

구체적인 표본선정과 자료수집 방법은 다음과 같다. 먼저 기업 공시자료는 (주)FnGuide사에서 운영하는 DataGuide¹⁾ 데이터베이스에서 수집하였으며, DB에서 제공하는 기업공시보고서의 내용 중 일반사항(기업정보, 임직원정보)과 재무제표(재무상태표와 포괄손익계산서, 현금흐름표, 자본변동표)를 참고했다.

한편, 분석대상 기업 선정과정은 다음과 같다. 먼저 2023년 6월 28일 기준, 표준산업분류에 따라 분류된 국내 상장 기업은 총 2,532개였으며, 이 중에서 제조업으로 분류된 기업은 총 1,559개이다. 여기서 표본 기간 시작 시점인 2015년까지 설립 후 최소 5년 이상 영업활동을 이어온 기업들만을 대상으로 선정하기 위해 2010년 이후 설립된 회사들은 표본에서 제외하였으며, 시점 간 비교의 명확성을 확보하기 위해 결산 월이 12월인 기업들만을 추출하였다. 또한, 재무적 특성의 동질성 확보를 위해 자기자본비율이나 부채비율, 그리고 차입금비율 등에서 자산이나 자본이 완전히 잠식된 기업들도 제외하였다. 아울러, 본 연구에서는 상기 조건을 만족하는 제조업 기업 중에서 지주회사는 삭제하였는데, 그 이유는 (변수를 정의하는 과정에서 더 자세히 설명하겠지만) 산업재해가 주로 생산 활동이 이루어지는 자회사나 손자회사에서 발생하며, 산재보험도 자회사 혹은 손자회사가 독립적으로 가입하여 산재관리번호와 개시번호를 부여받기 때문이다. 만약 이때 지주회사와 자회사(혹은 손자회사)가 모두 상장된 경우라면 소유구조를 고려하여 지주회사의 산업재해를 측정하는 경우 이중계상의 우려가 존재한다. 또한, 지주회사의 재무실적은 소유구조나 회계기준에 따라 자회사와 실적을 공유하기도 하며, 종사자 수는 대부분 독립적으로 계상하게 되는데, 지주회사가 자회사의 실적을 포함하지만, 산업재해나 종사자 수가 독립적으로 측정하는 경우, 혹은 상기 예시와 반대되는 경우가 발생한다면 산업재해와 기업 생산성의 관계 분석에서 변수 간의 관계를 잘못 추정하거나 혹은 그 영향의 크기를 과대 혹은 과소추정할 우려가 있다. 물론, 지주회사의 소유구조나 자회사(혹은 손자회사)에 대한 지분을 등을 명확히 알 수 있다면 이러한 문제는 조정이 가능하겠으나, 현실적으로 이를 구분하기는

1) 데이터가이드(dataguide.fnguide.com) 참조.

매우 어려우므로 공정거래위원회에서 공개하는 지주회사 168개사를 포함하여 상장기업 내 지주회사는 분석에서 제외하였다. 마지막으로 기업의 임직원 구성 현황이나 재무자료 등 주요 변수에 결측 값이 존재하는 경우 균형패널(balanced panel) 구축이 어려우므로 표본 기간의 시작 시점이나 종료 시점에서 결측 값이 발생한 경우, 혹은 이를 제외한 경우에서 2개 값 이상이 연속으로 결측된 경우는 해당 기업을 모두 제거하였으며, 전년도와 차년도 값이 존재하는 단일 결측 값에 대해서는 직선보간법을 사용하여 값을 부여하였다.

2) 변수 정의

(1) 종속변수

생산성은 제품 생산이나 서비스 제공에 있어 투입대비 어느 정도의 산출이 발생하였는지를 나타내는 지표로, 크게 단일요소생산성(single factor productivity)과 총요소생산성(total factor productivity, TFP)으로 구분되며²⁾, 자료수집의 어려움과 비음(-)의 부가가치 가정으로 인해 일반적으로 단일요소 생산성을 널리 활용한다. 또한 개별 기업으로 구성된 패널 자료를 활용하는 본 연구의 특성에는 단일요소생산성을 활용하는 것이 더욱 적합한 바, 본 연구에서는 노동생산성의 척도로 단일요소생산성을 고려한다.

단일요소생산성으로는 대표적으로 부가가치 노동생산성을 고려할 수 있는데, 이는 투입된 노동이 성별이나 나이, 학력, 기술 수준 등 인적 속성에 대하여 동질적(homogeneous)이라는 가정 하에서 노동 투입 당 산출의 비율로 정의될 수 있으며, 그밖에도 자본생산성이나 원재료 생산성 등도 고려할 수 있다. 본 연구에서는 생산성의 지표 중 하나로 대표적으로 가장 널리 활용되고 있는 부가가치 노동생산성을 고려하였으며, 노동생산성은 투입을 ‘노동’으로 산출은 ‘부가가치’로 하고, 그 비율을 계산하여 척도로 활용한다. 이때 부가가치는 (회계기준에 따라 다소 차이가 있을 수 있으나) 일반적으로 인건비와 자산에

2) 생산성 정의 및 종류에 대한 정의는 생산성본부(kpc.or.kr) 참조

대한 감가상각비, 임차료, 그리고 조세와 공과금의 합으로 계산될 수 있으며, 인건비의 경우에는 급여와 퇴직급여, 그리고 복리후생비의 합으로 계산될 수 있다. 따라서 부가가치 노동생산성의 계산식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{(부가가치)노동생산성} &= \text{부가가치} / \text{근로자 수} \\ \text{부 가 가 치} &= \text{인건비} + \text{감가상각비} + \text{임차료} + \text{세금과 공과} \\ \text{인 건 비} &= \text{급여} + \text{퇴직급여} + \text{복리후생비} \end{aligned}$$

개별 기업의 부가가치와 노동투입량, 자본투입량 등 자료는 모두 기업의 공시보고서로부터 수집하며, 앞서 설명한 바와 같이 공시보고서는 (주)FnGuide사에서 운영하는 DataGuide³⁾ 데이터베이스 서비스를 통해 확보한다.

(2) 독립변수

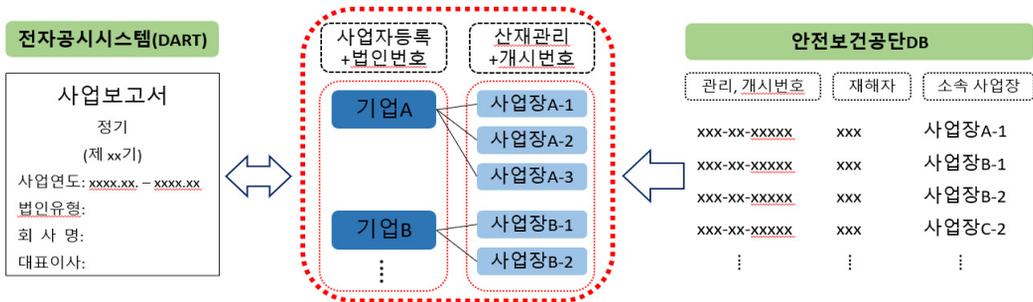
본 연구에서는 기업의 생산성을 결정하는 요인으로 산업재해특성(재해율, 사고재해율, 비사망사고재해율, 사고사망만인율 등)과 기업의 일반특성(업력, 기업 규모, 정규직 비중, 임금수준), 제품차별화 특성(연구개발, 광고선전비), 재무안정성 특성(자기자본비율, 차입금 의존도), 그리고 자산구성 특성(노동장비율, 기계장비율), 소유구조 특성(외국인보유비중) 등을 고려한다.

가) 산업재해특성

기업의 산재 이력을 수집하기 위해 안전보건공단에서 제공하는 산재통계 원자료에서 분석대상 기업들의 법인등록번호와 결합하여 자료를 추출하였다. 공단의 산재통계는 산재보험 가입 사업장을 기준으로 작성되며, 사업장은 모기업의 법인등록번호(혹은 사업자등록번호) 외에 산재관리번호와 사업장개시번호를 부여 받는다. 한편, 본 연구에서 기업은 법인번호와 사업자번호를 갖는다. 따라서 사업장

3) 데이터가이드(dataguide.fnguide.com) 참조.

단위의 산재통계 원자료를 기업 단위 자료와 결합하기 위해서는 사업장이 소속된 법인의 법인등록번호 혹은 사업자등록번호를 기준으로 개별 사업장의 산업재해 자료를 기업단위로 병합하는 과정이 필요하다. 상장기업과 산재통계를 결합하는 과정에서는 법인등록번호를 우선하여 사업장과 기업을 결합하였으며, 법인등록번호 결측 시 사업자등록번호를 활용하였다.



[그림 III-1] 산업재해 통계와 공시자료의 결합

산업재해의 강도는 기본적으로 재해자의 숫자로 나타내지만, 경우에 따라 산업재해로 인한 근로손실일 수를 사용하기도 한다. 여기서 재해자는 다시 사고재해자와 질병재해자로, 사고재해자는 다시 비사망사고재해자와 사고사망자로 구분할 수 있는데, 본 연구에서는 사고성재해뿐만 아니라 질병으로 인한 재해 발생 역시 기업의 생산성 변화에 영향을 줄 수 있다고 가정하고, 재해자와 사고재해자, 비사망사고재해자와 사고사망자, 근로손실일수 자료를 모두 수집하였다. 다만 기업의 근로자 수 규모에 따른 영향을 제거하기 위해 각 변수를 근로자 수로 나눠 재해율과 사고재해율, 비사망사고재해율, 사고사망만인율, 1인당 근로손실일수로 재계산하여 분석에 활용한다.

- 재해율(%) : 재해자 수 / 근로자 수 × 100
- 사고재해율(%) : 사고재해자 수 / 근로자 수 × 100
- 비사망사고재해율(%) : 비사망사고 재해자 수 / 근로자 수 × 100
- 사고사망만인율(‰) : 사고사망자 수 / 근로자 수 × 10,000
- 1인당 근로손실일수(일) : 근로손실일 수 / 근로자 수

나) 기업의 일반특성

기업의 일반특성으로는 업력과 근로자 규모 수준, 정규직 근로자의 비중, 직원 평균 근속년수 수준 등을 고려하였으며, 상기 변수들은 모두 기업 공시보고서의 일반현황에서 수집하여 다음과 같이 계산하였다. 이때 근로자 규모 수준을 나타내는 변수의 기준은 50인, 100인, 300인, 1,000인으로 각각 구분하였는데, 50인 기준은 안전보건공단의 제조업 소규모사업장 지원기준 규모에 해당하며, 300인은 기업규모 구분에서 현행의 매출액 기준이 도입되기 전 중견기업을 구분하는 기준에 해당한다. 또한 100인과 1,000인은 50인과 300인을 적용할 때의 기업 수 분포를 고려하여 설정하였고, 1인당 평균 급여는 물가상승으로 인한 인상 효과를 통제하기 위해 통계청에서 제공하는 소비자물가지수(2015=100 기준으로 재조정)를 활용하여 실질변수로 변환하였다.

- 업력(년): 회계연도 - 설립년도
- 50인 미만 더미변수: 근로자 수 < 50인이면 1, 그렇지 않으면 0
- 100인 미만 더미변수: $50 \leq \text{근로자 수} < 100$ 이면 1, 그렇지 않으면 0
- 300인 미만 더미변수: $100 \leq \text{근로자 수} < 300$ 이면 1, 그렇지 않으면 0
- 1000인 미만 더미변수: $300 \leq \text{근로자 수} < 1000$ 이면 1, 그렇지 않으면 0
- 정규직비중(%): $\text{정규직 근로자 수} / \text{근로자 수} \times 100$
- 직원평균근속년수(년): $\text{직원 근속년수 합계} / \text{근로자 수}$

다) 제품차별화 특성

기업은 제품차별화를 통해 시장점유율을 확보하고 이윤을 극대화할 수 있으며, 제품차별화 방법으로 가장 널리 활용되는 것이 연구개발과 광고이다. 자료는 개별 기업의 재무제표상 포괄손익계산서에서 추출하였다. 연구개발비와 광고선전비 역시 물가상승에 의한 증감 효과를 통제하기 위해 물가지수를 활용하여 실질변수로 변환하였는데, 연구개발비에 적용하는 물가지수의 경우 통계청에서 제공하는 「자본형태별 총자본형성」 중 연구개발부문의 명목 값과 실질 값을 활용하여 2015년 기준으로 재계산하여 적용했으며, 광고선전비에는 소비자물가지수를 적용하였다.

- 1인당 연구개발비(백만원) : 연구개발비 / 근로자 수
- 1인당 광고선전비(백만원) : 광고선전비 / 근로자 수

라) 재무안정성 특성

기업의 재무안정성 특성으로 자기자본비율과 차입금의존도를 고려한다. 자기자본비율은 기업의 총 자산중에서 자기자본이 차지하는 비중을 나타내며, 자기자본은 기업이 직접적인 금융비용을 부담하지 않고 장기적으로 운용할 수 있는 안정된 자본이기 때문에 자기자본비율은 기업 재무구조의 건전성을 가늠하는 대표적인 지표로 꼽힌다. 한편, 재무 불안정성과 관련해서 부채비율과 차입금의존도를 고려할 수 있는데, 부채비율은 총 자본 중에서 부채가 얼마나 되는지를 나타내며, 차입금의존도는 총 자본(자본과 부채의 합) 중에서 실제로 이자를 지급하는 차입금(사채 포함)의 비중이 어느 정도인지를 나타낸다. 본 연구에서는 부채 사용에 따른 실질적 부담(이자 부담)의 강도를 고려하기 위해 차입금의존도를 주로 활용하였다.

- 자기자본비율(%) : 자기자본 / 총자본
- 차입금의존도(%) : 총차입금 / 총자본

마) 자산구성 특성

기업의 자산구성 특성으로는 기계장비율과 노동장비율을 함께 고려하였다. 기업의 자산은 유동자산과 고정자산으로 나뉘며, 고정자산은 크게 투자자산과 유형자산, 그리고 무형자산 등으로 구분된다. 기업의 생산성에는 여러 가지 유형의 자산구성 특성들이 영향을 미치지만, 본 연구에서는 제조업의 특성 상 생산설비 등 기업의 생산과 산업재해에 직접적인 영향을 미치는 유형자산의 구성특성을 중심으로 살펴볼 것이다. 여기서 유형자산은 토지나 건물, 구축물, 기계장치, 선박, 차량운반구, 건설중인자산 등을 포함한다.

노동장비율은 생산과정에서 근로자 1인이 어느 정도 설비자산을 활용하고 있는지를 나타내는 지표이며, 설비자산은 유형자산 중에서 실제로 생산에

활용되지 못하는 건설 중인 자산을 제외한 값으로 정의될 수 있다. 또한, 기계장비율은 근로자 1인이 활용하는 기계장치의 수준을 나타내는 것으로 토지나 건물 등을 포함하는 설비자산보다 더욱 직접적인 생산수단의 활용 강도를 나타내기 때문에 노동장비율의 보조지표로 활용된다. 본 연구에서는 자본집약도와 더불어 기계장치 집약도를 모두 고려하기 위해 노동장비율과 기계장비율을 독립변수로 활용한다. 또한 설비자산과 기계장치의 명목가치 역시 물가상승에 의한 증감분을 제거하기 위해 실질가치로 전환하였다. 설비자산과 기계장치에 적용되는 물가지수의 경우, 연구개발비와 마찬가지로 통계청에서 제공하는 「자본형태별 총자본형성」을 활용하였는데, 이 중 설비투자 부문과 기계장치류 부문의 명목값과 실질 값을 활용하여 2015년 기준으로 재계산하여 적용하였다.

- 기계장비율(백만원) : 기계장치 / 근로자 수
- 노동장비율(백만원) : 설비자산 / 근로자 수

마) 소유구조 특성

마지막으로 기업의 소유구조 특성으로는 외국인보유비중을 고려한다. 외국인 보유비중은 해당 기업의 상장주식 수(보통주+우선주) 중에서 외국인이 소유한 주식 수의 비중을 나타낸다.

2. 분석자료의 특성

본 절에서는 분석대상 표본기업의 업종·규모별 분포와 산업재해(재해자, 사고재해자, 비사망사고재해자, 사고사망자, 근로손실일 수) 특성, 그리고 부가가치 현황을 살펴보고자 한다. 앞 절에서 언급한 바와 같이 분석대상은 2023년 6월 28일 기준 표준산업분류에 따라 분류된 국내 상장기업 중 12월 결산 제조업 기업이며, 여기서 자본잠식 상태가 아니며 지주회사를 제외하고 결측값을 제외한 1,009개 기업에 대해 2015~2022년 균형패널자료를 구축하였다. 이를 기반으로, 선정된 기업들의 업종·규모별 분포와 산업재해 특성, 그리고 부가가치 현황을 살펴보면 다음과 같다.

1) 분석대상 기업 분포

(1) 업종별 분포

제조업 중분류 기준에서 분석대상 1,009개 기업의 분포를 살펴보면 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업'에 가장 많은 195개사가 포함되었고, 뒤를 이어 '기타 기계 및 장비 제조업' 122개사, '화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외' 103개사, '의료용 물질 및 의약품 제조업' 부문에 101개사 순으로 포함되었다. 한편, '담배 제조업' 1개사, '기타 운송장비 제조업' 18개사 등 상당히 작은 숫자의 기업들이 포함된 중분류 산업이 존재하는데, 평균 종사자 수는 각각 4,407명, 2,080명으로 가장 많은 수를 차지하고 있어 상기 산업들은 매우 노동집약적인 산업임을 알 수 있다.

〈표 Ⅲ-1〉 업종별 기업 분포

제조업 중분류	평균 기업 수(개)	평균 종사자수(명)	평균 업력(년)
1차 금속 제조업	68	499	41
가구 제조업	6	386	33
가죽, 가방 및 신발 제조업	4	207	46
고무 및 플라스틱제품 제조업	40	558	33
금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	35	340	33
기타 기계 및 장비 제조업	122	367	26
기타 운송장비 제조업	18	2,080	30
기타 제품 제조업	7	152	30
담배 제조업	1	4,407	32
목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	4	428	51
비금속 광물제품 제조업	28	377	40
섬유제품 제조업; 의복제외	9	279	46
식료품 제조업	40	951	40
음료 제조업	10	1,049	47
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	47	248	23
의료용 물질 및 의약품 제조업	101	374	37
의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	13	438	36
인쇄 및 기록매체 복제업	3	61	26
자동차 및 트레일러 제조업	81	1,904	37
전기장비 제조업	49	651	33
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	195	1,382	26
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	4	869	49
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	21	288	45
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	103	730	35
계	1,009	811	33

(2) 종사자 규모별 분포

종사자 규모별로 기업의 분포를 살펴보면, 2022년 기준 ‘50인 미만’ 기업이 60개사로 전체 기업 1,009개사의 약 6%를 차지하고 있으며, ‘100인 이상, 200인 미만’에 가장 많은 250개사(약 25%)가 포함되어있다. 종사자 수 규모를 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 볼 때, ‘100인 이상, 200인 미만’ 구간에 가장 많은 값이 속해있고, 종사자 규모가 커질수록 기업 수가 일관성 있게 작아지는 오른쪽 긴 꼬리 분포를 보여 전반적으로 표본이 고르게 추출된 것으로 판단된다.

〈표 Ⅲ-2〉 종사자 규모별 기업 분포

규모	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	합계
1. 0~49인	57	43	38	40	48	56	63	60	405
2. 50~99인	139	143	152	149	155	156	149	159	1,202
3. 100~199인	282	285	270	273	261	256	249	250	2,126
4. 200~299인	154	150	158	165	157	162	163	150	1,259
5. 300~499인	167	178	180	164	172	163	165	158	1,347
6. 500~999인	130	132	130	137	132	133	133	142	1,069
7. 1,000~2,999인	43	41	44	43	45	44	48	49	357
8. 3,000~4,999인	15	16	15	17	18	18	18	19	136
9. 5,000~9,999인	10	10	10	9	9	9	9	10	76
10. 10,000인 이상	12	11	12	12	12	12	12	12	95
총합계	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009	8,072

2) 분석대상 기업의 산업재해 현황

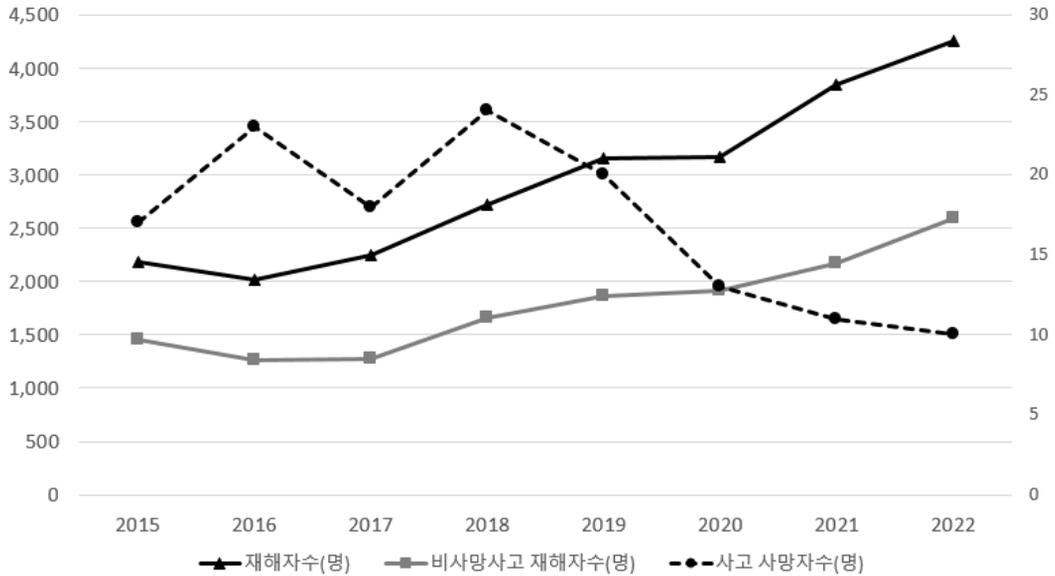
(1) 재해유형별 현황

분석 기간 2015년부터 2022년까지 분석대상 기업 1,009개사에서 발생한 산업재해자 수는 총 23,603명, 사고재해자는 14,325명이었으며, 이 중 비사망 사고재해자는 총 14,189명, 사고사망자는 136명 발생하였다. 또한 연도별 추이를 살펴보면, 재해자는 2015년 2,188명에서 2022년 4,257명으로, 비사망사고 재해자는 1,453명에서 2,589명으로 약 80~100% 증가하였다. 이러한 추세는 우리나라 전체 산업재해 발생 추이와도 유사한 것으로 보이는데, 사고 발생의 빈도가 높아졌을 가능성과 더불어 산재보험의 적용 범위 및 인정 범위가 넓어지면서 나타난 현상으로 분석된다.

〈표 Ⅲ-3〉 연도별 재해자수 현황

연도	재해자수(명)	사고 재해자수(명)	비사망사고 재해자수(명)	사고 사망자수(명)	근로손실일(일)
2015	2,188	1,470	1,453	17	1,003,408
2016	2,017	1,291	1,268	23	899,490
2017	2,251	1,295	1,277	18	994,204
2018	2,725	1,677	1,653	24	1,187,692
2019	3,159	1,880	1,860	20	1,297,073
2020	3,166	1,933	1,920	13	1,114,087
2021	3,840	2,180	2,169	11	1,383,844
2022	4,257	2,599	2,589	10	1,433,502
계	23,603	14,325	14,189	136	9,313,300

그러나 산재 예방정책 및 사업의 핵심목표인 사고사망자의 경우 2015년 17명 수준에서 점차 감소하여 2022년에는 10명으로 8년여 년 동안 상당한 수준으로 감소한 것을 볼 수 있다.



[그림 III-2] 분석대상 상장기업의 산업재해 발생추이

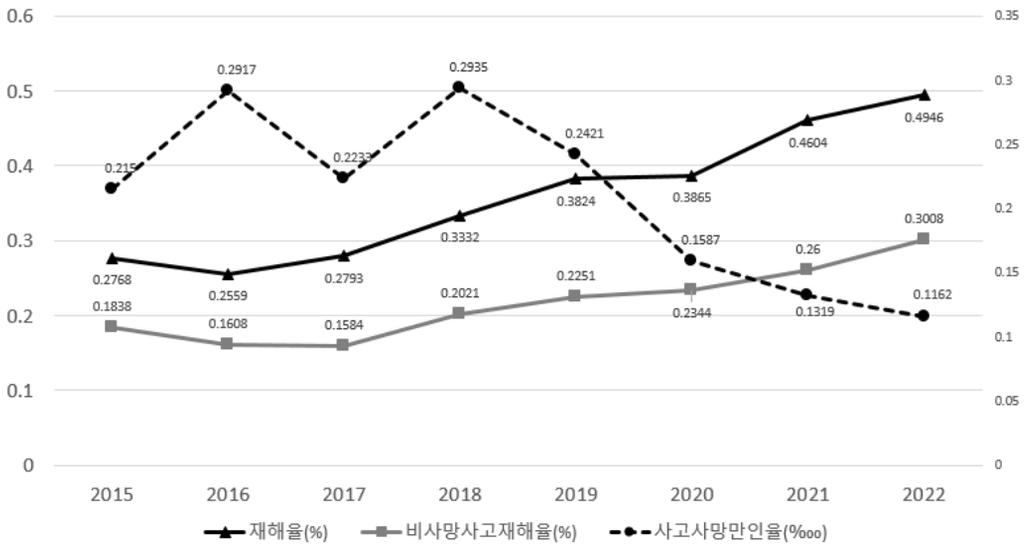
종업원 수를 고려한 재해율과 비사망사고재해율, 사고사망만인율⁴⁾ 추이를 살펴보면, 재해율은 2015년 0.27% 수준에서 2022년 0.49% 수준으로, 비사망 사고재해율은 0.18%에서 0.30%로 증가하는 추세를 보였다. 한편 사고사망 만인율은 2015년 0.21‰ 수준에서 2022년 0.11‰ 수준으로 상당히 감소했다. 본 연구에서는 재해자 수를 종업원 수로 나누었고, 국가승인통계로 발표되는 산업재해통계는 재해자 수를 산재보험가입 근로자로 나누기 때문에, 두 수치를 직접 비교하는 것은 다소 무리가 있다. 그러나 대략적인 추이를 비교해 보면 2015년 우리나라 사고사망만인율은 0.53‰수준이었는데, 분석대상 기업의 사고사망만인율은 0.21‰로 낮은 수준이며, 2022년 분석대상 기업의 사고사망만인율 평균 0.1162‰와 우리나라 사고사망만인율 0.43‰를 비교하면 상장기업의 사고사망만인율은 국내 전 사업장의 사고사망만인율보다 상당히 낮은 수준을 보인다.

4) 국가승인 산업재해통계와 재해율 단위를 일치시키기 위해 재해율과 비사망사고재해율은 종사자 100명당 재해자수로, 사고사망만인율은 종사자 10,000당 사고사망자 수로 산출

〈표 Ⅲ-4〉 연도별 재해율 현황

연도	재해율(%)	사고 재해율(%)	비사망사고 재해율(%)	사고사망 만인율(‰)	1인당 근로손실일(일)
2015	0.2768	0.1859	0.1838	0.2150	1.2692
2016	0.2559	0.1638	0.1608	0.2917	1.1410
2017	0.2793	0.1607	0.1584	0.2233	1.2336
2018	0.3332	0.2051	0.2021	0.2935	1.4522
2019	0.3824	0.2276	0.2251	0.2421	1.5700
2020	0.3865	0.2360	0.2344	0.1587	1.3599
2021	0.4604	0.2614	0.2600	0.1319	1.6591
2022	0.4946	0.3020	0.3008	0.1162	1.6655
평균	0.3586	0.2178	0.2157	0.2091	1.4188

재해율과 비사망사고재해율은 국내 재해율 추이와 마찬가지로 2015년부터 2017년까지 정체 또는 감소세를 나타냈었지만 2017년 이후에는 증가세가 나타나 2022년에는 재해율 0.49%, 비사망사고재해율 0.30% 수준을 나타냈으며, 2022년 국내 재해율이 0.65%임을 고려하면 이 역시 낮은 수준이다.



[그림 Ⅲ-3] 분석대상 상장기업의 산업재해율 변화 추이

(2) 중분류 업종별 산업재해 현황

제조업 중분류 업종별로 분석대상 기업에서 발생한 산업재해자 수 현황을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 Ⅲ-5〉 중분류 업종별 산업재해자수(2015~2022 합계)

제조업 중분류	재해자수 (명)	사고 재해자수(명)	비사망사고 재해자수(명)	사고 사망자수(명)	근로손실 일수(일)
1차금속	2,034	1,314	1,290	24	894,947
가구	35	27	27	0	15,346
가죽,가방,신발	19	15	15	0	6,369
고무및플라스틱	1,993	1,170	1,164	6	530,814
금속가공제품	299	247	243	4	94,652
기타기계장비	1,778	1,091	1,068	23	812,529
기타운송장비	3,939	1,207	1,203	4	1,639,471
기타제품	67	59	59	0	7,522
담배	23	21	21	0	4,989
목재및나무제품	68	61	57	4	49,731
비금속광물제품	876	517	505	12	659,872
섬유제품	103	88	87	1	35,811
식료품	1,052	916	912	4	260,159
음료	247	217	217	0	88,376
의료,정밀,광학,시계	75	62	62	0	35,739
의료물질및의약품	341	306	305	1	126,706
의복,액세서리,모피	23	22	22	0	2,688
인쇄및기록매체복제	1	1	1	0	29
자동차및트레일러	7,217	4,190	4,178	12	2,162,154
전기장비	448	343	337	6	230,273
컴퓨터,영상,음향,통신	1,182	929	924	5	767,790
코크스,연탄,석유정제	30	23	23	0	37,211
펄프,종이및종이제품	321	278	271	7	119,893
화학물질및화학제품	1,432	1,221	1,198	23	730,229
합계	23,603	14,325	14,189	136	9,313,300

재해자 수 기준에서 보면 '자동차 및 트레일러 제조업'에서 가장 많은 7,217명이 발생하였고, 그 뒤를 이어 '기타 운송장비 제조업'에서 3,939명, '1차 금속 제조업' 2,034명, '고무 및 플라스틱 제조업'에서 1,993명 순으로 재해자가 발생하였다. 또한 사고재해자 수나 비사망 사고재해자 수 기준에서 보더라도 이와 같은 순위에는 큰 차이가 없었다. 한편, 가장 작은 재해자가 발생한 업종은 '인쇄 및 기록매체 복제업'으로 8년간 총 1명 발생하였다.

한편, 근로자수를 고려하여 재해율 기준에서 보면, 가장 높은 재해율을 보인 업종은 '기타 운송장비 제조업'의 1.31%이며, 뒤를 이어 '고무 및 플라스틱 제조업' 1.11%, '비금속 광물제품 제조업' 1.0382% 순으로 나타나 다소 차이를 보였다. 재해자 수 기준에서 가장 많은 재해자를 보인 '자동차 및 트레일러 제조업'의 경우 재해율 기준에서는 0.585%로 24개 중분류 업종 중 7번째로 높은 수치를 보였다. 아울러 산업재해의 강도를 나타내는 또 다른 지표인 1인당 근로손실일수 기준에서 살펴보면, 1인당 근로손실일수가 가장 높은 중분류 업종은 '비금속 광물제품 제조업'으로 1인당 782일로 나타났으며, 그 뒤를 이어 '기타 운송장비 제조업' 547명, '목재 및 나무제품 제조업' 362명, '1차 금속 제조업' 329명 순으로 나타났다.

재해의 유형에 따라 다소 차이를 보이기는 하였으나, 8년 평균재해율 기준에서 보면 제조업 내에서는 전반적으로 '기타 운송장비 제조업'과 '1차 금속 제조업', '비금속 광물제품 제조업', 그리고 '고무 및 플라스틱 제조업'의 재해율이 높은 것으로 나타났다.

〈표 III-6〉 중분류 업종별 산업재해율(2015~2022 합계)

제조업 중분류	재해율(%)	사고 재해율(%)	비사망사고 재해율(%)	사고사망 만인율(‰)	1인당근로 손실일(일)
1차금속	0.7486	0.4836	0.4748	0.8833	329.3661
가구	0.1891	0.1459	0.1459	0.0000	82.9289
가죽,가방,신발	0.2872	0.2267	0.2267	0.0000	96.2666
고무및플라스틱	1.1153	0.6547	0.6514	0.3358	297.0386
금속가공제품	0.3144	0.2597	0.2555	0.4206	99.5373
기타기계장비	0.4971	0.3050	0.2986	0.6430	227.1506
기타운송장비	1.3152	0.4030	0.4017	0.1336	547.3972
기타제품	0.7847	0.6910	0.6910	0.0000	88.1003
담배	0.0652	0.0596	0.0596	0.0000	14.1504
목재및나무제품	0.4962	0.4451	0.4159	2.9186	362.8676
비금속광물제품	1.0382	0.6127	0.5985	1.4222	782.0427
섬유제품	0.5131	0.4383	0.4334	0.4981	178.3772
식료품	0.3456	0.3009	0.2996	0.1314	85.4704
음료	0.2942	0.2585	0.2585	0.0000	105.2609
의료,정밀,광학,시계	0.0805	0.0666	0.0666	0.0000	38.3659
의료물질및의약품	0.1129	0.1014	0.1010	0.0331	41.9684
의복,액세서리,모피	0.0505	0.0483	0.0483	0.0000	5.9022
인쇄및기록매체복제	0.0685	0.0685	0.0685	0.0000	1.9863
자동차및트레일러	0.5850	0.3396	0.3386	0.0973	175.2499
전기장비	0.1754	0.1343	0.1320	0.2350	90.1762
컴퓨터,영상,음향,통신	0.0548	0.0431	0.0429	0.0232	35.6155
코크스,연탄,석유정제	0.1079	0.0828	0.0828	0.0000	133.8862
펄프,종이및종이제품	0.6640	0.5750	0.5605	1.4479	247.9844
화학물질및화학제품	0.2380	0.2029	0.1991	0.3822	121.3594

〈표 Ⅲ-7〉 중분류 업종별 재해자수(2015~2022)

제조업 중분류	재해자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	147	153	198	268	267	315	344	342
가구	5	0	5	4	4	3	9	5
가죽,가방,신발	1	2	0	1	2	2	5	6
고무및플라스틱	174	196	190	232	248	253	313	387
금속가공제품	25	28	34	49	38	39	37	49
기타기계장비	100	131	169	233	250	276	301	318
기타운송장비	310	321	487	419	513	509	697	683
기타제품	3	3	3	1	1	8	17	31
담배	2	3	1	1	5	2	4	5
목재및나무제품	9	9	6	10	8	6	10	10
비금속광물제품	74	55	69	97	89	121	149	222
섬유제품	13	19	8	14	8	12	20	9
식료품	64	82	101	143	142	151	171	198
음료	25	21	25	32	39	29	35	41
의료,정밀,광학,시계	5	8	5	9	11	13	12	12
의료물질및의약품	33	27	25	48	53	39	42	74
의복,액세서리,모피	5	2	3	1	3	0	8	1
인쇄및기록매체복제	0	0	0	0	0	0	1	0
자동차및트레일러	905	674	594	792	1,014	927	1,122	1,189
전기장비	41	42	42	53	54	59	69	88
컴퓨터,영상,음향,통신	119	97	117	133	183	141	183	209
코크스,연탄,석유정제	3	4	3	6	3	1	2	8
펄프,종이및종이제품	25	30	39	27	45	54	43	58
화학물질및화학제품	100	110	127	152	179	206	246	312
합계	2,188	2,017	2,251	2,725	3,159	3,166	3,840	4,257

〈표 III-8〉 중분류 업종별 재해율(2015~2022)

제조업 중분류	재해율(%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	0.43	0.46	0.59	0.79	0.79	0.94	1.00	0.98
가구	0.23	0.00	0.20	0.17	0.17	0.13	0.39	0.22
가죽,가방,신발	0.14	0.24	0.00	0.12	0.24	0.23	0.59	0.72
고무및플라스틱	0.78	0.87	0.84	1.05	1.12	1.17	1.38	1.70
금속가공제품	0.21	0.24	0.28	0.40	0.32	0.35	0.32	0.39
기타기계장비	0.23	0.30	0.37	0.51	0.55	0.63	0.68	0.68
기타운송장비	0.69	0.79	1.32	1.18	1.42	1.44	2.05	1.93
기타제품	0.35	0.29	0.36	0.11	0.08	0.64	1.43	2.47
담배	0.05	0.07	0.02	0.02	0.11	0.05	0.09	0.10
목재및나무제품	0.55	0.52	0.34	0.58	0.52	0.39	0.54	0.53
비금속광물제품	0.75	0.54	0.62	0.87	0.82	1.21	1.42	2.05
섬유제품	0.41	0.63	0.29	0.54	0.35	0.59	0.95	0.43
식품	0.19	0.24	0.28	0.36	0.35	0.38	0.43	0.49
음료	0.24	0.19	0.24	0.30	0.37	0.28	0.34	0.40
의료,정밀,광학,시계	0.05	0.07	0.04	0.08	0.09	0.11	0.10	0.10
의료물질및의약품	0.10	0.08	0.07	0.13	0.14	0.10	0.10	0.17
의복,액세서리,모피	0.07	0.03	0.05	0.02	0.05	0.00	0.15	0.02
인쇄및기록매체복제	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00
자동차및트레일러	0.61	0.45	0.39	0.51	0.65	0.59	0.72	0.75
전기장비	0.14	0.15	0.15	0.17	0.17	0.18	0.20	0.24
컴퓨터,영상,음향,통신	0.05	0.04	0.04	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07
코크스,연탄,석유정제	0.09	0.12	0.08	0.17	0.08	0.03	0.06	0.23
펄프,종이및종이제품	0.44	0.50	0.65	0.45	0.73	0.88	0.71	0.91
화학물질및화학제품	0.14	0.15	0.17	0.19	0.22	0.28	0.32	0.41

8년간 연도별 평균재해율 증가가 가장 높은 업종을 살펴보면 ‘기타제품 제조업’은 195.40%, ‘가죽, 가방, 신발 제조업’은 163.76%, ‘기타 기계장비 제조업’은 108.40%, ‘화학물질 및 화학제품 제조업’은 107.45% 순으로 나타났다.

〈표 Ⅲ-9〉 중분류 업종별 사고재해자수(2015~2022)

제조업 중분류	사고재해자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	119	125	123	163	146	183	231	224
가구	5	0	4	3	2	3	6	4
가죽,가방,신발	1	2	0	1	2	2	3	4
고무및플라스틱	112	122	130	133	147	145	163	218
금속가공제품	21	23	29	45	33	28	28	40
기타기계장비	73	76	89	132	162	168	183	208
기타운송장비	115	102	76	102	146	187	207	272
기타제품	3	2	3	1	1	6	15	28
담배	2	3	1	1	4	2	3	5
목재및나무제품	9	9	6	9	7	5	6	10
비금속광물제품	57	41	52	71	57	73	76	90
섬유제품	13	16	6	14	7	9	17	6
식료품	53	71	88	130	122	129	152	171
음료	19	21	19	27	35	28	31	37
의료,정밀,광학,시계	4	8	4	8	9	9	11	9
의료물질및의약품	30	25	24	40	47	34	37	69
의복,액세서리,모피	5	2	3	1	3	0	7	1
인쇄및기록매체복제	0	0	0	0	0	0	1	0
자동차및트레일러	577	399	367	476	586	543	595	647
전기장비	32	37	32	42	43	45	50	62
컴퓨터,영상,음향,통신	103	82	91	113	135	109	124	172
코크스,연탄,석유정제	3	4	1	5	2	1	0	7
펄프,종이및종이제품	22	22	34	22	41	51	34	52
화학물질및화학제품	92	99	113	138	143	173	200	263
합계	1,470	1,291	1,295	1,677	1,880	1,933	2,180	2,599

〈표 III-10〉 중분류 업종별 사고재해율(2015~2022)

제조업 중분류	사고재해율(%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	0.35	0.37	0.37	0.48	0.43	0.54	0.67	0.64
가구	0.23	0.00	0.16	0.12	0.09	0.13	0.26	0.18
가죽,가방,신발	0.14	0.24	0.00	0.12	0.24	0.23	0.35	0.48
고무및플라스틱	0.50	0.54	0.58	0.60	0.66	0.67	0.72	0.96
금속가공제품	0.18	0.19	0.24	0.36	0.28	0.25	0.24	0.32
기타기계장비	0.17	0.17	0.20	0.29	0.36	0.39	0.41	0.45
기타운송장비	0.25	0.25	0.21	0.29	0.40	0.53	0.61	0.77
기타제품	0.35	0.20	0.36	0.11	0.08	0.48	1.26	2.23
담배	0.05	0.07	0.02	0.02	0.09	0.05	0.07	0.10
목재및나무제품	0.55	0.52	0.34	0.52	0.45	0.33	0.33	0.53
비금속광물제품	0.58	0.40	0.47	0.64	0.52	0.73	0.73	0.83
섬유제품	0.41	0.53	0.22	0.54	0.30	0.44	0.81	0.28
식료품	0.16	0.21	0.24	0.33	0.30	0.32	0.38	0.42
음료	0.18	0.19	0.18	0.25	0.33	0.27	0.30	0.36
의료,정밀,광학,시계	0.04	0.07	0.04	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07
의료물질및의약품	0.09	0.07	0.07	0.11	0.12	0.09	0.09	0.16
의복,액세서리,모피	0.07	0.03	0.05	0.02	0.05	0.00	0.13	0.02
인쇄및기록매체복제	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00
자동차및트레일러	0.39	0.26	0.24	0.31	0.38	0.35	0.38	0.41
전기장비	0.11	0.13	0.11	0.14	0.13	0.14	0.14	0.17
컴퓨터,영상,음향,통신	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.06
코크스,연탄,석유정제	0.09	0.12	0.03	0.14	0.06	0.03	0.00	0.20
펄프,종이및종이제품	0.38	0.37	0.57	0.37	0.67	0.83	0.56	0.82
화학물질및화학제품	0.13	0.14	0.15	0.18	0.18	0.23	0.26	0.35

8년간 연도별 평균 사고재해율 증가가 가장 높은 업종을 살펴보면 ‘기타제품 제조업’ 185.18%, ‘가죽, 가방, 신발 제조업’ 123.21%, ‘기타 운송장비 제조업’ 112.49%, ‘화학물질 및 화학제품 제조업’ 99.04% 순으로 나타났다.

〈표 Ⅲ-11〉 중분류 업종별 비사망사고재해자수(2015~2022)

제조업 중분류	비사망사고재해자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	116	123	120	161	143	180	225	222
가구	5	0	4	3	2	3	6	4
가죽,가방,신발	1	2	0	1	2	2	3	4
고무및플라스틱	112	122	128	131	147	144	163	217
금속가공제품	18	23	28	45	33	28	28	40
기타기계장비	70	72	89	128	159	162	180	208
기타운송장비	115	101	75	100	146	187	207	272
기타제품	3	2	3	1	1	6	15	28
담배	2	3	1	1	4	2	3	5
목재및나무제품	9	8	6	7	7	5	6	9
비금속광물제품	55	39	48	69	56	72	76	90
섬유제품	13	16	6	13	7	9	17	6
식료품	53	70	88	130	120	128	152	171
음료	19	21	19	27	35	28	31	37
의료,정밀,광학,시계	4	8	4	8	9	9	11	9
의료물질및의약품	30	24	24	40	47	34	37	69
의복,액세서리,모피	5	2	3	1	3	0	7	1
인쇄및기록매체복제	0	0	0	0	0	0	1	0
자동차및트레일러	574	395	367	476	585	543	594	644
전기장비	32	36	28	42	42	45	50	62
컴퓨터,영상,음향,통신	103	81	90	112	133	109	124	172
코크스,연탄,석유정제	3	4	1	5	2	1	0	7
펄프,종이및종이제품	21	19	33	21	40	51	34	52
화학물질및화학제품	90	97	112	131	137	172	199	260
합계	1,453	1,268	1,277	1,653	1,860	1,920	2,169	2,589

〈표 III-12〉 중분류 업종별 비사망사고재해율(2015~2022)

제조업 중분류	비사망사고재해율(%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	0.34	0.37	0.36	0.47	0.42	0.53	0.66	0.64
가구	0.23	0.00	0.16	0.12	0.09	0.13	0.26	0.18
가죽,가방,신발	0.14	0.24	0.00	0.12	0.24	0.23	0.35	0.48
고무및플라스틱	0.50	0.54	0.57	0.59	0.66	0.67	0.72	0.95
금속가공제품	0.15	0.19	0.23	0.36	0.28	0.25	0.24	0.32
기타기계장비	0.16	0.17	0.20	0.28	0.35	0.37	0.41	0.45
기타운송장비	0.25	0.25	0.20	0.28	0.40	0.53	0.61	0.77
기타제품	0.35	0.20	0.36	0.11	0.08	0.48	1.26	2.23
담배	0.05	0.07	0.02	0.02	0.09	0.05	0.07	0.10
목재및나무제품	0.55	0.46	0.34	0.40	0.45	0.33	0.33	0.48
비금속광물제품	0.56	0.38	0.43	0.62	0.51	0.72	0.73	0.83
섬유제품	0.41	0.53	0.22	0.50	0.30	0.44	0.81	0.28
식품	0.16	0.20	0.24	0.33	0.30	0.32	0.38	0.42
음료	0.18	0.19	0.18	0.25	0.33	0.27	0.30	0.36
의료,정밀,광학,시계	0.04	0.07	0.04	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07
의료물질및의약품	0.09	0.07	0.07	0.11	0.12	0.09	0.09	0.16
의복,액세서리,모피	0.07	0.03	0.05	0.02	0.05	0.00	0.13	0.02
인쇄및기록매체복제	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00
자동차및트레일러	0.39	0.26	0.24	0.31	0.38	0.35	0.38	0.41
전기장비	0.11	0.13	0.10	0.14	0.13	0.14	0.14	0.17
컴퓨터,영상,음향,통신	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.06
코크스,연탄,석유정제	0.09	0.12	0.03	0.14	0.06	0.03	0.00	0.20
펄프,종이및종이제품	0.37	0.32	0.55	0.35	0.65	0.83	0.56	0.82
화학물질및화학제품	0.13	0.13	0.15	0.17	0.17	0.23	0.26	0.34

사고재해에서 사고사망을 제외한 비사망사고재해율 기준에서 보면, 8년간 증가폭이 가장 높은 업종은 ‘기타제품 제조업’ 185.18%, ‘가죽, 가방, 신발 제조업’ 123.21%, ‘기타 운송장비 제조업’ 112.49%, ‘기타 기계장비’ 103.41% 순으로 나타났다.

〈표 Ⅲ-13〉 중분류 업종별 사고사망자수(2015~2022)

제조업 중분류	사고사망자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	3	2	3	2	3	3	6	2
가구	0	0	0	0	0	0	0	0
가죽,가방,신발	0	0	0	0	0	0	0	0
고무및플라스틱	0	0	2	2	0	1	0	1
금속가공제품	3	0	1	0	0	0	0	0
기타기계장비	3	4	0	4	3	6	3	0
기타운송장비	0	1	1	2	0	0	0	0
기타제품	0	0	0	0	0	0	0	0
담배	0	0	0	0	0	0	0	0
목재및나무제품	0	1	0	2	0	0	0	1
비금속광물제품	2	2	4	2	1	1	0	0
섬유제품	0	0	0	1	0	0	0	0
식품	0	1	0	0	2	1	0	0
음료	0	0	0	0	0	0	0	0
의료,정밀,광학,시계	0	0	0	0	0	0	0	0
의료물질및의약품	0	1	0	0	0	0	0	0
의복,액세서리,모피	0	0	0	0	0	0	0	0
인쇄및기록매체복제	0	0	0	0	0	0	0	0
자동차및트레일러	3	4	0	0	1	0	1	3
전기장비	0	1	4	0	1	0	0	0
컴퓨터,영상,음향,통신	0	1	1	1	2	0	0	0
코크스,연탄,석유정제	0	0	0	0	0	0	0	0
펄프,종이및종이제품	1	3	1	1	1	0	0	0
화학물질및화학제품	2	2	1	7	6	1	1	3
합계	17	23	18	24	20	13	11	10

〈표 III-14〉 중분류 업종별 사고사망만인율(2015~2022)

제조업 중분류	사고사망만인율(‰)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	0.88	0.59	0.89	0.59	0.89	0.89	1.75	0.57
가구	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
가족,가방,신발	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
고무및플라스틱	0.00	0.00	0.89	0.90	0.00	0.46	0.00	0.44
금속가공제품	2.57	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
기타기계장비	0.69	0.92	0.00	0.87	0.66	1.38	0.68	0.00
기타운송장비	0.00	0.24	0.27	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
기타제품	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
담배	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
목재및나무제품	0.00	5.74	0.00	11.57	0.00	0.00	0.00	5.28
비금속광물제품	2.04	1.96	3.61	1.80	0.92	1.00	0.00	0.00
섬유제품	0.00	0.00	0.00	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00
식료품	0.00	0.29	0.00	0.00	0.49	0.25	0.00	0.00
음료	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
의료,정밀,광학,시계	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
의료물질및의약품	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
의복,액세서리,모피	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
인쇄및기록매체복제	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
자동차및트레일러	0.20	0.26	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.19
전기장비	0.00	0.35	1.39	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00
컴퓨터,영상,음향,통신	0.00	0.04	0.04	0.04	0.07	0.00	0.00	0.00
코크스,연탄,석유정제	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
펄프,종이및종이제품	1.75	5.05	1.68	1.67	1.62	0.00	0.00	0.00
화학물질및화학제품	0.29	0.28	0.13	0.89	0.75	0.14	0.13	0.39

사고사망만인율 기준에서 보면, 8년간 증가폭이 가장 높은 업종은 ‘기타제품 제조업’ 5.28‰p, ‘가구 제조업’ 0.44‰p, ‘펄프, 종이 및 종이제품 제조업’ 0.10‰p 순으로 나타났으며, 사고사망이 가장 많이 감소한 업종은 ‘가족, 가방, 신발 제조업’ 2.57‰p, ‘담배제조업’ 2.04‰p 순이다.

〈표 Ⅲ-15〉 중분류 업종별 1인당 근로손실일수(2015~2022)

제조업 중분류	1인당 근로손실일수(일)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	3.49	2.11	2.58	3.07	2.84	3.47	4.08	4.64
가구	0.30	0.00	0.42	1.16	3.52	0.24	0.60	0.38
가죽,가방,신발	0.27	0.40	0.00	0.07	0.35	0.56	2.75	3.19
고무및플라스틱	1.94	1.75	2.73	3.05	2.62	3.45	4.25	3.96
금속가공제품	2.41	0.39	1.20	0.66	0.58	0.66	0.73	1.30
기타기계장비	2.14	2.29	1.80	2.49	2.14	2.74	2.50	2.10
기타운송장비	2.89	3.68	5.69	5.87	6.64	3.91	8.67	7.52
기타제품	0.75	0.42	0.62	0.31	0.19	0.92	1.40	2.09
담배	0.09	0.20	0.06	0.04	0.28	0.08	0.14	0.23
목재및나무제품	0.71	5.78	0.69	9.54	1.08	0.56	1.05	8.62
비금속광물제품	5.93	4.89	3.87	7.04	7.43	8.98	10.51	13.85
섬유제품	0.68	1.49	3.15	3.93	0.75	1.15	2.22	0.75
식료품	0.94	0.68	0.81	0.51	1.16	0.93	1.09	0.69
음료	1.02	0.19	1.34	2.50	0.56	1.79	0.58	0.44
의료,정밀,광학,시계	0.15	0.10	0.07	0.09	0.73	0.86	0.25	0.73
의료물질및의약품	0.61	0.99	0.14	0.67	0.36	0.31	0.17	0.23
의복,액세서리,모피	0.13	0.05	0.04	0.03	0.08	0.00	0.13	0.01
인쇄및기록매체복제	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00
자동차및트레일러	1.94	1.41	1.23	1.55	1.87	1.67	2.32	2.01
전기장비	0.30	0.90	1.60	0.90	0.72	1.29	0.40	1.16
컴퓨터,영상,음향,통신	0.35	0.29	0.34	0.38	0.62	0.27	0.28	0.33
코크스,연탄,석유정제	0.16	0.15	4.17	0.32	0.51	0.04	4.33	0.88
펄프,종이및종이제품	2.23	6.28	2.87	2.20	2.34	1.73	1.07	1.26
화학물질및화학제품	0.89	0.80	1.06	1.55	1.66	1.30	0.99	1.38

마지막으로 1인당 근로손실일수 기준에서 보면, 8년간 증가폭이 가장 높은 업종은 ‘목재 및 나무제품 제조업’ 1,114.08%, ‘가죽, 가방, 신발 제조업’ 1,081.48%, ‘코크스, 연탄, 석유정제 제조업’ 450%, ‘의료, 정밀, 광학, 시계제조업’ 386.67% 순으로 나타났다.

(3) 종사자 규모별 산업재해 현황

종사자 규모별 8년 평균 산업재해자수를 보면, 50인 미만에서 48명이 발생하였고, 종사자 규모가 커질수록 전반적으로 산업재해자 수가 많아지고 있다. 한편, 재해율 기준에서는 사고사망만인율이 종사자 규모가 커짐에 따라 감소 추세를 보이는 것을 제외하면, 재해율과 사고재해율, 비사망사고재해율은 종사자 규모 기준에서 비슷한 수준을 보인다.

〈표 III-16〉 종사자 규모별 산업재해자수(2015~2022 합계)

종사자 규모	재해자수 (명)	사고 재해자수(명)	비사망사고 재해자수(명)	사고 사망자수(명)	근로손실 일수(일)
1. 0~49인	48	36	35	1	35,839
2. 50~99인	308	263	260	3	110,744
3. 100~199인	971	803	790	13	479,331
4. 200~299인	1,043	836	823	13	425,284
5. 300~499인	1,676	1,297	1,282	15	644,606
6. 500~999인	2,740	1,841	1,828	13	1,083,380
7. 1,000~2,999인	1,786	1,225	1,200	25	837,579
8. 3,000~4,999인	2,411	1,455	1,446	9	921,110
9. 5,000~9,999인	4,114	1,892	1,872	20	1,578,783
10. 10,000인 이상	8,506	4,677	4,653	24	3,196,644

〈표 III-17〉 종사자 규모별 산업재해율(2015~2022 합계)

종사자 규모	재해율(%)	사고 재해율(%)	비사망사고 재해율(%)	사고사망 만인율(‰)	1인당근로 손실일(일)
1. 0~49인	0.3289	0.2466	0.2398	0.6851	2.4554
2. 50~99인	0.3414	0.2916	0.2882	0.3326	1.2277
3. 100~199인	0.3159	0.2612	0.2570	0.4229	1.5593
4. 200~299인	0.3354	0.2689	0.2647	0.4181	1.3678
5. 300~499인	0.3231	0.2500	0.2471	0.2891	1.2425
6. 500~999인	0.3770	0.2533	0.2515	0.1789	1.4906
7. 1,000~2,999인	0.3166	0.2172	0.2127	0.4432	1.4849
8. 3,000~4,999인	0.4827	0.2913	0.2895	0.1802	1.8442
9. 5,000~9,999인	0.8154	0.3750	0.3710	0.3964	3.1292
10. 10,000인 이상	0.2830	0.1556	0.1548	0.0798	1.0634

〈표 Ⅲ-18〉 종사자 규모별 재해자수(2015~2022)

종사자 규모	재해자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	8	2	2	2	6	10	9	9
2. 50~99인	23	35	39	48	39	37	35	52
3. 100~199인	95	95	95	114	125	138	135	174
4. 200~299인	107	108	102	150	150	145	132	149
5. 300~499인	138	145	184	228	213	247	263	258
6. 500~999인	275	238	212	322	369	382	439	503
7. 1,000~2,999인	125	152	153	206	252	214	324	360
8. 3,000~4,999인	150	115	121	338	380	409	510	388
9. 5,000~9,999인	204	234	270	454	479	606	792	1,075
10. 10,000인 이상	1,063	893	1,073	863	1,146	978	1,201	1,289
합계	2,188	2,017	2,251	2,725	3,159	3,166	3,840	4,257

〈표 Ⅲ-19〉 종사자 규모별 재해율(2015~2022)

종사자 규모	재해율(%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	0.40	0.14	0.15	0.14	0.33	0.47	0.37	0.42
2. 50~99인	0.21	0.32	0.34	0.44	0.34	0.32	0.32	0.44
3. 100~199인	0.23	0.23	0.24	0.29	0.33	0.37	0.38	0.47
4. 200~299인	0.28	0.29	0.26	0.36	0.38	0.36	0.33	0.40
5. 300~499인	0.22	0.21	0.27	0.36	0.32	0.39	0.41	0.43
6. 500~999인	0.31	0.26	0.24	0.34	0.41	0.43	0.49	0.53
7. 1,000~2,999인	0.20	0.24	0.22	0.30	0.35	0.31	0.42	0.46
8. 3,000~4,999인	0.27	0.19	0.23	0.55	0.58	0.61	0.76	0.55
9. 5,000~9,999인	0.33	0.34	0.41	0.73	0.79	1.01	1.32	1.64
10. 10,000인 이상	0.29	0.26	0.29	0.23	0.30	0.26	0.31	0.32

그러나 연도별 추이를 살펴보면 종사자 규모가 커짐에 따른 재해율 감소 추이가 비교적 명확히 관측된다. 또한 재해율의 8년간 변화 수준을 살펴보면 대부분 약 0.2%p 수준 상승하였는데, 5,000인 이상, 10,000인 미만 구간 기업들의 재해율은 8년간 1.31%p로 상당히 큰 폭으로 상승하였다.

〈표 III-20〉 종사자 규모별 사고재해자수(2015~2022)

종사자 규모	사고재해자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	8	1	2	1	4	6	7	7
2. 50~99인	23	32	36	41	34	32	27	38
3. 100~199인	76	88	79	96	102	112	108	142
4. 200~299인	93	89	87	123	127	112	91	114
5. 300~499인	116	114	143	173	167	178	192	214
6. 500~999인	190	180	159	219	241	261	294	297
7. 1,000~2,999인	102	121	115	148	168	144	204	223
8. 3,000~4,999인	96	71	73	194	211	247	270	293
9. 5,000~9,999인	124	133	153	170	187	274	319	532
10. 10,000인 이상	642	462	448	512	639	567	668	739
합계	1,470	1,291	1,295	1,677	1,880	1,933	2,180	2,599

〈표 III-21〉 종사자 규모별 사고재해율(2015~2022)

종사자 규모	사고재해율(%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	0.40	0.07	0.15	0.07	0.22	0.28	0.29	0.33
2. 50~99인	0.21	0.29	0.31	0.38	0.30	0.27	0.25	0.32
3. 100~199인	0.19	0.22	0.20	0.24	0.27	0.30	0.30	0.39
4. 200~299인	0.25	0.24	0.22	0.30	0.32	0.28	0.23	0.31
5. 300~499인	0.18	0.17	0.21	0.27	0.25	0.28	0.30	0.35
6. 500~999인	0.21	0.20	0.18	0.23	0.27	0.29	0.33	0.31
7. 1,000~2,999인	0.16	0.19	0.17	0.22	0.23	0.21	0.26	0.28
8. 3,000~4,999인	0.17	0.12	0.14	0.32	0.32	0.37	0.40	0.41
9. 5,000~9,999인	0.20	0.20	0.23	0.27	0.31	0.46	0.53	0.81
10. 10,000인 이상	0.18	0.13	0.12	0.14	0.17	0.15	0.17	0.18

사고재해율의 8년간 변화 수준을 살펴보면 대부분 약 0.1~0.2%p 수준 상승하였는데, 5,000인 이상, 10,000인 미만 구간 기업들의 재해율은 8년간 0.61%p로 상당히 큰 폭으로 상승하였으며, 50인 미만 기업들의 재해율은 소폭(0.07%p) 감소하였다.

〈표 Ⅲ-22〉 종사자 규모별 비사망사고재해자수(2015~2022)

종사자 규모	비사망사고재해자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	8	1	1	1	4	6	7	7
2. 50~99인	23	32	35	41	34	31	26	38
3. 100~199인	76	86	78	93	98	112	107	140
4. 200~299인	89	89	85	119	124	112	91	114
5. 300~499인	113	110	143	169	166	176	192	213
6. 500~999인	186	177	158	218	241	260	292	296
7. 1,000~2,999인	98	116	110	145	166	141	201	223
8. 3,000~4,999인	95	70	70	193	210	247	270	291
9. 5,000~9,999인	124	129	152	164	182	271	318	532
10. 10,000인 이상	641	458	445	510	635	564	665	735
합계	1,453	1,268	1,277	1,653	1,860	1,920	2,169	2,589

〈표 Ⅲ-23〉 종사자 규모별 비사망사고재해율(2015~2022)

종사자 규모	비사망사고재해율(%)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	0.40	0.07	0.08	0.07	0.22	0.28	0.29	0.33
2. 50~99인	0.21	0.29	0.30	0.38	0.30	0.26	0.24	0.32
3. 100~199인	0.19	0.21	0.20	0.24	0.26	0.30	0.30	0.38
4. 200~299인	0.24	0.24	0.22	0.29	0.32	0.28	0.23	0.31
5. 300~499인	0.18	0.16	0.21	0.26	0.25	0.28	0.30	0.35
6. 500~999인	0.21	0.19	0.18	0.23	0.27	0.29	0.33	0.31
7. 1,000~2,999인	0.15	0.18	0.16	0.21	0.23	0.20	0.26	0.28
8. 3,000~4,999인	0.17	0.12	0.13	0.31	0.32	0.37	0.40	0.41
9. 5,000~9,999인	0.20	0.19	0.23	0.26	0.30	0.45	0.53	0.81
10. 10,000인 이상	0.18	0.13	0.12	0.14	0.17	0.15	0.17	0.18

사고재해율에서 사고사망을 제외한 비사망사고재해율의 8년간 변화 수준을 살펴보면 대부분 사고재해율과 같은 양상을 보인다.

〈표 III-24〉 종사자 규모별 사고사망자수(2015~2022)

종사자 규모	사고사망자수(명)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	0	0	1	0	0	0	0	0
2. 50~99인	0	0	1	0	0	1	1	0
3. 100~199인	0	2	1	3	4	0	1	2
4. 200~299인	4	0	2	4	3	0	0	0
5. 300~499인	3	4	0	4	1	2	0	1
6. 500~999인	4	3	1	1	0	1	2	1
7. 1,000~2,999인	4	5	5	3	2	3	3	0
8. 3,000~4,999인	1	1	3	1	1	0	0	2
9. 5,000~9,999인	0	4	1	6	5	3	1	0
10. 10,000인 이상	1	4	3	2	4	3	3	4
합계	17	23	18	24	20	13	11	10

〈표 III-25〉 종사자 규모별 사고사망만인율(2015~2022)

종사자 규모	사고사망만인율(‰)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	0.00	0.00	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2. 50~99인	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	0.85	0.91	0.00
3. 100~199인	0.00	0.49	0.26	0.76	1.05	0.00	0.28	0.54
4. 200~299인	1.06	0.00	0.51	0.97	0.77	0.00	0.00	0.00
5. 300~499인	0.47	0.59	0.00	0.62	0.15	0.32	0.00	0.17
6. 500~999인	0.45	0.33	0.11	0.11	0.00	0.11	0.22	0.11
7. 1,000~2,999인	0.63	0.77	0.72	0.44	0.28	0.43	0.38	0.00
8. 3,000~4,999인	0.18	0.17	0.57	0.16	0.15	0.00	0.00	0.28
9. 5,000~9,999인	0.00	0.59	0.15	0.96	0.82	0.50	0.17	0.00
10. 10,000인 이상	0.03	0.12	0.08	0.05	0.11	0.08	0.08	0.10

사고사망만인율의 8년간 변화 수준을 살펴보면 ‘100인 미만’과 ‘5,000인 이상 10,000인 미만’ 기업의 사고사망만인율은 2022년 0‰ 수준을 보였고, ‘200인 이상, 3,000인 미만’ 기업에서의 사고사망만인율은 8년 동안 약 0.3~1.06‰p 감소하였다.

〈표 Ⅲ-26〉 종사자 규모별 1인당 근로손실일(2015~2022)

종사자 규모	1인당 근로손실일(일)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	0.56	0.33	5.80	2.38	8.86	0.78	0.72	1.94
2. 50~99인	0.37	1.10	1.20	0.81	0.48	2.48	1.23	2.03
3. 100~199인	1.25	1.08	1.31	1.67	2.04	1.36	1.56	2.27
4. 200~299인	1.55	1.02	1.84	1.72	1.44	1.22	0.94	1.19
5. 300~499인	1.37	1.41	0.81	1.58	0.88	1.41	1.30	1.24
6. 500~999인	1.15	1.43	0.71	1.49	1.61	1.72	1.80	1.98
7. 1,000~2,999인	1.05	1.02	1.49	1.49	1.54	1.58	1.76	1.80
8. 3,000~4,999인	1.90	0.69	1.90	1.60	2.19	1.71	2.76	1.88
9. 5,000~9,999인	1.39	1.51	1.71	3.94	3.77	3.21	4.90	4.82
10. 10,000인 이상	1.21	1.06	1.13	0.94	1.19	0.86	1.07	1.05

마지막으로 1인당 근로손실일수의 경우 ‘200인 이상, 500인 미만’ 구간과 ‘3,000인 이상 5,000인 미만’, 그리고 ‘10,000인 이상’ 구간을 제외하면 8년동안 모두 증가하였으며, 특히 ‘5,000인 이상 10,000인 미만’ 구간에서는 8년 동안 근로손실일이 1인당 3.43일 증가하여 가장 큰 증가 폭을 보였다.

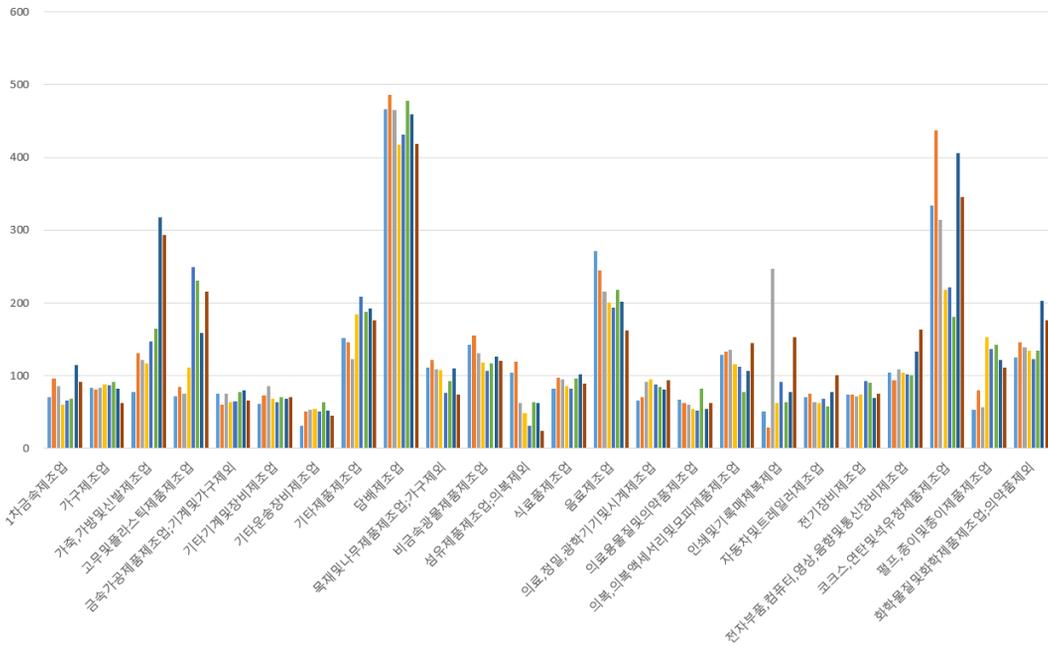
3) 분석대상 기업의 노동생산성(인당부가가치) 현황

(1) 업종별 분포

제조업 중분류 업종별로 1인당 부가가치액(실질) 평균의 분포를 살펴보면, 8년 평균 기준에서 가장 높은 부가가치 수준을 보인 업종은 ‘담배 제조업’의 4억 1,700~4억 8,700만원 수준이었으며, 이어서 ‘코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업’에서는 최대 4억 4,700만원, ‘음료 제조업’에서 2억 7,200백만원 수준으로 나타났으며, 가장 낮은 1인당 부가가치 평균을 보인 산업은 ‘기타 운송장비 제조업’으로 3,200~6,400만원 수준으로 나타났다.

〈표 III-27〉 중분류 업종별 1인당 부가가치(2015~2022) 평균

제조업 중분류	1인당 부가가치(백만원)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1차금속	71	96	86	61	66	68	114	91
가구	83	81	84	88	87	91	83	63
가죽,가방,신발	77	131	121	118	147	164	317	294
고무및플라스틱	72	85	76	112	249	231	159	216
금속가공제품	76	61	76	64	65	78	80	66
기타기계장비	62	72	86	68	64	70	68	70
기타운송장비	32	50	54	54	51	64	52	45
기타제품	152	146	123	184	209	187	193	176
담배	466	487	465	417	432	478	460	418
목재및나무제품	111	122	109	107	76	92	110	74
비금속광물제품	143	156	131	119	106	117	126	120
섬유제품	104	120	62	48	31	63	62	25
식료품	82	97	95	85	82	96	102	89
음료	272	245	216	201	193	218	201	163
의료,정밀,광학,시계	66	71	91	96	88	85	81	93
의료물질및의약품	67	63	61	55	52	82	54	63
의복,액세서리,모피	128	134	135	116	112	78	107	145
인쇄및기록매체복제	51	28	247	63	92	64	77	153
자동차및트레일러	71	75	63	63	68	58	77	100
전기장비	74	74	72	74	93	90	69	76
컴퓨터,영상,음향,통신	104	94	109	105	102	100	134	163
코크스,연탄,석유정제	334	437	314	218	222	181	406	346
펄프,종이및종이제품	53	79	57	153	136	142	121	111
화학물질및화학제품	125	146	139	135	123	134	203	176



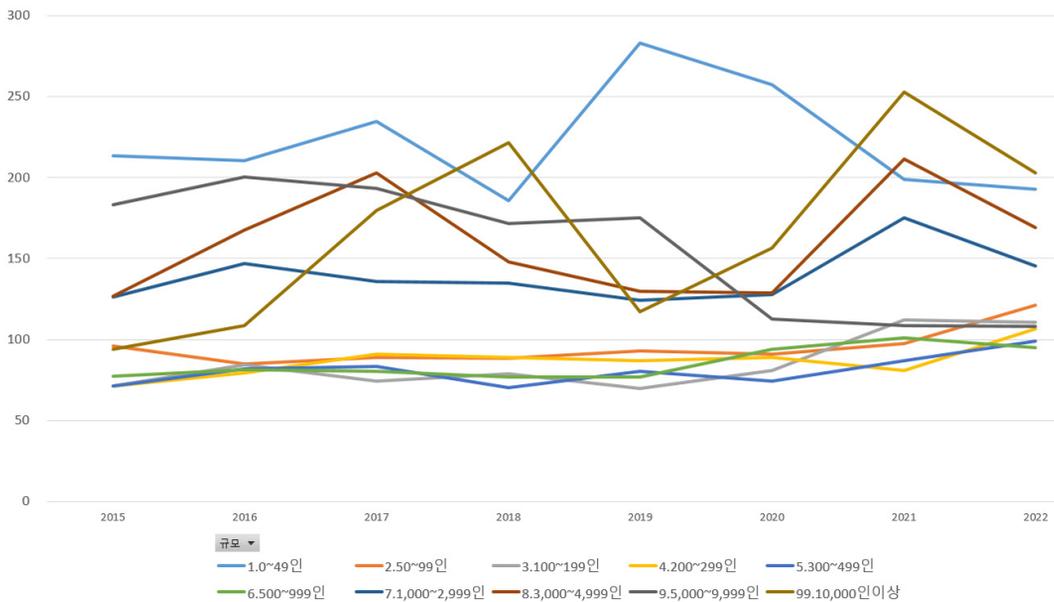
[그림 Ⅲ-4] 분석대상 상장기업의 중분류 업종별 부가가치

(2) 종사자 규모별 분포

2022년 기준에서 제조업 종사자 규모별 1인당 부가가치액을 살펴보면 ‘10,000인 이상’ 기업에서 2억 300만원으로 가장 높게 나타났고, ‘49인 이하’에서 1억 9,300만원으로 뒤를 이었다.

〈표 III-28〉 종사자 규모별 1인당 부가가치(2015~2022) 평균

종사자 규모	1인당 부가가치(백만원)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. 0~49인	213	211	235	186	283	258	199	193
2. 50~99인	96	85	89	89	93	91	97	121
3. 100~199인	71	85	74	79	70	81	112	110
4. 200~299인	71	79	91	89	87	89	81	107
5. 300~499인	71	82	83	70	80	74	87	99
6. 500~999인	78	81	81	77	77	94	101	95
7. 1,000~2,999인	126	147	136	135	124	128	175	146
8. 3,000~4,999인	127	168	203	148	130	129	211	169
9. 5,000~9,999인	183	200	193	172	175	113	109	108
10. 10,000인 이상	94	109	180	221	117	157	253	203



[그림 III-5] 분석대상 상장기업의 종사자 규모별 부가가치

3. 기초통계량

다음 표는 분석에 활용한 변수들의 8년 평균 기초통계량을 나타낸 것이다.

〈표 III-29〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2015~2022 평균)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-677.77	29.01	63.48	98.27	114.77	6,840	219.72
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.34	0.40	17	0.79
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.26	0.29	13	0.62
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.26	0.28	13	0.62
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	233	5.62
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.49	0.68	326	7.54
일반 특성	업력(년)	6.00	19.00	29.00	32.83	45.00	125	16.42
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1	0.22
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1	0.36
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.42	1.00	1	0.49
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	8.57	95.21	98.72	96.20	100.00	100	6.65
	직원평균근속년수(년)	0.00	4.85	6.83	8.40	10.10	3,903	43.59
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	-1.01	0.00	4.31	13.21	15.25	869	33.21
	1인당광고선전비(백만원)	-3.75	0.00	0.24	3.74	1.82	303	12.33
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	0.12	42.62	58.28	58.17	75.12	99	20.66
	차입금의존도(%)	0.00	7.47	21.43	22.59	35.21	84	16.82
자산구성 특성	기계장비(백만원)	0.01	52.02	134.76	290.71	289.49	21,908	756.28
	노동장비(백만원)	0.00	72.74	131.81	229.29	242.66	20,682	539.96
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	0.99	2.41	6.30	6.49	78	10.16

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

분석에 포함된 기업의 특성을 기초통계량을 통해 살펴보면, 1,009개 기업의 8년간 1인당 부가가치 평균은 9,827만원 수준이었으며, 표준편차가 2억 1,972만원으로 상당히 크게 나타났다. 또한 중앙값과 3사분위수, 그리고 최댓값의 편차를 볼 때 1인당 부가가치가 1천만원 수준에 집중되어 있는 오른쪽 긴 꼬리의 비대칭분포를 보이고 있음을 알 수 있다.

산업재해 특성과 관련하여, 재해율 평균은 0.34%, 사고사망만인율 평균은 0.38‰로 국내 전 사업장의 재해율과 사고사망만인율보다 낮은 수준으로 나타났다. 사고사망만인율의 최댓값은 233‰, 3사분위수는 0‰, 표준편차는 5.62로 평균에 비해 상당히 큰 표준편차를 갖으며, 극단적인 왼쪽 긴 꼬리의 비대칭분포를 가져 본 표본을 활용한 분석에서 사고사망만인율을 독립변수로 활용하는 것은 부적절해 보인다. 또한 1인당 근로손실일의 평균은 1.49일이었으며, 최소 0일에서 최대 326일로 사고사망만인율과 유사하게 매우 큰 분산을 갖는데, 이는 사고사망자 1인 발생에 근로손실일이 7,500일 발생하는 것과 무관하지 않은 것으로 판단된다. 일반특성 중 업력은 최소 6년에서 최대 125년간 영업을 이어온 기업들도 존재했으며, 분석대상 1,009개 기업의 평균 업력은 32.83년이었다. 또한 대상 기업 중 50인 미만 기업의 비중은 5%, 50인 이상 100인 미만 기업은 약 15% 정도를 차지했으며, 상장기업이라는 특성으로 인해 정규직 비중은 평균 96.22%로 높은 수준을 나타냈다. 제품차별화 특성으로는 1인당 연구개발비와 1인당 광고선전비를 고려하였는데, 1인당 연구개발비 평균은 약 1,321만원, 최대 8억 6,900만원, 광고선전비 평균은 약 374만원, 최대 3억 300만원 수준을 보였고, 일부 음의 지출(여입)을 보인 기업도 있었다. 재무안전성 특성 중 자기자본비율은 총 자본 중 자기자본의 비중을 나타내며 평균 58.17%, 최대 99%의 분포를 보였고, 실질적으로 이자 비용의 지출을 수반하는 타인자본 의존도를 나타내는 차입금 의존도의 평균은 22.59%, 최대 84%를 보였다. 마지막으로 자산구성특성에서 노동자 1인이 사용하는 기계 장비와 설비자산의 양을 나타내는 기계장비율과 노동장비율의 평균은 각각 2억 9,071만원과 2억 2,929만원을 나타냈으며, 마지막으로 외국인 보유비중은 평균 6.3% 수준으로 나타났다.

연도별 기초통계량은 다음 <표 Ⅲ-30> ~ <표 Ⅲ-37>에 나타나 있다.

<표 Ⅲ-30> 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2015년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-447.92	32.45	60.29	88.03	103.74	5,354	197.31
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.27	0.28	12	0.73
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.22	0.21	12	0.64
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.22	0.19	12	0.64
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	70	3.40
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.21	0.46	74	5.44
일반 특성	업력(년)	6.00	16.00	26.00	29.33	41.00	118	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	1	0.23
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	1	0.34
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.43	1.00	1	0.50
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.29	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	44.34	96.10	99.19	96.60	100.00	100	6.36
	직원평균근속년수(년)	0.68	4.25	6.00	7.20	9.12	70	4.38
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	0.00	0.00	3.75	11.10	13.86	750	29.15
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.01	0.30	3.34	1.73	165	11.01
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	0.12	41.67	57.84	57.50	74.80	98	20.82
	차입금의존도(%)	0.00	8.58	22.08	23.67	36.84	75	17.84
자산구성 특성	기계장비율(백만원)	0.02	43.36	113.02	237.30	243.31	21,908	762.95
	노동장비율(백만원)	0.00	64.52	116.24	205.16	228.06	20,682	679.71
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	0.42	1.64	5.57	5.25	78	9.81

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-31〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2016년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-281.24	33.33	63.92	93.54	110.14	3,361	154.44
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.25	0.31	7	0.54
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.21	0.23	5	0.47
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.21	0.23	5	0.46
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	93	4.25
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.17	0.50	112	5.55
일반 특성	업력(년)	7.00	17.00	27.00	30.33	42.00	119	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	1	0.20
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	1	0.35
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.43	1.00	1	0.50
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.31	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	35.68	95.36	99.02	96.29	100.00	100	6.90
	직원평균근속년수(년)	0.00	4.40	6.27	7.36	9.22	81	4.59
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	-0.63	0.00	3.98	11.49	14.07	413	22.64
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.01	0.28	3.92	1.82	269	14.37
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	4.38	42.70	57.79	57.89	74.80	99	20.65
	차입금의존도(%)	0.00	7.18	20.71	22.22	34.95	76	17.00
자산구성 특성	기계장비율(백만원)	0.02	45.53	118.13	232.92	253.76	8,291	435.24
	노동장비율(백만원)	3.29	66.31	121.71	198.37	231.46	7,417	319.66
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	0.78	2.21	6.17	6.42	75	10.02

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-32〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2017년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-474.72	29.83	63.70	94.57	110.02	4,800	191.17
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.27	0.30	8	0.60
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.22	0.21	6	0.50
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.21	0.20	6	0.49
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	233	9.21
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.40	0.53	174	7.93
일반 특성	업력(년)	8.00	18.00	28.00	31.33	43.00	120	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	1	0.19
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1	0.36
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.42	1.00	1	0.49
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.31	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	38.69	95.31	98.79	96.13	100.00	100	6.71
	직원평균근속년수(년)	0.10	4.55	6.50	7.51	9.54	26	4.03
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	-0.26	0.00	4.28	12.96	14.57	766	39.04
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.00	0.30	3.54	1.77	127	10.19
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	0.63	42.68	58.12	58.51	75.88	97	20.78
	차입금의존도(%)	0.00	6.23	20.13	21.92	34.64	84	17.07
자산구성 특성	기계장비(백만원)	0.01	47.34	129.67	245.04	271.29	10,463	482.80
	노동장비(백만원)	3.07	70.38	128.33	209.59	237.71	8,774	376.98
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	0.81	2.23	6.47	6.52	75	10.43

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-33〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2018년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-371.80	26.64	58.38	90.47	105.68	2,046	156.91
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.34	0.38	17	0.86
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.26	0.29	10	0.61
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.26	0.28	10	0.61
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	89	5.41
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.59	0.70	108	6.83
일반 특성	업력(년)	9.00	19.00	29.00	32.33	44.00	121	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	1	0.20
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1	0.35
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.43	1.00	1	0.50
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	45.43	95.16	98.75	96.22	100.00	100	6.58
	직원평균근속년수(년)	0.90	4.80	6.70	7.85	10.00	71	4.57
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	0.00	0.00	4.09	13.21	15.44	796	35.75
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.00	0.25	3.52	1.88	93	9.94
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	0.26	42.50	57.89	58.66	75.67	98	20.71
	차입금의존도(%)	0.00	6.27	22.50	22.38	34.41	80	16.78
자산구성 특성	기계장비(백만원)	0.01	51.16	134.91	271.10	278.72	7,205	504.12
	노동장비(백만원)	1.26	72.80	132.00	225.55	240.66	5,329	388.04
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	1.22	2.73	6.79	7.31	77	10.47

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-34〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2019년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-537.45	25.93	61.46	93.89	112.12	6,840	253.79
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.35	0.43	10	0.74
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.27	0.33	6	0.58
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.27	0.32	6	0.57
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	89	5.28
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.71	0.77	326	11.67
일반 특성	업력(년)	10.00	20.00	30.00	33.33	45.00	122	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1	0.21
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1	0.36
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.41	1.00	1	0.49
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	34.81	95.30	98.78	96.41	100.00	100	6.09
	직원평균근속년수(년)	0.87	5.03	6.96	8.04	10.45	29	4.11
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	0.00	0.00	4.40	13.99	16.40	869	39.05
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.00	0.26	3.83	2.01	231	12.34
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	2.08	42.26	57.83	58.08	75.26	98	20.97
	차입금의존도(%)	0.00	7.63	22.34	23.06	35.84	76	16.94
자산구성 특성	기계장비율(백만원)	0.02	53.11	140.20	305.23	293.60	13,505	764.55
	노동장비율(백만원)	0.48	75.63	133.09	241.21	246.13	14,117	573.46
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	1.50	3.26	7.07	7.73	78	10.39

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-35〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2020년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-350.53	24.93	61.45	98.37	115.70	6,178	254.07
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.38	0.47	11	0.85
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.28	0.35	7	0.63
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.28	0.35	7	0.63
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	143	4.66
	1인당 근로손실일일	0.00	0.00	0.00	1.56	0.76	114	7.13
일반 특성	업력(년)	11.00	21.00	31.00	34.33	46.00	123	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	1	0.23
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1	0.36
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.41	1.00	1	0.49
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.29	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	8.57	95.27	98.73	96.39	100.00	100	6.39
	직원평균근속년수(년)	0.76	5.23	7.27	8.34	10.56	29	4.14
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	-0.06	0.00	4.52	13.85	15.76	677	32.73
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.00	0.17	3.57	1.43	303	13.70
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	0.39	42.45	58.67	58.08	75.15	98	20.73
	차입금의존도(%)	0.00	7.55	21.48	22.75	36.14	78	16.57
자산구성 특성	기계장비율(백만원)	0.04	60.05	148.77	335.58	317.30	16,771	923.20
	노동장비율(백만원)	0.11	79.23	141.60	245.75	252.55	14,765	578.46
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	1.06	2.41	6.35	6.78	74	10.36

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-36〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2021년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-677.77	28.98	68.83	111.03	131.08	3,694	235.03
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.40	0.45	11	0.92
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.29	0.33	7	0.68
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.28	0.33	7	0.68
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	189	6.72
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.45	0.76	142	6.48
일반 특성	업력(년)	12.00	22.00	32.00	35.33	47.00	124	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	1	0.24
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	1	0.35
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.41	1.00	1	0.49
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	46.15	94.67	98.34	95.92	100.00	100	6.42
	직원평균근속년수(년)	1.59	5.43	7.44	8.48	10.65	69	4.68
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	-1.01	0.01	4.70	14.59	16.37	486	34.18
	1인당광고선전비(백만원)	0.00	0.00	0.19	4.06	1.66	241	13.61
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	1.28	43.10	58.45	58.08	74.03	97	20.04
	차입금의존도(%)	0.00	7.97	20.95	22.26	34.13	77	16.08
자산구성 특성	기계장비율(백만원)	0.04	59.48	156.89	351.53	342.24	16,910	998.61
	노동장비율(백만원)	0.00	79.77	142.69	255.10	257.53	16,719	642.64
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	1.36	2.78	6.31	6.17	76	9.96

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

〈표 III-37〉 분석대상 기업 자료의 기초통계량(2022년)

구분	변수명(단위)	최솟값	Q1	중앙값	평균	Q3	최댓값	SD
생산성	1인당 부가가치(백만원)	-535.55	29.06	70.39	116.28	129.51	5,414	278.73
산업재해 특성	재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.46	0.58	13	0.98
	사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.34	0.40	13	0.79
	비사망사고재해율(%)	0.00	0.00	0.00	0.34	0.40	13	0.79
	사고사망만인율(‰)	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	83	3.73
	1인당 근로손실일(일)	0.00	0.00	0.00	1.83	0.84	114	7.49
일반 특성	업력(년)	13.00	23.00	33.00	36.33	48.00	125	16.27
	01~50인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	1	0.23
	50~100인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	1	0.36
	100~300인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.40	1.00	1	0.49
	300~1,000인미만(=1)	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	1	0.46
	정규직비중(%)	13.13	94.79	98.25	95.68	100.00	100	7.60
	직원평균근속년수(년)	1.08	5.39	7.45	12.39	10.67	3,903	122.72
제품차별화 특성	1인당연구개발비(백만원)	-0.05	0.01	4.91	14.49	17.07	415	29.81
	1인당광고선전비(백만원)	-3.75	0.00	0.23	4.10	2.04	162	12.67
재무안정성 특성	자기자본비율(%)	0.80	43.25	59.14	58.53	75.68	98	20.64
	차입금의존도(%)	0.00	7.94	21.46	22.45	35.11	77	16.24
자산구성 특성	기계장비율(백만원)	0.02	58.33	150.33	346.97	346.92	15,873	932.22
	노동장비율(백만원)	0.00	75.81	138.37	253.60	250.18	15,260	630.48
소유구조특성	외국인보유비중	0.00	0.97	1.98	5.65	5.52	78	9.78

*표본 수: 1,009×8년 = 8,072, Q1과 Q3는 각각 1사분위수와 3사분위수이며, SD는 표준편차임

IV. 실증분석



IV. 실증분석

1. 분석방법

본 연구를 위해 기업별 산업재해 자료와 공시된 재무제표상의 자료를 연결하여 만든 패널데이터(Panel Data)는 개인이나 가구 등 특정 개체의 자료를 시간 순서대로 기록해 놓은 시계열 데이터(time-series data)와 특정 시점의 여러 개체의 특성을 모아 놓은 횡단면 데이터(cross-sectional data)의 특성을 모두 갖는 것으로 다양한 장점을 제공한다. 횡단면 자료가 가진 개체 간의 차이와 시계열 자료가 가진 시간 변화에 따른 변이를 통합하여 분석할 수 있기 때문이다. 횡단면 데이터는 특정 시점의 여러 개체를 조사하기 때문에 변수 간 정적(static) 관계만 추정할 수 있지만, 패널데이터에서는 한 개체를 반복해서 관찰하기 때문에 동적(dynamic) 관계를 분석할 수 있다. 또한, 개체 간에 관찰되지 않는 이질성(unobserved heterogeneity)을 고려하여 분석할 수 있으며, 패널 데이터는 횡단면 또는 시계열 특성만 갖는 데이터에 비해 많은 정보와 변수의 변동성(variability)을 가지고 있으므로 변수 간의 공선성 문제를 피할 수도 있고 보다 많은 자유도를 확보할 수 있어 효율적인 추정량(efficient estimator)을 얻을 수 있다.¹⁾

1) 선형패널모형(linear panel model)

대표적인 패널회귀분석 방법으로는 합동 OLS(Pooled OLS) 모형과 고정효과 모형(Fixed effect model), 그리고 확률효과모형(Random effect model) 등이 있다. 본 연구에서는 이 방법론들을 모두 적용하여 분석결과를 제시하고 하우스만

1) 패널 자료 특성 및 분석방법론은 민인식·최필선(2019), 박승록(2020)을 참고하여 정리하였다.

검정(Hausman test), 브로쉬-파간 LM검정(Breusch-Pagan Lagrangian Multiplier test)을 활용하여 가장 적절한 방법론으로 추정된 결과를 중심으로 분석결과를 설명할 것이다.

□ 합동 OLS 모형

합동OLS는 패널데이터라는 사실을 고려하지 않고 다음의 선형회귀식을 OLS(Ordinary least square)로 추정하는 것이다.

$$y_{it} = x_{it}\beta + \epsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

y_{it} 는 종속변수, x_{it} 는 상수항을 포함한 독립변수행렬이다. 본 연구에서 종속변수는 기업별 노동생산성이며 독립변수는 산업재해율과 기업의 일반적, 재무적 특성이 된다. i 는 개별기업을 의미하고 t 는 연도이다. $\epsilon_{it} = \delta_i + u_{it}$ 로 가정하며, 다시 말하면 오차항의 경우 개별적인 특성을 나타내는 변수와 평균이 0이며 고정된 분산을 갖는 독립적 확률오차항의 합으로 구성된다.

위의 회귀 식을 합동 OLS로 분석하여 올바른 추정량이 되기 위해서는 다음과 같은 OLS의 기본 가정이 성립해야 한다.

(가정 1) $E(\epsilon_{it}) = 0$, 모든 i, t 에 대해서

(가정 2) $var(\epsilon_{it}) = \sigma^2$, 모든 i, t 에 대해서

(가정 3) $cov(\epsilon_{it}, \epsilon_{js}) = 0$, 모든 $i \neq j, t \neq s$ 에 대해서

(가정 4) $cov(x_{it}, \epsilon_{it}) = 0$, 모든 i, t 에 대해서

가정 1은 각 개체에 대해서 모든 시점에서 오차항의 기댓값이 0이어야 하며, 다음은 모든 개체에 대해 모든 시점의 오차항이 동분산성(homoskedasticity)을 만족해야 한다는 것이다. 가정 3은 각 개체의 오차항과 서로 다른 시점의 오차항

사이에서 상관관계가 없어야 한다는 것을 의미하며, 마지막 가정은 오차항과 설명변수 사이에 상관관계가 존재하지 않아야 한다는 의미로 설명변수의 외생성(exogeneity)이 확보되어야 한다는 의미이다.

□ 고정효과모형(Fixed Effect Model)

위의 식에서 개별특성을 나타내는 변수 δ_i 는 시간의 흐름과 관계없이 고정되어 비확률적이지만 개체별로 다를 수 있다고 가정하면 고정효과모형은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$y_{it} = x_{it}\beta + \delta_i + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

이 고정효과모형을 일반최소제곱(OLS) 추정량으로 추정하는 경우 δ_i 를 포함하게 되는 오차항 ε_{it} 이 설명변수와 상관될 가능성이 커져 오차항이 설명변수와 독립이라는 기본가정이 어긋나 일반최소제곱 추정치는 편의를 가질 뿐만 아니라 일치추정치가 아닌 문제가 발생하게 된다. 따라서 고정효과를 추정하기 위하여 그룹 내(within group) 모형이 널리 활용된다.

그룹 내 모형은 변수를 시간에 대한 각 개체의 평균값으로부터의 편차로 구해진다. 즉,

$$y_{it} - y_i^m = (x_{it} - x_i^m)\beta + (u_{it} - u_i^m), \quad i = 1, \dots, N$$

$$y_i^m = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it}, \quad x_i^m = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}, \quad u_i^m = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T u_{it}$$

이며 이처럼 변수를 시간에 대한 각 개체의 평균값으로부터의 편차로 변형하면 개별특성을 나타내는 δ_i 가 사라지게 된다. 이 그룹 내 모형은 더미 변수 도입으로

인해 자유도 문제나 다중공선성의 발생 가능성이 완화되지만, 여전히 시간불변변수의 영향을 탐지할 수 없다. 그룹 내 모형을 최소제곱추정을 하게 되면 다음과 같은 고정효과 추정량을 얻게 되며 독립변수의 강 외생성(strict exogeneity)($E[(x_{it} - x_i^m)'u_{it}] = 0$) 가정하에 고정효과 추정량은 일치추정량이 된다.

$$\beta_F = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - x_i^m)' (x_{it} - x_i^m) \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - x_i^m)' (y_{it} - y_i^m) \right)$$

□ 고정효과검정

모든 개체별 개별효과가 반영된 고정효과를 탐지하기 위해서는 δ_i 가 모두 동일하게 0이라는(즉, 그룹 간 상수항이 모두 동일함) 귀무가설을 설정하고 이에 대한 F -검정을 수행할 수 있다.

$$F_{(N-1, NT-N-K)} = \frac{(RSS_P - RSS_F) / (N-1)}{RSS_F / (NT - N - K)}$$

여기서 RSS_F 는 고정효과모형의 잔차제곱의 합, RSS_P 는 합동(pooled)모형의 잔차제곱의 합, 그리고 K 는 모형에 포함된 설명변수의 수를 나타낸다.

□ 확률효과모형(Random Effect Model)

확률효과모형은 고정효과모형과는 다르게 개별특성을 나타내는 변수 δ_i 가 확률적이며 다음과 같은 분포를 갖는다고 가정한다.

$$\delta_i \sim i.i.d. N(0, \sigma_\delta^2), \quad i = 1, \dots, N$$

또한, 추가로 δ_i 는 u_{it} 와 독립이라고 가정한다. 즉 이 모형의 오차항 $\varepsilon_{it} = \delta_i + u_{it}$ 은 다음과 같은 구조를 갖는다.

$$E(\varepsilon_{it}) = E(\delta_i + u_{it}) = 0$$

$$E(\varepsilon_{it}^2) = E((\delta_i + u_{it})^2) = \sigma_\delta^2 + \sigma_u^2$$

$$E(\varepsilon_{it}\varepsilon_{il}) = E((\delta_i + u_{it})(\delta_i + u_{il})) = \sigma_\delta^2 \text{ for } t \neq l$$

$$E(\varepsilon_{it}\varepsilon_{jt}) = E((\delta_i + u_{it})(\delta_j + u_{jt})) = 0 \text{ for } i \neq j$$

따라서 개체 i 에 대한 오차항 $\varepsilon_i = [\varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i2}, \dots, \varepsilon_{iT}]'$ 의 공분산 행렬($T \times T$)은

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_\delta^2 + \sigma_u^2 & \sigma_\delta^2 & \cdots & \sigma_\delta^2 \\ \sigma_\delta^2 & \sigma_\delta^2 + \sigma_u^2 & \cdots & \sigma_\delta^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_\delta^2 & \sigma_\delta^2 & \cdots & \sigma_\delta^2 + \sigma_u^2 \end{bmatrix} = \sigma_\delta^2 + \sigma_u^2 I_T$$

이며 I_T 는 $T \times T$ 항등행렬이다. 그리고 NT 원소를 갖는 오차항 벡터 $\varepsilon = [\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_N]$ 를 정의하면 $E(\varepsilon) = 0, E(\varepsilon\varepsilon') = \Omega \otimes I_N$ 이 된다. 여기서 \otimes 는 크로네커 곱(Kronecker product), I_N 는 $N \times N$ 항등행렬을 나타낸다.

확률효과모형은 다음의 일반최소제곱(generalized least squares: GLS)에 의해 추정될 수 있다.

$$\beta_R = [x'(\Omega^{-1} \otimes I_N)x]^{-1}x'(\Omega^{-1} \otimes I_N)y$$

여기서,

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix}, \quad y_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \end{bmatrix}, \quad x_i = \begin{bmatrix} x_{i1} \\ x_{i2} \\ \vdots \\ x_{iT} \end{bmatrix} \text{이다.}$$

□ 확률효과검정

분석하려는 패널자료에 실제로 확률효과가 존재하여 확률효과모형이 일반 회귀모형과 통계적 차이를 나타내는지, 고정효과모형과 확률효과모형 사이에 유의미한 차이가 있는지 등을 검증하기 위해 Breusch and Pagan(1980)의 라그랑지 승수(Lagrange multiplier) 검정과 Hausman(1978) 검정 등을 수행할 수 있다.

① LM 검정

Breusch and Pagan(1980)은 합동모형의 잔차를 이용하여 확률효과 존재 여부를 판단할 수 있는 LM 검정 통계량을 제안하였다. 즉, 확률효과가 없다는 귀무가설인 $H_0: \sigma_\delta^2 = 0$ 을 검정하기 위한 통계량은

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T \varepsilon_{it} \right)^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2} - 1 \right]^2$$

이며, 이 LM 검정 통계량은 자유도 1인 카이제곱(χ^2) 분포하게 된다.

2) 합동모형에서 제시한 오차항들 간에 상관관계가 없다는 귀무가설과 같다.

② Hausman 검정

확률효과모형의 타당성 여부를 판단하기 위해 Hausman(1978)의 모형설정 검정 방법을 적용할 수 있다. 이 검정의 기본적인 아이디어는 다음과 같다. 확률효과모형이 하나 이상의 설명변수들과 상관관계가 없다는 가정하에서 고정효과모형과 확률효과모형에 대한 추정량이 모두 일치성을 만족하지만, 이 가정이 위배되면 고정효과모형에 대한 보통최소제곱(OLS) 추정량은 일치성을 만족하는데 반해 확률효과모형에 대한 일반최소제곱(GLS) 추정량은 일치성을 만족하지 못하게 되어 고정효과모형과 확률효과모형에 대한 추정치는 구조적으로 다르게 된다. 따라서 고정효과모형과 확률효과모형이 같다는 귀무가설을 설정하여 점근적 카이제곱 분포를 하는 다음 Hausman(1978)의 검정 통계량(HTS)을 계산하고, 만일 귀무가설이 기각되면 확률효과모형이 하나 이상의 설명변수들과 상관될 가능성이 높아 기각되는 것을 의미하기 때문에 확률효과모형이 타당하지 못하다고 해석할 수 있다.

$$HTS = (\beta_R - \beta_F)' [Var(\beta_R) - Var(\beta_F)]^{-1} (\beta_R - \beta_F)$$

□ 최종 분석모형 선택

실증분석 과정에서 분석모형 선택은 (1) 선행연구 등을 참고하여 모형에 포함된 독립변수와 종속변수 간 관계에 대한 이론적 정합성을 판단하여 분석에 포함될 변수 선택, (2) 상대적으로 낮은 정보기준(AIC 혹은 BIC) 값을 갖는 합동OLS 모형을 선정, (3) 합동 OLS 모형에 포함된 변수를 활용하여 고정효과 모형 및 확률효과모형 분석 시행, (4) 하우스만 검정, 브루쉬-파간 LM 검정을 통해 타당한 분석모형을 선정한다.

2) 패널분위수회귀모형(panel quantile regression model)

본 연구에서는 제조기업의 산업재해 특성, 일반특성, 제품차별화, 재무안정성, 자산구성, 소유구조 특성이 기업의 노동생산성에 미치는 영향을 살펴보고자 하며, 이러한 영향관계는 일반적으로 노동생산성(종사자 1인당 부가가치)이 높은 기업들과 낮은 기업들 사이에서 달리 나타날 수 있으므로, 기업의 노동생산성 수준에 따른 독립변수들의 차별적인 영향을 살펴보기 위해 패널분위수회귀모형을 활용할 수 있다. 평균 효과를 측정하는 일반적인 선형패널모형과 달리 패널분위수회귀모형은 종속변수로 설정하는 기업 노동생산성의 조건부 분포, 즉 노동생산성이 매우 낮거나 높은 기업들에 미치는 차별적인 효과를 측정해낼 수 있게 된다.

먼저 분위수회귀모형은 Koenker and Bassett(1978)에 의해 제안되었으며, 표본분위수의 개념을 회귀식에 적용하기 위해 다음과 같이 단순한 위치모형(location model)을 가정한다.

$$y_i = \beta + \varepsilon_i$$

여기서 y_i 는 연속확률분포함수 F 를 갖는 i.i.d.(independent identically distributed) 확률변수이다. 이 때 표본 분위수는 다음 식을 최소화하는 해(solution)가 된다.

$$\min_{\beta \in R} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - \beta)$$

이 표본추정량의 개념을 회귀추정에 적용하기 위해 다음과 같은 선형회귀모형을 가정한다.

$$y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i$$

여기서 ε_i 는 0에 대해 대칭인 연속 확률분포함수 F 를 갖는 i.i.d. 확률변수이며 β 는 모수 벡터이다. 참고로 선형회귀모형에 대한 최소제곱추정량에서 x 가 주어질 때 y 의 조건부 평균을 $\mu(x, \beta) = x'\beta$ 로 정의한다면 일반최소제곱추정치 $\hat{\beta}$ 는 다음의 최소화 문제를 만족하는 해로 구해진다.

$$\min_{\beta \in R^p} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i' \beta)^2$$

이제 유사한 방법으로 표본분위수의 개념을 선형회귀모형에 확장하여 분위수 회귀추정량을 도출할 수 있다. 보다 구체적으로 설명하면, x 가 주어질 때 y 의 τ^{th} 조건부 분위수 함수를

$$Q_y(\tau | x) = x' \beta_\tau$$

로 정의할 수 있으며, 분위수회귀추정치 $\hat{\beta}_\tau$ 는 표본분위수 최소화 식 스칼라 β 대신 $x'\beta$ 로 대체한 다음의 최소화 문제를 만족하는 해로부터 구해진다.

$$\min_{\beta \in R^p} \sum_{i=1}^n \rho_\tau(y_i - x_i' \beta)$$

특별히 $\tau = 0.5$ 인 경우 앞의 최소화 문제는 다음과 같아지며,

$$\min_{\beta \in R^p} \sum_{i=1}^n |y_i - x_i' \beta|$$

이 최소화 문제를 만족하는 분위수회귀추정치는 일반적으로 최소절대치(least absolute value) 혹은 l_1 -추정치라고 불린다.

Koenker and Bassett(1978)은 선형 분위수회귀추정량의 일치성과 점근적 정규성에 대해 증명을 하였으며, 후에 i.i.d. 오차항을 갖는 선형모형에 대한 경험적 분위수회귀 함수의 특성에 대해서도 설명하였다. 즉, 정규성 조건을 만족한다면 $\tau \in (0,1)$ 에 대해 분위수 회귀추정량 $\hat{\beta}_\tau$ 은 다음과 같이 점근적 정규성을 만족한다.

$$\sqrt{n}(\hat{\beta}_\tau - \beta_\tau) \rightarrow_d N(0, \tau(1-\tau)H^{-1}\Omega_x H^{-1})$$

여기서 $H = E[f_y(X'\beta)XX']$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $\Omega_x = E(XX')$.

한편, 분위수회귀추정량을 패널모형에 적용하면 아래와 같이 패널 분위수회귀 모형을 기술할 수 있다(Koenker, 2004)

$$Q_{y_{i,t}}(\tau_k | \alpha_i, x_{i,t}) = \alpha_i + x_{i,t}^T \beta(\tau_k)$$

고정효과를 갖는 패널분위수회귀 모형에서 발생 가능한 문제 중 하나는 모형 내에서 많은 수의 고정효과를 고려하게 되면 과모수 문제, 혹은 따름모수의 문제(incidental parameter problem)가 발생할 수 있다는 점이다(Lancaster, 2000; Neyman & Scott, 1948). 이는 모형에서 과도하게 추가된 모수(파라미터)들이 모형의 복잡성을 높이고, 이로 인해 추정치의 효율성이 떨어지는 현상을 말하며, 고정효과 패널회귀모형에서는 각 개체에 대해 고정 효과를 모형에 포함하기 때문에 개체 수가 증가함에 따라 모델 파라미터의 수도 크게 증가하여 따름모수 문제를 야기할 수 있다. Koenker(2004)는 관측이 어려운 고정효과를 다른 분위수들에 대한 공변량 효과와 결합하여 추정되는 모수로 간주하고, 최소화 과정에 패널티항을 도입하여 많은 수의 모수들을 추정해야 하는 문제를 아래와 같이 개선하였다.

$$\min(\alpha, \beta) \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N w_k \rho_{\tau_k}(y - \alpha_i - x_{i,t}^T \beta(\tau_k)) + \lambda \sum_i^N |\alpha_i|$$

여기서 i 는 $N=1,009$ 개의 개별 기업을, $T=2015, 2016, \dots, 2022$ 는 관측 연도 수, K 는 분위수를 나타내며, 일반적으로 1사분위수와 2사분위수(중앙값), 3사분위수 정도가 고려된다. 또한 $x_{i,t}$ 는 독립변수 벡터, $\rho_{\tau,k}$ 는 손실함수(loss function), w_k 는 고정효과 추정에서 K 분위수의 기여도를 조정하는 상대가중치이며, λ 는 고정효과가 0으로 수렴하는 정도를 제어하는 패널티 파라미터이다. 본 분석에서는 선행연구들의 사례에 따라 $w_k = 1/K$ 로, $\lambda = 1$ 로 설정하여 분석을 수행하였다.

3) 패널벡터자기회귀모형(panel vector autoregressive model)

본 연구에서 고려하고 있는 다양한 독립변수들, 예컨대 재해율이나 정규직비중, 평균근속년수, 연구개발비, 차입금의존도, 기계장비율, 노동장비율, 외인보유율 등은 기업의 생산성(1인당 부가가치) 증감에 유의미한 영향을 미칠 것으로 예상되지만, 생산성이 향상되면 산업재해나 정규직비중, 연구개발비, 기계 및 노동장비율 등에 다시 영향을 주는 양방향 인과와 내생성(Endogeneity)의 문제를 가지게 된다. 또한 8년의 장기 시계열적 특성도 갖는 본 연구의 패널 자료의 경우 일반적으로 시간이 지남에 따라 상호 의존하는 관계로 관측되는 종속성(dependency)을 갖는다. 즉, 시계열 변수는 해당 변수의 시차변수뿐만 아니라 다른 변수의 시차변수에 의해서도 영향을 받게 되며, 양방향 시차를 고려할 수 없는 선형패널모형의 경우 t 기 독립변수의 변화가 종속변수 변화에만 영향을 주는 것을 가정하고 있지만, 재해율이 t 기에 변화하면 실제 파급효과는 t 기뿐만 아니라 $t+n$ 기에도 가시적으로 나타나게 될 수 있으며, 재해율은 다른 변수에도 동시에 영향을 받게 되며, 최종적으로 생산성에 미치게 될 이러한 효과는 장기간 지속되게 된다. 따라서 일반적인 패널 회귀분석 기법은 양방향 인과와 내생성 문제를 효과적으로 다루기 어렵고, 시차종속성의 문제도 고려하기 어렵게 된다.

또한 일반적인 선형 회귀모형은 사실상 시차 모형이 아니므로 동태적인(dynamic) 효과도 추정할 수 없다는 문제를 한계를 갖는다.

이에 비해, 시차모형인 벡터자기회귀모형(VAR)은 내생성 문제를 다루는데 효과적이며, 동태적인 효과도 고려할 수 있어 모형 추정 후 충격반응함수(Impulse Response Function, IRF)를 도출해 보고 분산분해(Variance Decomposition)를 수행해 봄으로써 독립변수 충격에 대한 반응과 장/단기 예측(forecasting)을 수행해 볼 수도 있다. 벡터자기회귀모형은 비교적 간단한 구조를 가정하면서도 다변량만 가정하는 모형보다 훨씬 신축적으로 시계열들의 상호의존적인 자기상관 구조를 모형화 할 수 있다는 장점을 갖는다. 본 연구에서는 2015년부터 2022년까지 8개년도 자료를 다루고 있으므로 특정 기업만을 대상으로 하는 다변량 분석을 수행할 수 없다. 따라서 다변량 시계열 분석 대신에 1,009개 제조기업을 대상으로 하는 패널 VAR 모형을 설정하였다.

VAR 모형은 변수 사이의 인과관계를 설명하는 데 있어 특정 시점 t 기의 종속변수가 $t-p$ 시차 전의 독립변수에 영향을 받는 것을 가정한다.

$$A_{irt} = \sum_{p=1}^P \Gamma_p A_{irt-p} + U_{irt}$$

여기서, A_{irt} 는 1인당 실질 부가가치(백만원, vaddpc), 재해율(% , occinj), 기계장비율(백만원, machine), 노동장비율(백만원, equipc), 정규직비중(% , preg) 변수를 포함하는 5×1 변수 벡터, p 는 시차, Γ_{irt} 는 5×5 계수행렬, 그리고 U_{irt} 는 오차항을 나타낸다. 그리고 본 연구에서 시차가 포함된 동적패널모형을 사용하는 이유는 산업재해를 포함한 기업의 여러 특성이 제조 기업의 생산성에 미치는 파급효과를 중점적으로 살펴보기 위함이며, 동적패널모형 내에 너무 많은 변수가 포함되는 경우 과모수(over parameters)의 문제로 인하여 추정치에 편의(bias)가 발생할 수 있기 때문에 상대적으로 중요성이 낮거나 의미상 다소 중복이 예상되는 변수들, 예컨대 업력, 평균근속년수, 연구개발비와 광고선전비,

차입금의존도, 외인보유율 등은 모형에서 제외하였다. 이상의 모형을 사용하여 분석하기 위한 최종 모형은 시차영향을 1로 가정하는 경우 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{bmatrix} vadd_{i,t} \\ occinj_{i,t} \\ machine_{i,t} \\ equipc_{i,t} \\ preg_{i,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \\ \beta_{30} \\ \beta_{40} \\ \beta_{50} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} & \beta_{15} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & \beta_{24} & \beta_{25} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & \beta_{34} & \beta_{35} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & \beta_{44} & \beta_{45} \\ \beta_{51} & \beta_{52} & \beta_{53} & \beta_{54} & \beta_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} vadd_{i,t-1} \\ occinj_{i,t-1} \\ machine_{i,t-1} \\ equipc_{i,t-1} \\ preg_{i,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \nu_1^{vadd} \\ \nu_2^{occinj} \\ \nu_3^{machine} \\ \nu_4^{equipc} \\ \nu_5^{preg} \end{bmatrix}$$

한편, 일반적으로 종속변수의 과거 값을 설명변수로 포함하는 동적패널 모형에서는 설명변수와 오차항 간 내생성을 고려해 도구변수를 설정하고 모수를 추정한다. 이때 도구변수는 오차항과 상관관계가 없어야 하고, 원래의 설명변수를 대신 설명할 수 있는 강한 상관관계가 있어야 한다. 이를 충족하는 도구변수 추정법으로 일반화적률추정(Generalized Method of Moments, GMM)법이 있으며, GMM 추정방법은 대표적으로 차분(difference) GMM과 시스템(system) GMM 추정방법으로 구분된다. 본 연구에서는 시스템 GMM 방법을 활용하여 패널벡터자기회귀 모형을 추정할 것이다.

□ 차분(difference) GMM

먼저, 아래와 같이 먼저 AR(1) 형태의 동적 패널모형을 설정하였을 때, 여기서 Y 는 종속변수, $Y_{i,t-1}$ 은 종속변수의 과거값인 설명변수, X 는 그 외 다른 설명변수의 벡터, μ 와 ε 은 각각 개별특성을 나타내는 항과 통계적 오차항이다. 식 (a)를 차분하면 식 (b)와 같은 차분 방정식이 도출되고, 이 방정식에서 사용하는 추정방법이 차분 GMM이다.

$$Y = +\beta_1 Y_{-1} + \beta_2 X + \mu_i + \varepsilon \quad (a)$$

$$\Delta Y = \beta_1 \Delta Y_{-1} + \beta_2 \Delta X + \Delta \varepsilon \quad (\text{b})$$

여기서 ΔY_{-1} 의 도구변수: Y_{-2} 이며, ΔX 의 도구변수: X_{-1} 이다.

차분 GMM 추정법은 차분과정을 통해 개별특성을 나타내는 오차항인 μ_i 는 없어지지만, 설명변수인 ΔY_{-1} 과 ΔX 가 나머지 오차항인 $\Delta \varepsilon$ 와의 상관관계는 여전히 남아있고, $\Delta Y_{-1} = Y_{-1} - Y_{-2}$ 와 $\Delta X = X - X_{-1}$ 을 설명변수로 사용하게 되면 나머지 오차항과 각각 $\text{cov}(\Delta Y_{-1}, \Delta \varepsilon_{-1}) \neq 0$, $\text{cov}(\Delta X, \Delta \varepsilon_{-1}) \neq 0$ 이므로 상관관계를 갖게 된다. 대신에 오차항 $\Delta \varepsilon = \varepsilon - \varepsilon_{-1}$ 이 ε_t 과 ε_{t-1} 로 구성되어 있다는 점을 감안해 ΔY_{it-1} 대신 Y_{it-2} 를, ΔX_{it} 대신 X_{it-1} 을 설명변수로 사용하면 도구변수와 오차항은 $\text{cov}(Y_{it-2}, \Delta \varepsilon_{it-1}) = 0$, $\text{cov}(X_{it-1}, \Delta \varepsilon_{it-1}) = 0$ 이고, 설명변수와 도구변수는 $\text{cov}(\Delta Y_{it-1}, Y_{it-2}) \neq 0$, $\text{cov}(X_{it}, Y_{it-1}) \neq 0$ 된다. 이렇게 두 가지 도구변수의 조건이 충족됨에 따라서 Y_{t-2} 와 X_{t-1} 를 ΔY_{t-1} 와 ΔX_{it} 의 도구변수로 사용할 수 있다.

차분 GMM 추정량은 아래의 식과 같이 적률(moment)조건을 아래의 목적함수(Q_1)로 설정하고 이를 최소화하는 회귀계수를 추정하는 식 (c)로 정의한다.

$$Q_1(\beta_1, \beta_2) = \left\{ \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z \Delta \varepsilon \right\}' W \left\{ \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z \Delta \varepsilon \right\}$$

$$\beta_{diffgmm} \equiv \arg \min_{\beta} Q_1(\beta_1, \beta_2) \quad (\text{c})$$

여기서 n 과 T 는 각각 패널 그룹의 수와 시계열의 길이, Z 는 도구변수의 벡터, $\Delta \varepsilon_{it}$ 는 오차항,³⁾ W 는 가중치 벡터이며,

3) 시계열 모형에서 오차항은 자기상관이 존재하며 회귀모형의 기본 가정에 위배된다. 하지만 본 모형에서 한 변수가 다른 변수에 미치는 영향만을 분석하기 위해 오차항이 독립이라는 가정을 세우고 가중치벡터를 사용함으로써 이 문제를 완화할 수 있다.

$$\left\{ \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{it} \Delta \varepsilon_{it} \right\}$$

는 적률조건 $E(Z_{it} \Delta \varepsilon_{it}) = 0$ 를 표본 적률조건으로 나타낸 것이다. 목적함수 Q_1 는 $\Delta \varepsilon$ 의 함수이며, $\Delta \varepsilon$ 는 β_1 과 β_2 의 함수로 구성되어 있다. $\arg \min_{\beta} Q(\beta_1, \beta_2)$ 는 목적함수를 최소화하는 β 를 구하는 연산자이고, 식 (a)의 이차형태(quadratic form) 행렬을 최소화하는 차분 GMM 모수 $\beta_{diffgmm}$ 을 구한다. 가중치행렬은 GMM 추정량의 점근적 분산(Asymtotic Variance)을 최소화하는 것으로 설정에 따라 모수의 효율성(efficiency)이 달라지게 된다.

GMM의 목적함수 내에서 가중치 벡터를 사용하는 경우 2SLS(two-step least square) 일반적으로 방법을 사용한다. 2SLS은 GMM과 마찬가지로 모형 내에서 내생성을 완화하는 방법이며, 마찬가지로 식 (a)의 목적함수를 최소화하는 해를 찾게 된다. 그러나 GMM 추정량은 오차항의 분포를 정확히 알 수 없을 때도 사용할 수 있고, 가중치 벡터가 정해져 있지 않았지만 2SLS는 오차항의 동분산성을 만족해야 하고 그에 따른 최적 가중치행렬(W)의 형태가 정해진다. 가중치 행렬은 아래의 식과 같이 도구변수의 역-공분산 행렬(inverse covariance matrix)로 구할 수 있다.

$$W = \left(\frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T ZZ' \right)^{-1} \quad (d)$$

이를 식 $Q_1(\beta_1, \beta_2)$ 에 대입하여 추정된 잔차(\hat{e}_{2sls})를 다시 식 (d)에 대입하면 식 (e)와 같이 최종 GMM 가중치 행렬을 구할 수 있다. GMM은 최적 가중치 벡터가 존재하지 않지만, 위와 같은 방법으로 GMM 추정량의 가중치 행렬은 다음과 같고, 식 (e)의 가중치 행렬을 식 $Q_1(\beta_1, \beta_2)$ 에 대입하고 식 (c)에 따라 모수를 추정함으로써 최종적으로 차분 GMM 추정량을 얻을 수 있다.

$$W = \left(\frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \hat{e}_{2sls}^2 ZZ' \right)^{-1} \quad (e)$$

□ 시스템(system) GMM

시스템 GMM은 식 (b)의 차분 방정식과 식 (f)의 수준(Level) 방정식 모두에 적률조건 및 도구변수를 설정해 모수를 추정하는 방법으로 차분 방정식에서 사용하는 도구변수의 수에 수준 방정식의 도구변수가 패널 그룹의 수만큼 추가된다. 따라서 차분 방정식보다 모형의 내생성을 완화시키는 데 효과적이며, 따라서 일치성(consistency)을 보다 만족시킬 수 있다.

$$Y = +\beta_1 Y_{-1} + \beta_2 X + \mu_i + \varepsilon \quad (f)$$

여기서 $Y_{i,t-1}$ 의 도구변수: $\Delta Y_{i,t-1}$ 이며, X_t 의 도구변수: ΔX_t 이다. 수준 방정식에서 설명변수인 $Y_{i,t-1}$ 는 개별특성을 나타내는 μ_i 를 포함하고 있어서 오차항 $\mu_i + \varepsilon$ 와 상관관계가 있기 때문에 Y_{-1} 를 모형에 바로 적용시키면 내생성의 문제가 발생하게 된다. 따라서 Y_{-1} 의 도구변수로 $\Delta Y_{-1} = Y_{-1} - Y_{-2}$ 을 사용하면 차분 과정에서 개별특성을 나타내는 μ_i 가 제거되므로, 도구변수인 ΔY_{-1} 은 수준 방정식의 오차항 $\mu_i + \varepsilon$ 과는 $cov(\Delta Y_{-1}, \mu_i + \varepsilon) = 0$ 이 되므로 상관관계가 없어진다. 또한 설명변수와 도구변수는 $cov(\Delta Y_{t-1}, Y_{t-1}) \neq 0$ 이 되어 강한 상관관계를 갖고 있으므로 도구변수 추정이 가능해진다. 시스템 GMM은 이에 대한 적률조건을 만족시키는 해를 추정하는 방법이며, 차분 GMM의 적률 조건에 수준 방정식의 적률 조건을 추가하면 아래 목적 식(g)와 같이 표현할 수 있다.

$$Q_2(\beta_1, \beta_2) = \begin{pmatrix} \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{1i,t} \Delta \varepsilon \\ \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{2i,t} \varepsilon \end{pmatrix}' W \begin{pmatrix} \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{1i,t} \Delta \varepsilon \\ \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{2i,t} \varepsilon \end{pmatrix} \quad (g)$$

$$\beta_{sysgmm} = \arg \min_{\beta} Q_2(\beta_1, \beta_2) \quad (h)$$

여기서, β_1, β_2 는 회귀계수, n 과 패널그룹의 수, T 는 시계열의 길이, $Z_{1i,t}$ 와 $Z_{2i,t}$ 는 도구변수의 벡터, $\Delta \varepsilon$ 와 ε 는 각각 차분 GMM과 시스템 GMM의 오차항, W 는 가중치 벡터이다. 위에서 설명한 바와 같이 시스템 GMM 하에서 목적식(Q_2)은 차분 GMM의 목적식(Q_1)에 수준 방정식의 적률조건 $\frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T Z_{2i,t} \varepsilon$ 를 추가한 형태가 되며, 시스템 GMM의 목적은 식 (h)의 목적식(Q_2)를 최소화하는 모수 β_{sysgmm} 을 추정하는 것이 된다.

강건성(Robustness)의 기준에서 시스템 GMM과 차분 GMM 중 어떤 추정 방법이 효과적인가에 대해서는 Hayakawa(2007)의 연구 결과를 참고할 수 있다. 연구 결과에 따르면 시스템 GMM 추정 방법이 차분 GMM보다 도구변수의 수가 더 많으므로 모수의 편의(bias)가 상대적으로 작아지게 되고 더 많은 일치성(consistency)을 확보할 수 있음을 밝혔다. 이러한 선행연구의 결과를 준용하여 본 연구에서는 시스템 GMM 모형으로 분석을 수행하였다.

2. 산업재해가 노동생산성에 미치는 영향

1) 기본모형

앞의 절에서 설명한 기준을 적용한 최종 선형회귀식은 아래와 같으며, t 는 선형 시차 변수, β_0 는 절편 계수를, 그리고 ε_t 는 $i.i.d \sim N(\mu, \sigma^2)$ 인 확률오차항을 각각 나타낸다.

$$\begin{aligned} \text{노동생산성}_t = & \beta_0 + \beta_1 \text{산업재해(재해율, 사고재해율)}_t + \beta_2 \text{노동생산성}_{t-1} + \beta_3 \text{업력}_t \\ & + \beta_4 \text{기업규모 dummy}(50\text{인}, 100\text{인}, 300\text{인}, 1000\text{인})_t + \beta_5 \text{정규직비중}_t \\ & + \beta_6 \text{평균근속년수}_t + \beta_7 \text{인당연구개발비}_t + \beta_8 \text{인당광고선전비}_t \\ & + \beta_9 \text{자기자본비율}_t + \beta_{10} \text{차입금의존도}_t + \beta_{11} \text{기계장비율}_t \\ & + \beta_{12} \text{노동장비율}_t + \beta_{13} \text{외국인주식보유비중}_t + \varepsilon_t \end{aligned}$$

최종 분석에 포함된 변수는 산업재해(재해율, 사고재해율)와 관련한 변수 이외에 업력, 기업 규모에 따른 더미변수, 정규직 비중, 연구개발비, 광고선전비, 자기자본 비율, 차입금 의존도, 기계장비율, 노동장비율, 외국인 주식 보유율 등으로 나타났다. 산업재해 관련 변수로 사고사망만인율과 근로손실일수를 고려할 수도 있지만, 사고사망만인율의 경우 분석 대상 1,009개 기업에서 연간 평균 15건 내외로 발생빈도가 매우 작아 분석에 활용하기 어렵고, 근로손실일수의 경우 사고사망자 1명당 7,500일의 근로손실일수가 일괄적으로 합해지는 문제로 모형 내에서 잡음(noise) 발생이 심해 분석에서 제외하였다.

〈표 IV-1〉 산업재해율이 노동생산성에 미치는 영향 분석결과

변수명	합동OLS	확률효과분석	고정효과분석
재해율	-3.8311**	-3.8330**	-3.9590**
노동생산성.1	0.6317***	0.6317***	0.6317***
업력	-0.0523	-0.0523	-0.0670***
50인미만	19.0093**	19.0098**	18.4270***
100인미만	19.9943***	19.9949***	19.9530***
300인미만	17.1905***	17.1912***	17.2982
1,000인미만	10.2188*	10.2194*	10.2814
정규직비중	-0.3681	-0.3681	-0.3271
정규직비중.1	0.2176	0.2177	0.1833***
평균근속년수	-0.0592**	-0.0592**	-0.0608***
인당연구개발비	-0.3082***	-0.3082***	-0.3094***

변수명	합동OLS	확률효과분석	고정효과분석
인당연구개발비.1	0.5252***	0.5252***	0.5250***
인당광고선전비	0.5141***	0.5141***	0.5067***
자기자본비율	0.1777	0.1777	0.2053***
자기자본비율.1	-0.9283***	-0.9283***	-0.9558
차입금의존도	-1.9509***	-1.9510***	-1.9020***
차입금의존도.1	0.6826***	0.6827***	0.6338***
기계장비율.1	0.0441***	0.0441***	0.0438***
노동장비율	0.2753***	0.2753***	0.2757
노동장비율.1	-0.1929***	-0.1929***	-0.1930
외인보유율	2.2136***	2.2136***	2.2986***
외인보유율.1	-1.8035***	-1.8035***	-1.8737
상수항	74.7953***	74.7953***	
adj R ²	0.7790	0.7790	0.7788
F	1,132.14(0.0000)	24,907(0.0000)	1,131.43(0.0000)
Obs.	7,063	7,063	7,063

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-1〉은 노동생산성에 산업재해율이 미치는 영향에 대해 분석한 것으로 검정 결과 합동 OLS(Pooled OLS), 확률효과모형, 고정효과모형 중 확률효과모형이 더욱 적합한 것으로 나타나 이를 중심으로 결과를 살펴보고자 한다. 추정결과, 기업의 재해율 1% 증가는 약 383만원의 노동생산성을 감소시키는 것으로 분석되었는데, 이는 분석 기업 평균인 9,827만원의 약 3.9% 수준으로 파악된다. 이외 다른 변수들의 영향을 살펴보면 다른 변수들이 같은 수준이라고 가정하면 업력이 클수록, 정규직 비중이 클수록, 연구개발비, 자기자본비율이 클수록, 차입금 의존도가 높을수록 노동생산성은 감소하는 것으로 나타났으며, 그 외 광고선전비, 기계장비율, 노동장비율, 외국인 주식보유율이 높으면 노동생산성이 높은 것으로 추정되었다.

〈표 IV-2〉 사고재해율이 노동생산성에 미치는 영향 분석결과

변수명	합동OLS	확률효과분석	고정효과분석
사고재해율	-4.0641**	-4.0700**	-4.1651**
노동생산성.1	0.6321***	0.6321***	0.6322***
업력	-0.0558	-0.0558	-0.0701
50인미만	19.2662**	19.2667**	18.7133**
100인미만	20.3971***	20.3982***	20.3762***
300인미만	17.5890***	17.5901***	17.7131***
1,000인미만	10.4970**	10.4976**	10.5699**
정규직비중	-0.3723	-0.3724	-0.3316
정규직비중.1	0.2214	0.2215	0.1872
평균근속년수	-0.0596**	-0.0596**	-0.0611**
인당연구개발비	-0.3074***	-0.3074***	-0.3086***
인당연구개발비.1	0.5255***	0.5255***	0.5255***
인당광고선전비	0.5149***	0.5149***	0.5076***
자기자본비율	0.1797	0.1797	0.2075
자기자본비율.1	-0.9229***	-0.9229***	-0.9504***
차입금의존도	-1.9510***	-1.9511***	-1.9016***
차입금의존도.1	0.6886***	0.6886***	0.6395**
기계장비율.1	0.0440***	0.0440***	0.0437***
노동장비율	0.2752***	0.2752***	0.2755***
노동장비율.1	-0.1928***	-0.1928***	-0.1929***
외인보유율	2.2181***	2.2171***	2.3003***
외인보유율.1	-1.8036***	-1.8026***	-1.8708***
상수항	73.7785***	74.7953***	
adj R ²	0.7789	0.7790	0.7787
F	1,131.74(0.0000)	24,898.3(0.0000)	1,131.00(0.0000)
Obs.	7,063	7,063	7,063

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-2〉는 산업재해 관련 변수를 사고재해율로 변경하여 분석한 결과인데 앞서 제시한 〈표 IV-1〉의 결과를 큰 차이점은 없었다. 여전히 산업재해는 기업의 생산성에 악영향을 주고 있었으며, 사고재해만 고려했을 때 그 영향도는 전체

재해율보다 조금 큰 것으로 나타났고 다른 변수의 영향은 큰 차이를 보이지 않았다. 다음으로 분석대상이 제조업 내 기술 수준, 규모 등의 차이에 따라 산업재해가 노동생산성에 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다.

2) 기술군별 분석 결과

기본모형에서는 구축된 패널자료를 선형회귀모형으로 분석하여 분석대상 기업의 산업재해가 노동생산성에 미치는 평균적 영향에 대해 분석하였지만, 재해율 또는 노동생산성을 결정하는데 큰 영향을 주는 생산방식의 기술 수준, 종사자 규모, 노동생산성 수준 등을 고려하여 분석대상을 그룹화하여 분석을 수행하는 것도 의미를 갖는다. 이러한 분석을 통해 산업재해가 노동생산성에 미치는 영향이 그룹별로 어떤 차이를 보이는지 추정하여, 상대적으로 산업재해에 더욱 취약한 기업 특성에 대해 살펴보고자 한다.

제조업의 세부업종을 살펴보면 기업마다 다양한 생산방식을 가지고 있을 것으로 판단된다. 이를 분석에 반영하기 위해 제조업 내 기술 수준에 차이에 따라 분석 대상 기업을 다음과 같이 구분⁴⁾하여 실증분석을 실시하였다.⁵⁾

- ① 고위기술산업군 : 전기 및 전자기기 제조업, 정밀기기 제조업
- ② 중고위기술산업군 : 화학제품 제조업, 기계 및 장비 제조업, 운송장비 제조업
- ③ 중저위기술산업군 : 석탄 및 석유제품 제조업, 비금속광물제품 제조업, 1차 금속제품 제조업, 금속제품 제조업
- ④ 저위기술산업군 : 음식료품 및 담배 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업, 목재, 종이, 인쇄 및 복제업, 기타 제조업

4) 산업연구원 산업통계 분석시스템(ISTAN)

<https://www.istans.or.kr/in/popInExplain.do?wstScode=S114>

5) 본 분석에서도 확률효과분석이 더 적합하다는 검정 결과가 도출되어 이를 중심으로 서술하였다.

〈표 IV-3〉 기술수준에 차이를 반영한 추정결과

변수명	저위기술군	중저위기술군	중고위기술군	고위기술군
재해율	-4.3700*	0.6349	0.1705	-6.9474*
노동생산성.1	0.7731***	0.5711***	0.6278***	0.6966***
업력	-0.1502	0.1163	0.1041	0.1434
50인미만	27.4605	69.1836***	8.6207	23.2889
100인미만	15.3382	43.5019***	12.4742*	18.6909
300인미만	11.3607	37.1557***	11.7436*	19.8684
1,000인미만	4.8551	39.5020***	4.5774	12.7905
정규직비중	1.0115	0.2836	1.4214***	-2.0893***
정규직비중.1	-0.9910	0.2577	-1.3853***	1.6316***
평균근속년수	0.1326	0.6870	-1.1080***	-0.0445
인당연구개발비	0.5343	-13.7363***	0.3310	-0.1192
인당연구개발비.1	-0.6393	14.5598***	0.0766	0.2099**
인당광고선전비	0.1359	4.1111***	0.6763***	-0.1101
자기자본비율	-1.1010*	-0.7850	0.4931**	-0.2889
자기자본비율.1	0.7418	0.3939	-1.1712***	-0.7380*
차입금의존도	-2.0403***	-2.5262***	-1.3787***	-2.4625***
차입금의존도.1	1.7147**	1.5698**	0.2923	0.7564
기계장비율.1	0.0059	-0.0280**	0.0614***	0.0420***
노동장비율	0.0441***	0.4425***	0.1424***	0.2903***
노동장비율.1	-0.0057	-0.2332***	-0.0778***	-0.1987***
외인보유율	2.3977**	1.3111	1.5546***	1.9551***
외인보유율.1	-1.3363	-1.5931*	-1.3164**	-1.6726**
상수항	32.8403	-67.5687	53.2547**	125.0437***
adj R ²	0.7629	0.9177	0.7895	0.7191
Chisq	121.647(0.0000)	13,670.9(0.0000)	9,808.41(0.0000)	6,167.32(0.0000)
Obs.	826	1,225	2,611	2,401

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

분석대상이 제조업을 기술수준에 따라 4개의 그룹으로 구분하여 분석하여 보면, 산업재해 증가는 음식료품 및 담배 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업 등이 포함되어 있는 저위기술군과 전기 및 전자기기, 정밀기기 제조업이 포함되어

있는 고위기술군에서 노동생산성에 통계적으로 유의미한 부정적 영향을 주는 것으로 나타났다. 기업 규모는 중위기술군에서만 생산성에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 정규직 비중은 기술수준이 상대적으로 높은 제조업에서 생산성에 영향을 주는 요인으로 분석되었다. 1인당 유형자산의 수준을 나타내는 노동장 비율은 4개의 그룹 모두에서 생산성을 증가시키는 요인으로 분석되었으며 외국인주식보유율은 중저위기술군을 제외한 나머지 그룹에서 외국인주주비율이 높으면 생산성이 높은 것으로 나타났다. 다음은 분석대상기업을 규모별로 나누어 산업재해가 생산성에 미치는 영향 정도가 다른지에 대해 알아보려고 한다.

3) 종사자 규모별 분석 결과

산업재해 발생 현황(2023)⁶⁾을 살펴보면 소규모 사업장일수록 산업재해 발생 빈도가 높다. 그 이유는 소규모 사업장에 상대적으로 산재발생에 영향을 주는 위험요인이 많을 수도 있으며, 사업장 내에서 산업재해의 발생 위험을 제거하거나 감소시키려는 투자에 여력이 부족할 가능성도 있다. 이러한 상황에서 산업재해 발생은 규모에 따라서도 그 영향도가 다를 것으로 판단 된다. 다음 표는 분석대상 기업을 50인 미만, 50~100인 미만, 100~300미만, 300~1,000미만, 1,000인 이상으로 구분하여 분석을 실시한 결과이다.

재해율 상승이 노동생산성에 미치는 부정적인 영향을 기업 규모를 구분하여 살펴보면 50인 미만, 50~100인 미만 기업에서 통계적으로 유의미한 영향이 있다고 나타났다. 특히 50인 미만 기업들에는 재해율 1% 증가는 노동생산성을 약 3,138만원 감소시키는 것으로 나타났으며, 50~100인 미만 기업에서는 약 325만원 감소시키는 것으로 추정되었는데, 50인 미만 기업의 노동생산성이 약 2억원, 50~100인 미만은 약 1억원 수준인 것을 감안한다면 상당 수준의 영향이 있는 것으로 해석된다.

6) 고용노동부(2023) 2022.12월말 산업재해 발생현황

〈표 IV-4〉 규모차이를 고려한 반영한 추정결과(I)

변수명	50인 미만	50~100인 미만	100~300인 미만
재해율	-31.2829*	-3.2477***	0.2481
노동생산성.1	0.4156***	0.7135***	0.7347***
업력	0.2834	-0.1046	0.1087
정규직비중	-11.6739***	0.3182	0.6233*
정규직비중.1	8.1994**	0.0531	-0.6341.
평균근속년수	-1.6515	-0.6146	-0.0715***
인당연구개발비	-0.7508**	-0.2731**	0.3630**
인당연구개발비.1	1.0667***	0.1806	0.1662
인당광고선전비	-0.7017	0.1180	0.2015
자기자본비율	0.7279	0.6419	0.3924.
자기자본비율.1	-0.0620	-1.7941***	-0.8993***
차입금의존도	-2.9251	-1.4989***	-1.0530***
차입금의존도.1	2.7849	-0.0249	0.2646
기계장비율.1	0.0959***	0.0982***	0.0554***
노동장비율	0.3350***	0.2618***	0.1631***
노동장비율.1	-0.2225***	-0.2003***	-0.1332***
외인보유율	17.7439**	0.8865	2.9352***
외인보유율.1	-14.7240**	-0.1224	-2.4440***
adj R ²	0.8298	0.7280	0.7948
F	95.0151(0.0000)	159.224(0.0000)	635.843(0.0000)
Obs.	347	1063	2,950

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-5〉 규모차이를 고려한 반영한 추정결과(II)

변수명	300~1,000인 미만	1,000인 이상
재해율	0.6117	-6.9474
노동생산성.1	0.6725***	0.6966***
업력	0.0203	0.1434
50인미만		23.2889
100인미만		18.6909
300인미만		19.8684
1,000인미만		12.7905
정규직비중	0.0726	-2.0893***
정규직비중.1	0.1829	1.6316***
평균근속년수	-0.3600	-0.0445
인당연구개발비	0.9676***	-0.1192
인당연구개발비.1	-0.9420***	0.2099**
인당광고선전비	0.6326***	-0.1101
자기자본비율	-0.1986	-0.2889
자기자본비율.1	-0.1479	-0.7380*
차입금의존도	-2.1419***	-2.4625***
차입금의존도.1	1.6163***	0.7564
기계장비율.1	-0.0151*	0.0420***
노동장비율	0.2140***	0.2903***
노동장비율.1	-0.1352***	-0.1987***
외인보유율	1.9641***	1.9551***
외인보유율.1	-1.4323***	-1.6726**
상수항		125.0437***
adj R ²	0.5623	0.7191
F or Chisq	152.485(0.0000)	6167.32(0.0000)
Obs.	2,119	584

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

다음으로는 노동생산성 수준별로 산업재해와 노동생산성 간에 영향에 대해 분석하고 그 결과를 제시한다.

4) 노동생산성 수준별 분석 결과

기본모형에서는 제조기업의 산업재해 특성(재해율), 일반특성(업력, 정규직 비중, 평균근속년수, 종사자규모), 제품차별화(1인당 연구개발비, 1인당 광고 선전비), 재무안정성(자기자본비율, 차입금의존도), 자산구성(기계장비율, 노동장비율), 소유구조 특성(외인보유율)이 기업의 노동생산성(1인당 부가가치)에 미치는 영향을 살펴보았으며, 상술한 요인들은 제조기업 생산성 증감에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

그러나 이러한 영향관계는 일반적으로 노동생산성(종사자 1인당 부가가치)이 높은 기업들과 낮은 기업들 사이에서 달리 나타날 수 있는데, 사내 영업이익의 크기가 충분히 커서 부가가치 수준이 높게 나타나는 기업은 그렇지 않은 기업에 비해 다른 독립변수들의 영향을 적게 받을 가능성이 있기 때문이다. 따라서 기업들의 노동생산성 수준에 따른 독립변수들의 차별적인 영향을 살펴보기 위해 패널 분위수회귀모형을 활용하여 분석을 시도하였다. 제1절에서 설명한 바와 같이 평균적인 효과를 측정하는 일반적 선형패널모형과는 달리 본 절에서 적용할 패널분위수회귀모형은 종속변수로 설정하는 기업 노동생산성의 조건부 분포, 즉 노동생산성이 매우 낮거나 높은 기업들에 미치는 차별적인 효과를 측정해낼 수 있다.

패널 분위수회귀모형을 추정하기 위해 종속변수는 노동생산성(1인당 부가가치)로 설정하고, 독립변수는 제2절에서 추정된 최종 모형의 형태에 따라 노동생산성의 1시차변수, 재해율, 업력, 정규직비중, 정규직비중의 1시차변수, 직원 평균 근속년수, 1인당 연구개발비, 1인당 연구개발비의 1시차변수, 1인당 광고 선전비, 차입금의존도, 차입금의존도의 1시차변수, 기계장비율의 1시차변수, 노동장비율, 노동장비율의 1시차변수, 외인보유율, 외인보유율의 1시차변수로 결정하였으며, 마찬가지로 제2절에서의 Hausman(1978) 검정 결과에 따라 패널고정효과(panel fixed effect)를 적용하였다. 또한 표본에 적용할 분위수 τ 는 0.1, 0.25(1사분위수), 0.5(2사분위수, 중위수), 0.75(3사분위수), 0.9로

설정하였고, 고정효과에 적용할 패널티 파라미터는 1로 설정하였으며, 추정을 위한 프로그램은 R의 rqpd 패키지(Koenker and Bache, 2011)을 활용하였다.

〈표 IV-6〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.1$)

변수명	panel fixed effect, tau=0.1			
	계수추정치	표준오차	t-통계량	P-값
재해율	-5.3587	2.4143	-2.2196	0.0265**
인당부가가치_1	0.5439	0.0305	17.8466	0.0000***
업력	0.2734	0.1095	2.4979	0.0125**
정규직비중	-0.2520	0.1419	-1.7758	0.0758*
정규직비중_1	0.1967	0.1961	1.0032	0.3158
평균근속년수	0.0052	0.0994	0.0522	0.9584
인당연구개발비	-0.8712	0.3947	-2.2074	0.0273**
인당연구개발비_1	0.0265	0.3813	0.0694	0.9447
인당광고선전비	0.1095	0.3240	0.3379	0.7355
차입금의존도	-1.1520	0.1503	-7.6668	0.0000***
차입금의존도_1	0.7479	0.1460	5.1228	0.0000***
기계장비율_1	-0.0023	0.0116	-0.1974	0.8435
노동장비율	0.0474	0.0260	1.8205	0.0687*
노동장비율_1	-0.0247	0.0272	-0.9081	0.3639
외인보유율	1.2413	0.5201	2.3866	0.0170**
외인보유율_1	-0.8073	0.5103	-1.5821	0.1137
상수항	-9.8642	16.9084	-0.5834	0.5597

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-7〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.25$)

변수명	panel fixed effect, tau=0.25			
	계수추정치	표준오차	t-통계량	P-값
재해율	-1.7080	0.7492	-2.2798	0.0227**
인당부가가치_1	0.6988	0.0223	31.3263	0.0000***
업력	0.1438	0.0509	2.8262	0.0047***
정규직비중	-0.0421	0.1224	-0.3443	0.7306
정규직비중_1	0.0507	0.1405	0.3612	0.7179
평균근속년수	-0.0229	0.0313	-0.7334	0.4633
인당연구개발비	-0.7188	0.3921	-1.8331	0.0668*
인당연구개발비_1	0.3841	0.3836	1.0011	0.3168
인당광고선전비	0.3508	0.1041	3.3696	0.0008***
차입금의존도	-0.9740	0.1117	-8.7193	0.0000***
차입금의존도_1	0.8155	0.1103	7.3908	0.0000***
기계장비율_1	-0.0016	0.0069	-0.2347	0.8145
노동장비율	0.0579	0.0227	2.5476	0.0109**
노동장비율_1	-0.0381	0.0225	-1.6949	0.0901*
외인보유율	1.3024	0.2837	4.5911	0.0000***
외인보유율_1	-1.0741	0.2887	-3.7199	0.0002***
(Intercept)	-2.8252	9.1617	-0.3084	0.7578

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-8〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.5$)

변수명	panel fixed effect, tau=0.5			
	계수추정치	표준오차	t-통계량	P-값
재해율	-1.3297	0.6518	-2.0402	0.0414**
인당부가가치_1	0.8026	0.0174	46.0995	0.0000***
업력	-0.0134	0.0338	-0.3961	0.6920
정규직비중	0.0566	0.1205	0.4695	0.6388
정규직비중_1	-0.0909	0.1133	-0.8028	0.4221
평균근속년수	-0.0466	0.0420	-1.1092	0.2674
인당연구개발비	-0.2840	0.3598	-0.7892	0.4300
인당연구개발비_1	0.3671	0.3634	1.0101	0.3125
인당광고선전비	0.2749	0.0644	4.2690	0.0000***
차입금의존도	-1.0353	0.0986	-10.5038	0.0000***
차입금의존도_1	0.9141	0.0988	9.2515	0.0000***
기계장비율_1	0.0086	0.0036	2.3586	0.0184**
노동장비율	0.1557	0.0245	6.3485	0.0000***
노동장비율_1	-0.1194	0.0210	-5.6877	0.0000***
외인보유율	1.4051	0.2081	6.7531	0.0000***
외인보유율_1	-1.2216	0.2038	-5.9939	0.0000***
(Intercept)	12.9440	6.2024	2.0869	0.0369**

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-9〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.75$)

변수명	panel fixed effect, tau=0.75			
	계수추정치	표준오차	t-통계량	P-값
재해율	0.2891	0.9303	0.3108	0.7560
인당부가가치_1	0.8494	0.0257	33.0251	0.0000***
업력	-0.1315	0.0526	-2.4998	0.0125**
정규직비중	-0.0508	0.1400	-0.3630	0.7166
정규직비중_1	0.1348	0.1340	1.0058	0.3145
평균근속년수	-0.0745	0.1503	-0.4959	0.6200
인당연구개발비	-0.1270	0.3613	-0.3515	0.7252
인당연구개발비_1	0.7575	0.3562	2.1266	0.0335**
인당광고선전비	0.2996	0.1069	2.8029	0.0051***
차입금의존도	-1.2824	0.1190	-10.7759	0.0000***
차입금의존도_1	1.1300	0.1194	9.4665	0.0000***
기계장비율_1	0.0273	0.0114	2.3989	0.0165**
노동장비율	0.2702	0.0409	6.6089	0.0000***
노동장비율_1	-0.1927	0.0319	-6.0500	0.0000***
외인보유율	1.1663	0.2265	5.1493	0.0000***
외인보유율_1	-1.1490	0.2242	-5.1240	0.0000***
(Intercept)	11.1260	8.7637	1.2696	0.2043

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

〈표 IV-10〉 패널 분위수회귀분석 결과($\tau = 0.9$)

변수명	panel fixed effect, tau=0.9			
	계수추정치	표준오차	t-통계량	P-값
재해율	1.0489	2.7682	0.3789	0.7048
인당부가가치_1	0.8374	0.0392	21.3852	0.0000***
업력	-0.3966	0.1174	-3.3785	0.0007***
정규직비중	-0.3785	0.3435	-1.1019	0.2705
정규직비중_1	0.6092	0.3259	1.8695	0.0616*
평균근속년수	-0.1094	0.1582	-0.6916	0.4892
인당연구개발비	0.1197	0.1984	0.6036	0.5462
인당연구개발비_1	1.0914	0.1913	5.7057	0.0000***
인당광고선전비	0.3208	0.2097	1.5295	0.1262
차입금의존도	-1.6033	0.2076	-7.7215	0.0000***
차입금의존도_1	1.4031	0.2277	6.1613	0.0000***
기계장비율_1	0.0586	0.0172	3.4116	0.0007***
노동장비율	0.3873	0.0719	5.3877	0.0000***
노동장비율_1	-0.2603	0.0691	-3.7672	0.0002***
외인보유율	1.1515	0.5824	1.9773	0.0480**
외인보유율_1	-1.3980	0.4998	-2.7972	0.0052***
(Intercept)	31.9052	19.2277	1.6593	0.0971*

주: *** 1%, ** 5%, * 10% 유의수준

분석결과를 살펴보면, 모든 분위수에서 $t-1$ 기 노동생산성(1인당 부가가치)은 t 기 노동생산성에 양(+)의 영향을 주는 것으로 나타났으며(자기회귀효과), 분위수가 커질수록, 즉 기업의 노동생산성이 높아질수록 이러한 자기회귀효과는 더 커지는 것으로 나타났다. 즉 기업의 노동생산성이 높아지기 시작하면 차년도

노동생산성을 높이는데도 긍정적 영향을 끼치며, 이는 노동생산성이 높은 기업에서 더 크게 나타난다는 것이다.

재해율 증가의 경우 제2절의 분석결과와 마찬가지로 제조업 기업의 노동생산성을 악화시키는 것으로 나타났는데, 흥미로운 점은 노동생산성이 높은 기업에 비해 노동생산성이 낮은 기업에서 산업재해 발생에 의한 노동생산성 악화가 더 크게 나타난다는 점이다. 구체적으로 분위수 0.1에서 계수추정치는 약 -5.36(536만원)으로 통계적으로 유의하였으며, 0.25에서 약 -1.71, 0.5에서 -1.33으로 분위수가 커질수록, 즉 노동생산성이 높아질수록 산업재해가 부가가치 감소에 미치는 영향은 점차 작아지는 것으로 나타났고, 0.75와 0.9로 노동생산성이 더욱 높아짐에 따라 재해율의 영향은 더욱 약해지고 통계적 유의성을 갖지 못했다. 이러한 효과는 노동생산성이 낮은 기업들의 특성에 기인한다고 유추해볼 수 있다. 즉 노동생산성(1인당 부가가치)의 평균을 기준으로 평균보다 낮은 기업의 종사자 수는 평균 562명, 1인당 매출액은 607백만원이나, 노동생산성이 평균보다 높은 기업의 종사자 수는 평균 1,365명, 1인당 매출액은 1,983백만원으로 노동생산성이 높은 기업이 종사자 규모나 매출액 면에서 모두 규모가 큰 것으로 나타났고, 이러한 특성이 산업재해의 노동생산성 감소 영향에서 차이를 유발한 것으로 해석된다.

앞 장의 분석결과에 따르면 업력의 증가는 전반적으로 노동생산성을 감소시키는 것으로 나타났으나, 패널분위수회귀분석 결과에 따르면 업력의 증가는 종속변수의 낮은 위수(노동생산성의 10%, 25%)에서 노동생산성을 증가시키는 요인으로, 노동생산성이 높은 위수(75%, 90%)에서는 노동생산성을 감소시키는 요인으로 나타났는데, 이러한 현상으로 기업의 조업기간 증가에 따른 노동생산성 증가가 체감하는 형태를 가짐을 알 수 있다. 또한 정규직 비중 증가 역시 앞 장의 분석결과에서는 노동생산성을 감소시키는 요인으로 작용하였는데, 위수회귀 결과 노동생산성의 매우 낮은 위수(10%)에서는 정규직 비중 증가가 2시차에 거쳐 노동생산성을 감소시켰으나 노동생산성의 매우 높은 위수(90%)에서는 오히려 정규직비중의 증가가 2시차에 가쳐 노동생산성을 증가시키는

것으로 나타나 고용안정의 생산성 증대 효과는 노동생산성이 매우 높은 기업에서 효과적으로 작용하였다.

제품차별화의 정도를 나타내는 1인당연구개발비와 1인당광고선전비의 분석 결과도 노동생산성 수준에 따라 그 효과가 차별적으로 나타났다. 앞서 선형 패널분석 결과에서도 연구개발비와 광고선전비 증가는 노동생산성(1인당 부가가치)를 증가시키는 것으로 분석되었는데, 제품차별화전략이 단기 혹은 중기적으로 기업의 매출과 영업이익을 높여 1인당 부가가치, 즉 노동생산성을 높일 수 있다는 것을 설명하는 근거이다. 추가로 분위수회귀분석 결과에 따르면 연구개발비 증가의 노동생산성 감소효과는 노동생산성의 낮은 위수(10%, 25%)에서 두드러졌으며, 반대로 기업의 노동생산성이 높아질수록 연구개발비 투자에 의한 노동생산성 증가 효과가 두드러졌다. 또한 광고선전비 지출이 노동생산성을 높이는 효과는 노동생산성이 중위부근(25%, 50%, 75%)에 위치한 기업들에 영향이 컸으며 노동생산성의 매우 낮은 위수(10%)와 매우 높은 위수(90%)에는 통계적으로 유의미한 영향을 끼치지 못하는 것으로 나타나 제품차별화 전략에 의한 노동생산성 증가효과는 기업들의 노동생산성 수준에 따라 달리 나타날 수 있음을 확인하였다.

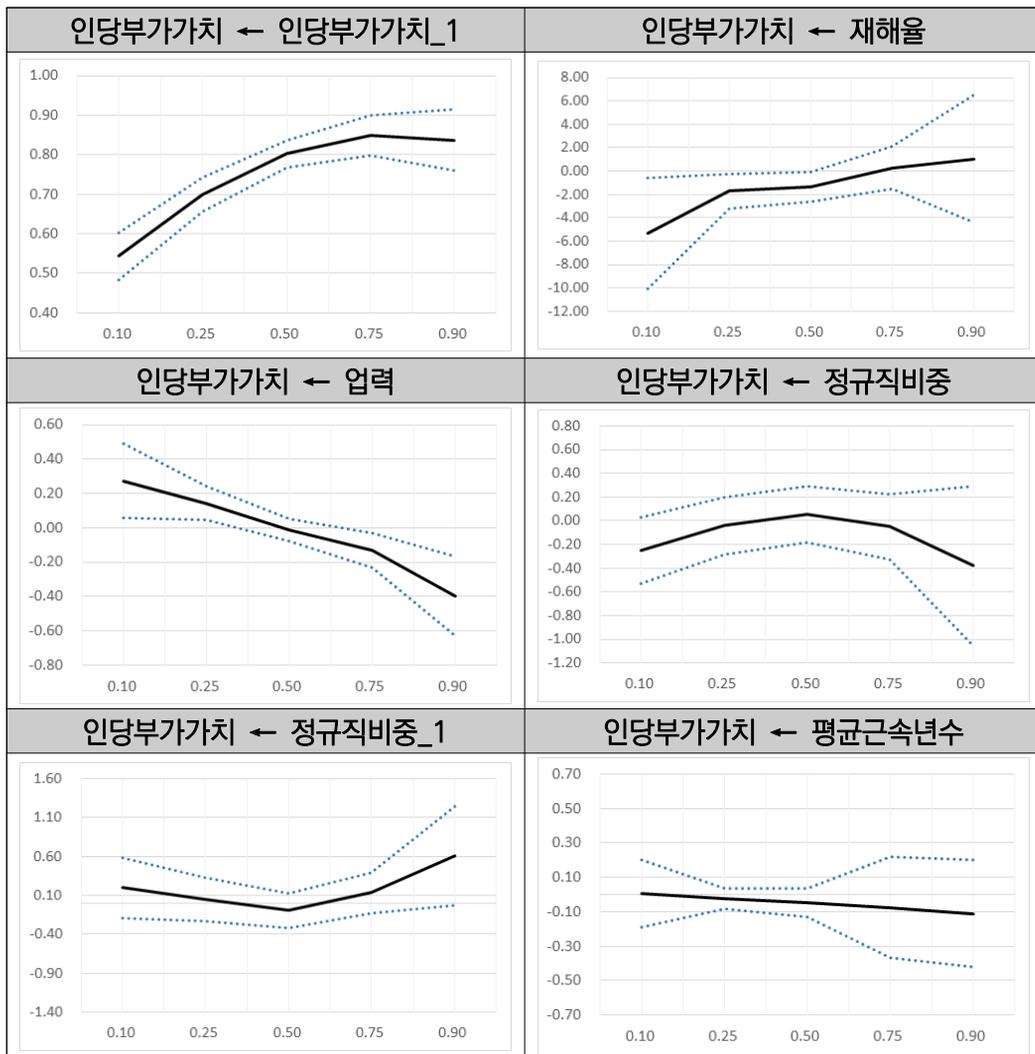
기업의 재무건전성 특성으로 고려한 차입금 의존도의 경우, 선형패널분석 결과 차입금에 대한 의존도가 높아질수록 전반적으로 기업의 노동생산성은 감소하는 것으로 나타났는데, 분위수회귀분석 결과 재무건전성 악화에 따른 노동생산성 감소 효과는 재해율 분석결과와 유사하게 노동생산성의 낮은 분위(10%)에서 소폭 크게 나타났으며, 소유구조 특성으로 고려한 외인보유율의 경우에는 노동생산성의 낮은 분위(10%)에서 외인보유 증가에 따른 노동생산성 증가 효과가 크게 나타났다.

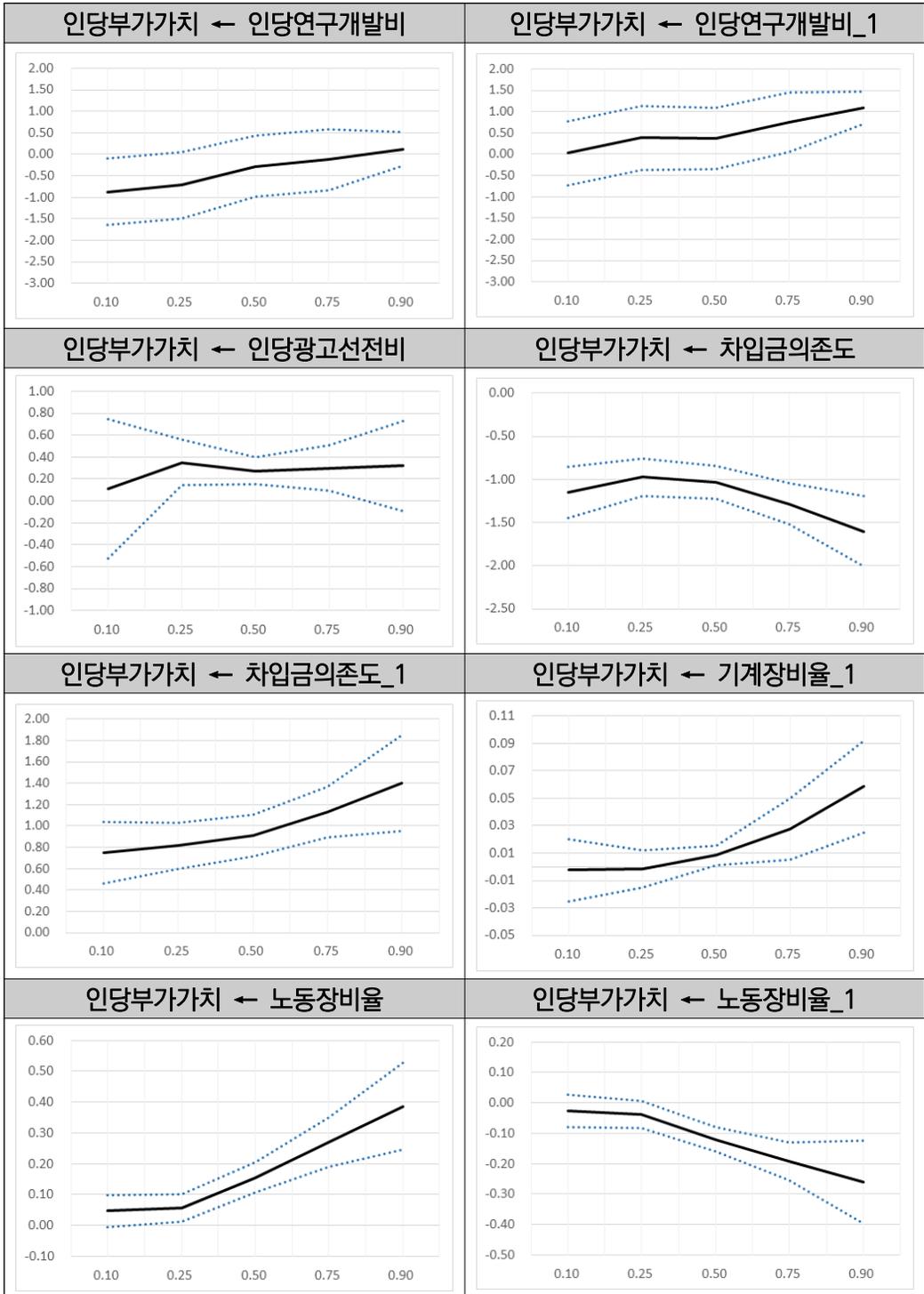
아울러 기업의 자산구성 특성을 나타내는 노동장비율과 기계장비율의 경우 선형패널분석 결과에서는 노동생산성과 양(+)의 관계를 가져 자본집약도의 상승과 기계화가 노동생산성을 증가시킬 수 있음을 확인하였다. 추가로 분위수회귀 분석 결과 자본집약도 상승(노동장비율 증가)이 노동생산성을 증가시키는 영향은

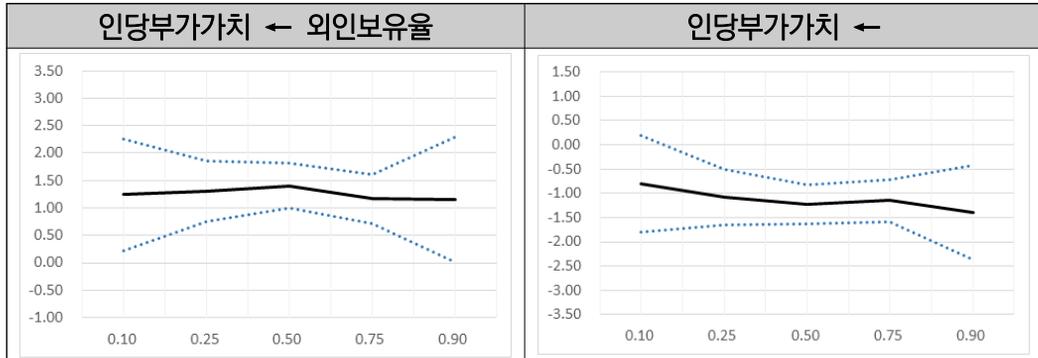
기업의 노동생산성이 높아질수록 더욱 커졌으며, 기계화에 의한 생산성 증가 효과 역시 상대적으로 노동생산성의 높은 분위(중위수 이상)에만 영향을 미치는 것으로 나타났다.

아래 그림은 패널분위수회귀분석에서 위수 변화에 따른 계수추정치 변화 양상을 나타낸 것이며, 상단과 하단의 점선은 각각 95% 신뢰구간의 상한과 하한을 나타낸다.

〈표 IV-11〉 패널 분위수회귀 계수추정치 그래프







3. 산업재해와 노동생산성 간 양방향 인과와 장·단기 파급효과

앞선 분석 결과에 따르면, 본 연구에서 고려하고 있는 다양한 변수들, 예컨대 재해율이나 정규직비중, 기계장비율, 노동장비율 등은 기업의 노동생산성(1인당 부가가치) 증감에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 노동생산성 향상은 다시 산업재해나 정규직비중, 기계 및 노동장비율 등에 다시 영향을 주는 양방향 인과를 가질 수 있으며, 이러한 현상은 모형 내에서 내생성(Endogeneity) 문제를 발생시키게 된다. 또한 본 연구의 패널자료의 경우 8년의 장기 시계열 특성을 갖는데, 이러한 시계열 변수는 해당 변수의 시차변수 뿐만 아니라 다른 변수의 시차변수에 의해서도 영향을 받게 되며, 재해율이 t 기에 변화하면 실제 파급효과는 t 기뿐만 아니라 $t+n$ 기에도 가시적으로 나타나게 될 수 있고, 최종적으로 노동생산성에 미치게 될 이러한 효과는 장기간 지속되게 된다. 따라서 여러 변수들이 갖는 유기적 양방향 인과와 장단기 파급효과를 고려해보기 위해서는 연립방정식 모형 중 하나인 벡터자기회귀모형을 고려할 수 있다.

벡터자기회귀모형(VAR)은 내생성 문제를 다루는 데 효과적이며, 동태적인 효과도 고려할 수 있어 모형 추정 후 충격반응함수(Impulse Response Function, IRF)를 도출해 보고 분산분해(Variance Decomposition)를 수행해 봄으로써

독립변수 충격에 대한 반응과 장/단기 예측(forecasting)을 수행해 볼 수도 있다. 본 절에서는 2015년~2022년까지 8개년도, 1,009개 제조업 기업을 대상으로 하는 패널 VAR 모형을 설정하였고, 노동생산성(인당부가가치)과 재해율, 설비구성특성인 기계장비율과 노동장비율, 일반특성인 정규직 비중을 포함하여 분석을 시도하였다. 참고로 패널벡터자기회귀모형 추정을 위해 STATA 18.0 프로그램에서 제공하는 분석패키지(pvar)를 활용하였으며, 동적패널모형 내에 너무 많은 변수가 포함되는 경우 과모수(over parameters)의 문제로 인하여 추정치에 편의(bias)가 발생할 수 있기 때문에 상대적으로 중요성이 높은 변수들을 선정하였다.

1) 패널벡터자기회귀모형 추정 결과

패널벡터자기회귀모형을 추정하기 위해서는 먼저 시차영향관계를 설정하기 위한 적정 시차를 결정해야 한다. 제조업 상장기업의 경우 자료의 패널이 1,009개이며 2015~2022까지 8개년도 패널 자료를 고려하고 있기 때문에 VAR 모형의 적정 시차(lag)를 설정하기 위해서 최대치를 3으로 설정한 후 Hansen의 J-검정통계량으로 정보기준(information criteria)을 계산했으며, 계산 결과 1시차(lag 1)에서 가장 설명력이 높은 것으로 나타났다. 최대 시차를 3으로 설정한 이유는 본 연구에서 사용하는 자료의 패널이 1,009개이지만 2015~2022년까지 8개년도 자료로 시계열의 길이가 길지 않기 때문에 시차가 길어질수록 정보 누락이 커서 정확한 검정을 수행할 수 없기 때문이다. 총 세 가지 정보기준⁷⁾을 사용하였고, 정보기준 결과는 값이 낮을수록 적합한 모형임을 나타낸다. 최적 시차 분석 결과는 아래와 같으며, 분석 결과에 따라 최적 시차는 1로 결정되었다.

7) MAIC(multivariate Akaike information criterion), MBIC(multivariate Bayesian information criterion), MQIC(multivariate Hannan and Quinn information criterion)

〈표 IV-12〉 정보기준에 따른 최적 시차 결정

Panel VAR lag order selection						
Lag	CD	J	J pvalue	MBIC	MAIC	MQIC
1	0.9995	112.6981	0.0032	-488.4514	-37.3019	-199.5052
2	0.9923	56.9395	0.2326	-343.8269	-43.0606	-151.1961
3	0.9997	10.4637	0.9952	-189.9195	-39.5363	-93.6041

GMM 추정 시 도구변수의 추정시차는 Final GMM criterion 값에 의해 4시차까지로 결정하였다. 이는 도구변수의 실제 값이 아닌 예측 값을 삽입할 때 도구변수를 추정하는 시차이며, 정해진 기준은 없지만 관측치가 감소하는 것을 감안하여 적절하게 선택할 수 있다. 본 분석에서는 1~4 lag의 과거값을 이용하여 삽입될 도구변수를 추정하였다.

노동생산성(1인당부가가치)과 재해율, 자산구성 특성인 기계장비율과 노동장비율, 일반특성인 정규직비중을 활용하여 패널벡터자기회귀모형을 분석한 결과는 다음과 같다. 본 연구에서 중점적으로 살펴보고자 하는 모형은 노동생산성과 재해율을 종속변수로 설정한 모형이므로 이에 대한 분석 결과를 중점적으로 살펴보고자 한다. 먼저, 앞선 분석결과들과 유사하게 노동생산성(1인당부가가치)에 대해서는 노동생산성과 기계장비율, 그리고 정규직비중의 1시차 변수가 양(+의 영향을, 재해율과 노동장비율은 음(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 한편 재해율이 종속변수로 설정된 모형에서 노동생산성 증가와 정규직비중의 증가, 그리고 자본집약도(노동장비율)의 상승은 재해율을 감소시키는 영향으로, 기계장치 비중의 증가는 재해율을 증가시키는 요인으로 나타나 선행연구와 유사한 결과를 보였다(박선영, 2017; 박선영&김명중 2022, 2023a, 2023b).

〈표 IV-13〉 패널벡터자기회귀모형(PVAR) 추정 결과

	계수추정치	표준오차	z-통계량	P-값
인당부가가치				
인당부가가치_1	0.3352	0.0265	12.6300	0.0000***
재해율_1	-4.2796	2.3880	-1.7921	0.0827*
기계장비율_1	0.1240	0.0077	16.1100	0.0000***
노동장비율_1	-0.2601	0.0168	-15.4900	0.0000***
정규직비중_1	0.9971	0.3047	3.2700	0.0010***
재해율				
인당부가가치_1	-0.0002	0.0001	-2.7500	0.0060***
재해율_1	-0.0238	0.0448	-0.5300	0.5950
기계장비율_1	0.0001	0.0000	5.4500	0.0000***
노동장비율_1	-0.0002	0.0000	-6.0300	0.0000***
정규직비중_1	-0.0171	0.0043	-3.9600	0.0000***
기계장비율				
인당부가가치_1	-0.1569	0.0297	-5.2800	0.0000***
재해율_1	48.8801	8.2390	5.9300	0.0000***
기계장비율_1	0.0112	0.0167	0.6700	0.5020
노동장비율_1	0.0640	0.0236	2.7100	0.0070***
정규직비중_1	-1.8270	0.5166	-3.5400	0.0000***
노동장비율				
인당부가가치_1	-0.0584	0.0330	-1.7700	0.0770*
재해율_1	3.7027	3.4068	1.0900	0.2770
기계장비율_1	0.0954	0.0152	6.2700	0.0000***
노동장비율_1	-0.1310	0.0233	-5.6200	0.0000***
정규직비중_1	0.2241	0.3071	0.7300	0.4660
정규직비중				
인당부가가치_1	-0.0002	0.0004	-0.5200	0.6020
재해율_1	-0.4659	0.2152	-2.1600	0.0300**
기계장비율_1	-0.0028	0.0005	-6.1100	0.0000***
노동장비율_1	0.0041	0.0005	8.1600	0.0000***
정규직비중_1	0.3183	0.0555	5.7300	0.0000***

* No. of obs = 3,027, No. of panels = 1,009, System GMM Estimation

2) 그랜저 인과관계 검정(Granger Causality Test)

모형 내 양방향 인과관계 여부를 검정하기 위해 Granger(1969)의 방법론을 활용하여 검정을 수행하였으며, 검정 모형에서 1개의 시차변수만을 고려하게 되므로 사실상 <표 IV-14>의 결과가 곧 그랜저 인과관계 검정 결과가 된다.

<표 IV-14> 그랜저 인과관계 검정 결과

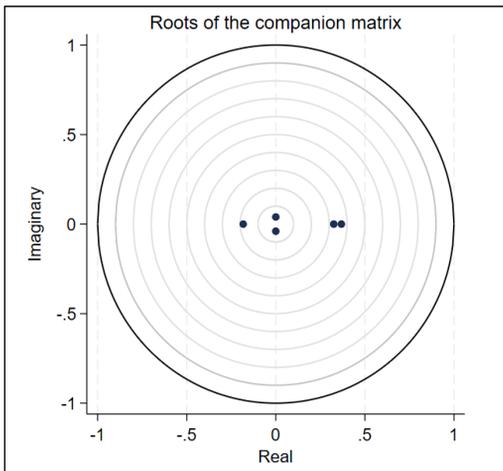
종속변수	독립변수	χ^2 -검정통계량	자유도(d.f.)	P-값
인당부가가치	재해율	3.596	1	0.0827*
	기계장비율	259.544	1	0.0000***
	노동장비율	239.938	1	0.0000***
	정규직비중	10.709	1	0.001***
	전체	309.106	4	0.0000***
재해율	인당부가가치	7.585	1	0.0060***
	기계장비율	29.664	1	0.0000***
	노동장비율	36.382	1	0.0000***
	정규직비중	15.691	1	0.0000***
	전체	95.23	4	0.0000***
기계장비율	인당부가가치	27.838	1	0.0000***
	재해율	35.198	1	0.0000***
	노동장비율	7.348	1	0.0070***
	정규직비중	12.507	1	0.0000***
	전체	78.546	4	0.0000***
노동장비율	인당부가가치	3.123	1	0.0770*
	재해율	1.181	1	0.2770
	기계장비율	39.348	1	0.0000***
	정규직비중	0.532	1	0.4660
	전체	44.837	4	0.0000***
정규직비중	인당부가가치	0.272	1	0.6020
	재해율	4.687	1	0.0300**
	기계장비율	37.274	1	0.0000***
	노동장비율	66.522	1	0.0000***
	전체	129.492	4	0.0000***

* No. of obs = 3,027, No. of panels = 1,009, System GMM Estimation

3) 모형의 안정성 검증(stability condition check)

자료에 단위근이 존재하거나(불안정시계열) 모형의 해가 정상적으로 결정되지 않는 등으로 인해 모형의 안정성이 충족되지 않을 경우 모형의 가역성(invertible)이 저해되고 충격반응함수의 해가 0으로 수렴하지 않고 발산하는 등 추정과 예측에서 다양한 문제를 발생시킨다. Lutkepohl(2005)와 Hamilton(1994)에 따르면 PVAR 모형에서 동반 행렬의 모든 고유값(eigenvalue)과 모듈러스(modulus)의 크기가 1보다 작으면(단위근이 없으면) 모형은 안정적이라 할 수 있다. 본 연구에서는 STATA의 사후 안정성 추정 함수(pvarstable)를 활용하여 모형의 안정성을 검증하였고, 그 결과 본 모형이 안정성 조건을 만족하는 것으로 나타났다.

〈표 IV-15〉 모형의 안정성 검증 결과



Eigenvalue		Modulus
Real	Imaginary	
0.3681	0.0000	0.3681
0.3250	0.0000	0.3250
-0.1832	0.0000	0.1832
0.0000	0.0397	0.0397
0.0000	-0.0397	0.0397

4) 직교화된 충격-반응 함수(Orthogonal Impulse-Response Function)

VAR 모형의 추정결과를 분석하는 데 가장 많이 사용하는 방법은 충격-반응 함수(impuse-response function)을 살펴보는 것이다. 충격-반응 함수는 VAR 모형을 추정 후 도출된 계수추정치를 기반으로 하여 한 변수의 오차항에 1% 충격이 가해졌을 때 연관된 다른 변수들에 장기적으로 어떠한 영향을 주는지

분석하는 방법이다. 본 분석에서는 최대 기간을 10기간(10년)으로 하여 재해율을 포함한 다양한 변수들의 충격이 노동생산성에 미치는 장단기 파급 효과를 분석하고자 하며, 반대의 경우에 노동생산성 충격이 재해율을 포함한 다른 기업 특성들에 미치는 영향도 살펴보고자 한다.

한편, 특정 시점 t 기에 어떤 두 변수 X_t 와 Y_t 가 서로 동시에 영향을 주게 되면 한 변수가 다른 한 변수에 주는 충격뿐 아니라 자기 변수에서 받는 충격까지 포함하게 된다. 따라서 이 경우 한 방향으로의 영향만 존재한다는 식별조건 (identification restrictions)을 설정해야만 두 변수의 충격-반응을 정확하게 측정할 수 있고, 이때 사용하는 방법을 직교화된 충격-반응 함수(orthogonal irf)라고 한다(Abrigo and Love, 2016). 따라서 본 연구에서는 직교화된 충격반응함수를 활용하여 변수 상호간의 동태적인 관계를 판단하고자 하였으며, 분석 결과는 다음과 같다.

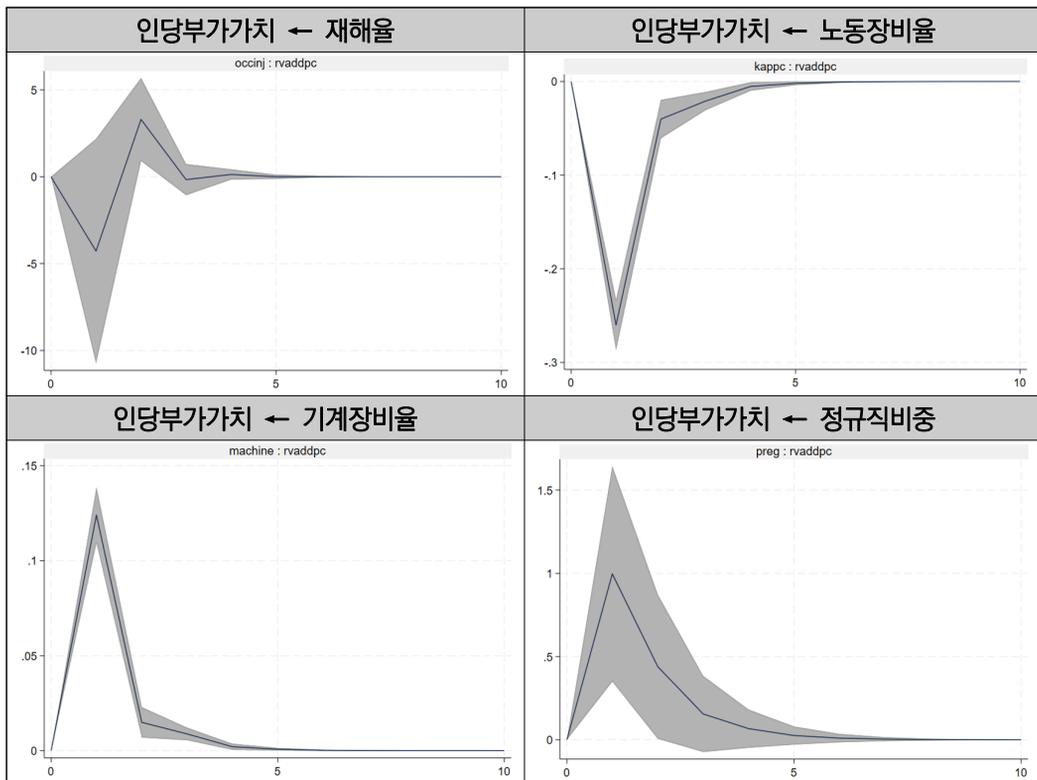
〈표 IV-16〉 직교화된 충격반응함수(반응변수: 노동생산성)

Response	Impulse				
	인당부가가치	재해율	노동장비율	기계장비율	정규직비중
1	0.3352	-4.2796	-0.2601	0.1240	0.9971
2	0.1086	3.3010	-0.0402	0.0149	0.4400
3	0.0358	-0.1666	-0.0209	0.0088	0.1555
4	0.0118	0.1334	-0.0053	0.0021	0.0672
5	0.0039	-0.0027	-0.0020	0.0008	0.0259
6	0.0013	0.0031	-0.0006	0.0002	0.0103
7	0.0004	-0.0014	-0.0002	0.0001	0.0040
8	0.0001	-0.0006	-0.0001	0.0000	0.0015
9	0.0000	-0.0004	0.0000	0.0000	0.0006
10	0.0000	-0.0002	0.0000	0.0000	0.0002

재해율에 대한 1 표준편차 충격은 1시차에 1인당부가가치를 약 427만원 감소시키나, 재해발생 이후 물적·인적 자원 및 손실된 생산물에 대한 복구 노력

등 회복탄력성으로 인해 2시차에 1인당 부가가치는 약 330만원 증가하고, 등락을 거쳐 4시차 이후에는 0으로 수렴하는 모습을 보인다. 이로 미루어볼 때 산업재해 발생이 기업의 노동생산성을 단기간에 감소시키는 것은 분명해 보이나, 다만 기업 스스로 생산성 회복 노력이 수반되어 재해 발생 후 1~2년 내에는 정상상태에 도달하며, 오버슈팅으로 생산성 손실의 일정 부분을 수복하여 영구적인 노동생산성 상실이 발생하지는 않는다는 점이다. 또한 기계장비율과 정규직비중에 대한 충격은 노동생산성에 양(+)의 영향을 미치며 타 변수들에 비해 파급효과의 지속기간이 길게 나타나는데, 그 이유는 생산에 직접적으로 영향을 미치는 물적(기계장치) 및 인적(정규직 인력) 자본이 확충되었기 때문으로 판단된다.

〈표 IV-17〉 직교화된 충격반응함수 그래프(반응변수: 노동생산성)

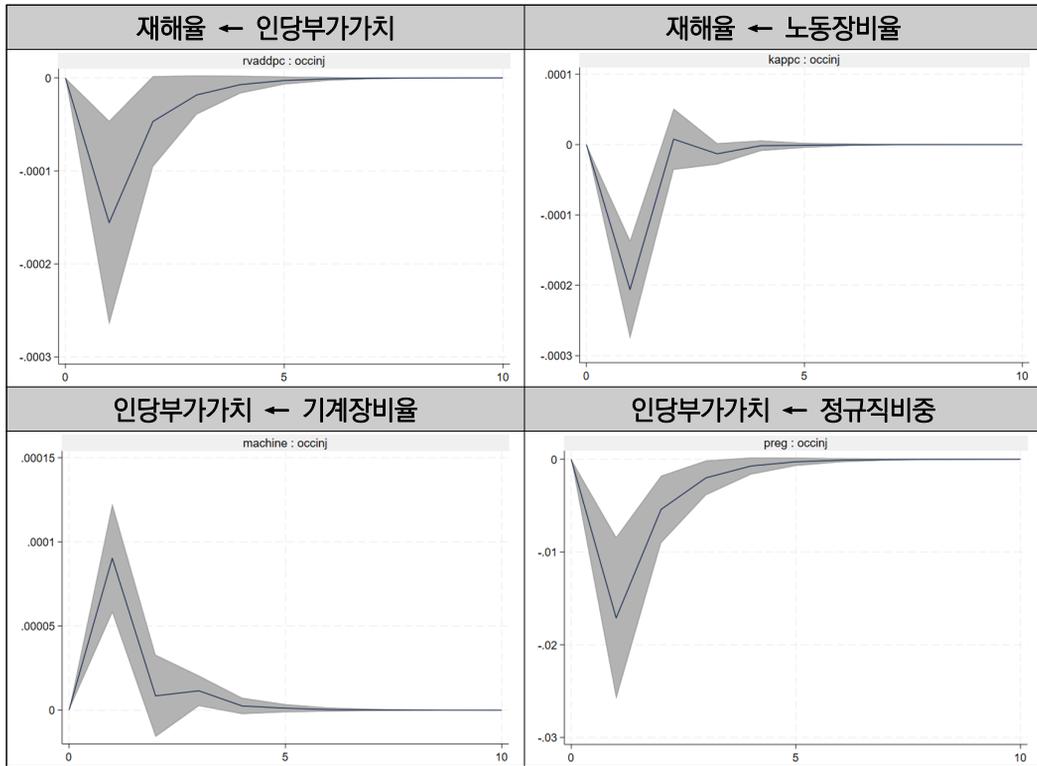


한편 재해율에 대한 영향을 살펴보면, 노동생산성(1인당부가가치)에 대한 1표준편차 충격은 단기에 산업재해 감소 영향을 미치며, 파급효과의 크기가 점차 감소하며 약 2~3년 지속 후 0으로 수렴하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 노동생산성 증가가 기업의 실적 개선, 임금 및 복지수준 증가, 근로환경 개선 등 직·간접적으로 산업재해 감소에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하며, 정규직비중에 대한 충격 역시 노동생산성 충격과 유사한 결과를 보였는데, 이 또한 고용안정성 증대가 산업재해를 감소시킬 수 있음을 시사하는 결과라 하겠다. 또한 자본집약도(노동장비율) 증가 충격은 노동생산성에 비해서는 비교적 단기간에 산업재해를 감소시키는 영향을 미치지만, 그 파급효과의 크기는 노동생산성에 비해 크게 나타나며, 기계장비율 확대 충격이 산업재해 증가에 미치는 파급기간은 약 3~4년 정도 지속된다.

〈표 IV-18〉 직교화된 충격반응함수(반응변수: 재해율)

Response	Impulse				
인당부가가치	인당부가가치	재해율	노동장비율	기계장비율	정규직비중
1	-0.0002	-0.0238	-0.0002	0.0001	-0.0171
2	0.0000	0.0129	0.0000	0.0000	-0.0054
3	0.0000	0.0029	0.0000	0.0000	-0.0020
4	0.0000	0.0015	0.0000	0.0000	-0.0007
5	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	-0.0003
6	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	-0.0001
7	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

〈표 IV-19〉 직교화된 충격반응함수 그래프(반응변수: 재해율)

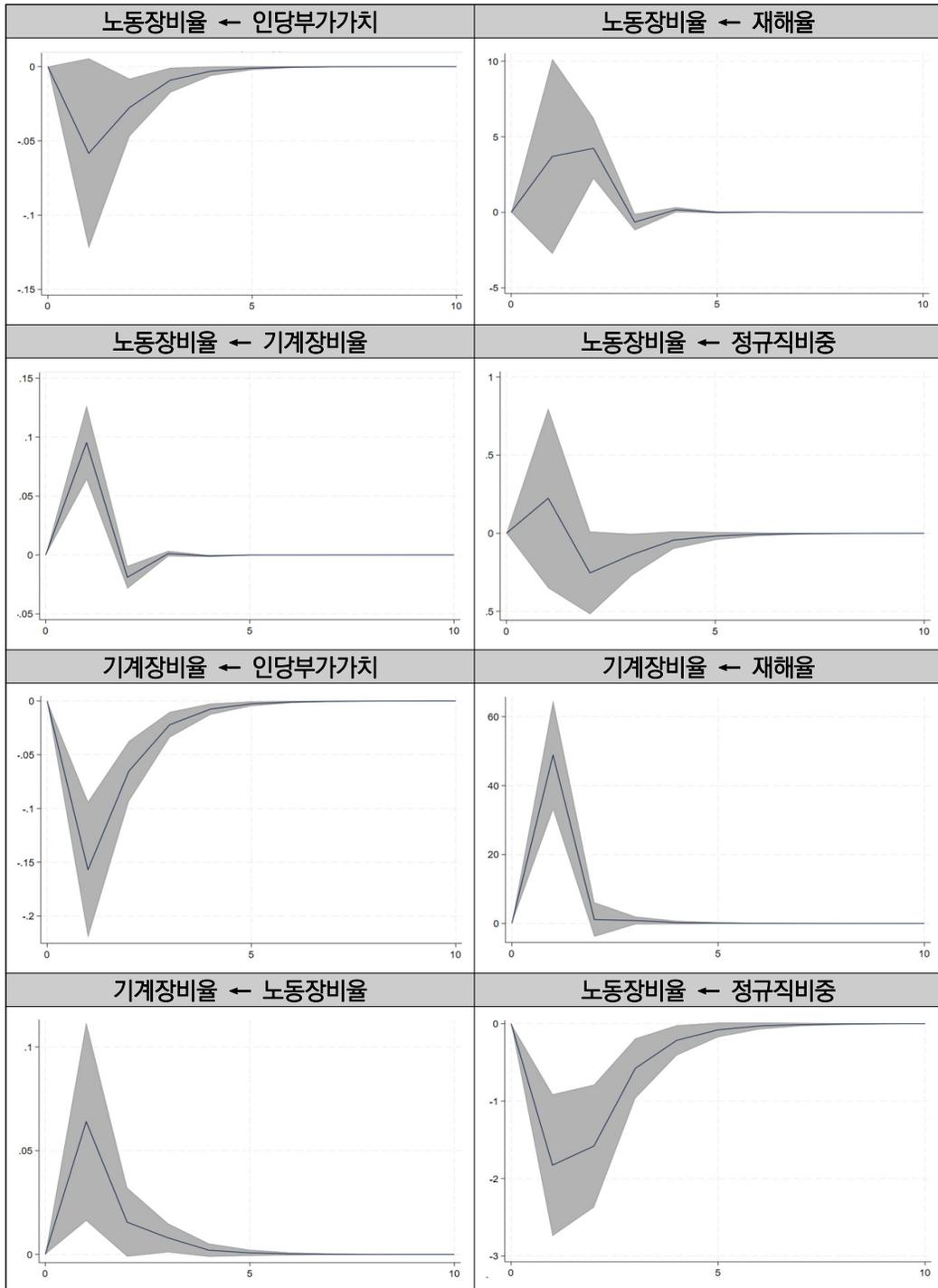


그 밖에 자산구성 특성을 나타내는 기계장비율과 노동장비율, 그리고 일반 특성의 정규직비중을 종속변수로 하는 충격반응함수 도출 결과는 다음 그래프와 표에 제시되어있다.

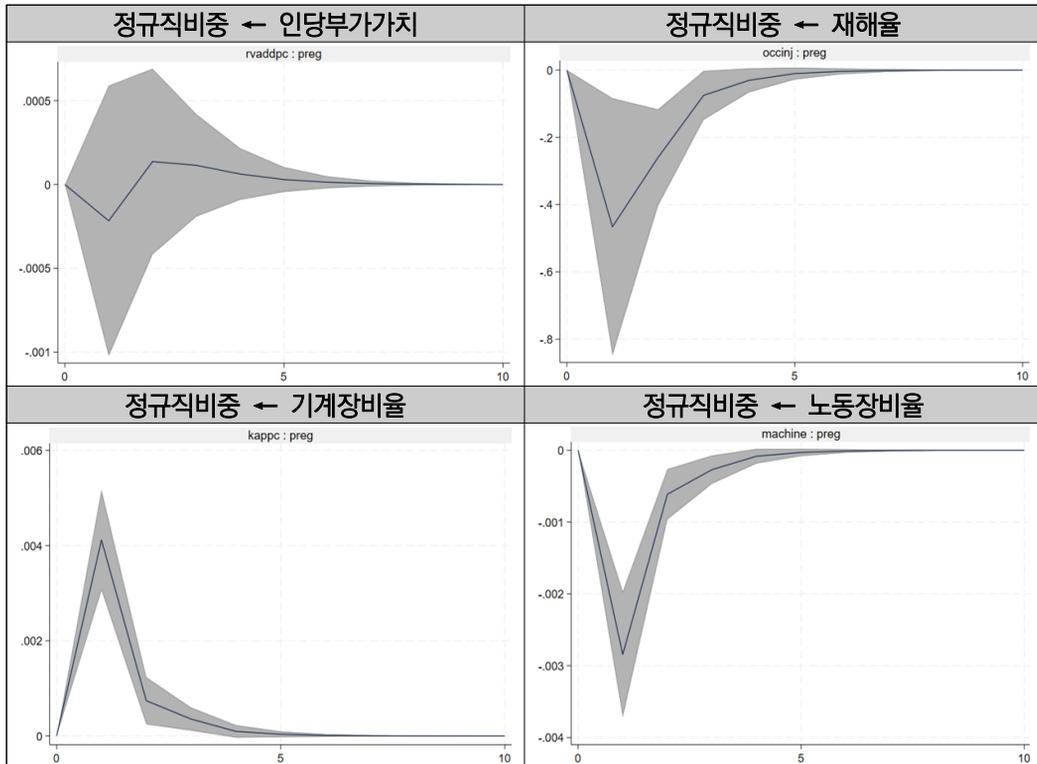
〈표 IV-20〉 직교화된 충격반응함수(기타)

Response	Impulse				
인당부가가치	인당부가가치	재해율	노동장비율	기계장비율	정규직비중
1	-0.1569	48.8802	0.0640	0.0112	-1.8270
2	-0.0653	1.1452	0.0155	-0.0036	-1.5804
3	-0.0221	0.8692	0.0080	-0.0021	-0.5776
4	-0.0076	0.2717	0.0020	-0.0003	-0.2152
5	-0.0026	0.1199	0.0007	-0.0001	-0.0797
6	-0.0009	0.0427	0.0002	0.0000	-0.0296
7	-0.0003	0.0167	0.0001	0.0000	-0.0110
8	-0.0001	0.0062	0.0000	0.0000	-0.0041
9	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	-0.0015
10	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	-0.0006
노동장비율	인당부가가치	재해율	노동장비율	기계장비율	정규직비중
1	-0.0584	3.7027	-0.1310	0.0954	0.2241
2	-0.0275	4.2334	0.0386	-0.0190	-0.2538
3	-0.0091	-0.6489	-0.0010	0.0012	-0.1373
4	-0.0030	0.1714	0.0021	-0.0009	-0.0440
5	-0.0010	-0.0057	0.0002	0.0000	-0.0179
6	-0.0003	0.0117	0.0002	-0.0001	-0.0065
7	-0.0001	0.0022	0.0000	0.0000	-0.0025
8	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	-0.0009
9	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	-0.0003
10	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	-0.0001
정규직비중	인당부가가치	재해율	노동장비율	기계장비율	정규직비중
1	-0.0002	-0.4659	0.0041	-0.0028	0.3183
2	0.0001	-0.2600	0.0007	-0.0006	0.1152
3	0.0001	-0.0753	0.0004	-0.0003	0.0425
4	0.0001	-0.0304	0.0001	-0.0001	0.0155
5	0.0000	-0.0104	0.0000	0.0000	0.0057
6	0.0000	-0.0039	0.0000	0.0000	0.0021
7	0.0000	-0.0014	0.0000	0.0000	0.0008
8	0.0000	-0.0005	0.0000	0.0000	0.0003
9	0.0000	-0.0002	0.0000	0.0000	0.0001
10	0.0000	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000

〈표 IV-21〉 직교화된 충격반응함수 그래프(기타)



〈표 IV-21〉 직교화된 충격반응함수 그래프(기타, 계속)



5) 예측오차 분산분해(Forecasting Error Variance Decomposition)

분산분해(FEVD)는 시계열 데이터에서 각 변수가 전체 예측오차의 어느 정도를 설명하고 있는지를 분석하는데 활용되며, 다시 말하면 반응변수에 대한 충격변수의 기여도를 살펴보는 분석 방법이다. 즉 FEVD는 VAR 모형으로부터 예측오차를 나타내는 공분산행렬을 계산하고, 그로부터 전체 예측오차에서 각 변수의 설명 비중을 백분율로 표현한다.

본 연구의 PVAR 모형에서 노동생산성 변동에 대한 재해율의 설명 비중은 약 0.15%에서 0.17%까지 증가하며, 자본구성 특성을 나타내는 변수들은 각각 약 5%, 정규직 비중은 약 0.1% 수준을 보인다. 재해율 변동에 대한 설명 비중은 노동생산성이 약 0.13~0.15%, 정규직 비중이 약 1% 수준으로 나타난다.

〈표 IV-22〉 예측오차 분산분해 결과

Response	Impulse				
인당부가가치	인당부가가치	재해율	노동장비율	기계장비율	정규직비중
1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.9002	0.0015	0.0481	0.0493	0.0008
3	0.8994	0.0017	0.0480	0.0499	0.0010
4	0.8991	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
5	0.8990	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
6	0.8990	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
7	0.8990	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
8	0.8990	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
9	0.8990	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
10	0.8990	0.0017	0.0482	0.0501	0.0010
재해율	인당부가가치	재해율	기계장비율	노동장비율	정규직비중
1	0.0006	0.9994	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0013	0.9876	0.0005	0.0008	0.0099
3	0.0014	0.9865	0.0005	0.0008	0.0108
4	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
5	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
6	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
7	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
8	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
9	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
10	0.0014	0.9863	0.0005	0.0008	0.0110
기계장비율	인당부가가치	재해율	기계장비율	노동장비율	정규직비중
1	0.0003	0.0019	0.9978	0.0000	0.0000
2	0.0030	0.0092	0.9871	0.0004	0.0003
3	0.0034	0.0092	0.9864	0.0004	0.0005
4	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006
5	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006
6	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006
7	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006
8	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006
9	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006
10	0.0035	0.0092	0.9863	0.0004	0.0006

〈표 IV-22〉 예측오차 분산분해 결과(계속)

Response	Impulse				
노동장비율	인당부가가치	재해율	기계장비율	노동장비율	정규직비중
1	0.0117	0.0131	0.3101	0.6652	0.0000
2	0.0127	0.0126	0.3323	0.6424	0.0000
3	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
4	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
5	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
6	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
7	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
8	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
9	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
10	0.0134	0.0131	0.3322	0.6412	0.0001
정규직비중	인당부가가치	재해율	기계장비율	노동장비율	정규직비중
1	0.0012	0.0131	0.0070	0.0052	0.9736
2	0.0010	0.0221	0.0345	0.0126	0.9298
3	0.0010	0.0245	0.0352	0.0126	0.9267
4	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9263
5	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9262
6	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9262
7	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9262
8	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9262
9	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9262
10	0.0011	0.0247	0.0354	0.0126	0.9262

V. 결론 및 시사점



V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 기존의 재무적 성과 분석이 아닌 장기적인 관점에서 기업의 산업재해가 노동생산성에 미치는 영향을 중점적으로 살펴보고자 하였다. 산재예방정책 수립 시에는 해당 정책의 단기적 실효성 외에도 장기적인 영향을 종합적으로 고려해야 하므로, 본 연구는 기업의 산재 예방 활동으로 인한 재해감소가 산업 생산성에 미치는 영향과 그 파급 경로를 부분적으로 밝히는데 주력하며, 이를 통해 정부와 안전보건공단이 산재예방정책 및 기업의 자발적 산재 예방 노력을 조율하는 데에 기여하고자 하였다. 구체적으로, 제조업 부문의 상장기업을 대상으로 산업재해가 부가가치를 고려한 노동생산성에 미치는 부정적인 영향과 차이, 그리고 파급경로를 실증적으로 확인하고자 하였다. 분석을 위해 제조업 1,009개 상장기업의 8년치 패널 자료를 수집하였으며, 독립변수로는 재해율(%), 사고재해율(%)을, 기업 특성으로는 업력, 종사자 규모, 정규직 비중, 직원 평균 근속년수, 1인당 연구개발비, 1인당 광고선전비, 자기자본비율, 차입금 의존도, 기계장비율, 노동장비율, 외국인 주식보유비중 등을 반영하였다.

산업재해가 노동생산성에 미치는 전반적인 영향을 검토하기 위해 선형 패널 회귀분석을 수행하였으며, 여기에는 합동모형과 고정효과모형, 확률효과모형 등이 적용되었고 제조업체 기술특성에 따른 차이 규명을 위해 한국은행의 분류 기준을 적용한 분석과 종사자 규모에 따른 차이를 고려하는 분석도 수행하였다. 또한 본 연구는 또한 부가가치 노동생산성 수준에 따른 산업재해의 차별적인 영향을 규명하기 위해 패널분위수회귀모형 분석도 수행하였으며, 아울러 8년간의 장기 패널 자료를 기반으로 패널벡터자기회귀모형을 설정하여 산업재해와 노동생산성 간 양방향 인과관계를 밝히고 산업재해 발생이 부가가치 노동생산성에 미치는 장단기 파급효과의 방향과 지속기간 등을 다각적으로 살펴봄으로써 산업재해 예방 정책 수립의 방향성에 대한 근거를 제시하고자 하였다.

먼저 산업재해가 노동생산성에 미치는 영향에 대한 패널분석 결과, 기업의 재해율이 1% 증가할 때 약 383만원의 노동생산성 감소가 관찰되었다. 이는 분석 대상 기업의 평균 노동생산성인 9,827만원의 약 3.9% 수준에 해당한다. 다른 변수들의 영향을 살펴보았을 때, 업력의 증가, 정규직 비중의 증가, 연구개발비 및 자기자본비율의 증가, 그리고 차입금 의존도의 상승은 노동생산성 감소와 연관성을 나타내었다. 또한, 광고선전비, 기계장비율, 노동장비율, 외국인 주식보유율이 높을수록 노동생산성이 증가하는 경향을 나타냈다. 산업재해 관련 변수를 사고재해율로 변경하여 분석한 결과, 여전히 산업재해가 기업의 생산성에 부정적인 영향을 미치고 있는 것으로 확인되었다. 특히, 사고재해만을 고려했을 때 그 영향도는 전체 재해율보다 약간 큰 것으로 나타났으며, 다른 변수들은 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 산업재해가 기업의 노동생산성에 미치는 부정적인 영향이 상당히 중요하며, 산업재해 예방을 위한 정책과 노력이 필요함을 시사하고 있다.

또한 본 연구는 한국은행의 분류기준에 따라 전기 및 전자기기 제조업과 정밀기기 제조업을 포함하는 고위기술산업군, 화학제품 제조업, 기계 및 장비 제조업, 운송장비 제조업을 포함하는 중고위기술산업군, 석탄 및 석유제품 제조업, 비금속광물제품 제조업, 1차 금속제품 제조업, 금속제품 제조업을 포함하는 중저위기술산업군, 그리고 음식료품 및 담배 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업, 목재, 종이, 인쇄 및 복제업, 기타 제조업을 포함하는 저위기술산업군으로 분류하여 실증분석을 수행하였다. 실증분석 결과에 따르면, 산업재해의 증가는 음식료품 및 담배 제조업, 섬유 및 가죽제품 제조업 등을 포함하는 저위기술군과 전기 및 전자기기, 정밀기기 제조업이 속한 고위기술군의 노동생산성에 통계적으로 유의미한 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인했으며 정규직 비중은 기술 수준이 상대적으로 높은 제조업에서 노동생산성에 영향을 미치는 중요한 요인으로 나타났다. 1인당 유형자산을 나타내는 노동장비율은 모든 그룹에서 노동생산성을 증가시키는 요인으로 확인되었으며, 외국인 주식보유율은 중저위 기술군을 제외한 나머지 그룹에서 외국인 주주 비율이 높을수록 노동생산성이

높아지는 것으로 추정되었다.

기업 내 종사자 규모별 분석을 수행하기 위해 분석대상 기업을 50인 미만, 50~100인 미만, 100~300미만, 300~1,000미만, 1,000인 이상으로 구분하여 분석을 실시한 결과 재해율 상승이 노동생산성에 미치는 부정적인 영향은 50인 미만과 50~100인 미만 기업에서 통계적으로 유의미한 영향이 있다고 나타났다. 특히 50인 미만 기업들에는 재해율 1% 증가는 노동생산성을 약 3,138만원 감소시키는 것으로 나타났으며, 50~100인 미만 기업에는 약 325만원 감소시키는 것으로 추정되었는데 50인 미만 기업의 노동생산성이 약 2억원, 50~100인 미만은 약 1억원임을 감안하면 상당한 영향인 것으로 보인다.

한편 산업재해가 기업의 노동생산성에 미치는 영향관계는 노동생산성이 높은 기업들과 낮은 기업들 사이에서 달리 나타날 수 있는데, 사내 영업이익과 부가가치 수준이 높게 나타나는 기업은 그렇지 않은 기업에 비해 생산성에 다른 독립변수들의 영향을 적게 받을 가능성이 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 기업들의 노동생산성 수준에 따른 독립변수들의 차별적인 영향을 살펴보기 위해 패널 분위수회귀모형을 활용하여 분석을 시도하였다. 재해율의 영향을 분석한 결과 재해율이 증가함에 따라 제조기업의 노동생산성이 악화되는 경향이 나타났다. 특히, 노동생산성이 낮은 기업에서는 노동생산성이 높은 기업에 비해 산업재해로 인한 생산성 악화가 더 크게 나타났다. 분위수별 계수추정치에 따르면 낮은 노동생산성에서는 산업재해가 생산성 감소에 미치는 영향이 크게 나타나며, 노동생산성이 높아질수록 이 영향이 줄어드는 경향을 보인다. 이는 노동생산성이 낮은 기업들의 특성으로 설명될 수 있는데, 이들 기업은 작은 규모의 종사자와 낮은 1인당 매출액을 가지고 있어 산업재해로 인한 노동생산성 감소가 크게 나타나는 것으로 해석된다. 업력 증가는 전반적으로 노동생산성을 감소시키지만, 패널 분위수회귀분석 결과에 따르면 노동생산성이 낮은 기업에서는 업력증가가 노동생산성을 향상시키는 경향이 있고, 노동생산성이 높은 기업에서는 업력증가가 노동생산성을 감소시키는 양상을 보였다. 정규직 비중 증가의 경우, 낮은 노동생산성 기업에서는 정규직 증가가 생산성 감소로 이어지지만, 높은

노동생산성 기업에서는 정규직 증가가 노동생산성 향상으로 이어져 고용안정이 높은 기업에서 더 생산성 향상이 더욱 효과적으로 작용함을 밝혔다. 1인당 연구개발비와 광고선전비 분석 결과에 따르면 제품차별화 정도는 노동생산성 수준에 따라 차별적인 영향을 미친다. 분위수 회귀분석에 따르면 낮은 노동생산성에서는 연구개발비 증가가 노동생산성을 감소시키는 효과가 크게 나타났으며, 그 반대로 기업의 노동생산성이 높아질수록 연구개발비 투자에 의한 노동생산성 증가 효과가 나타난다. 특히 광고선전비의 경우, 중위수 부근에 위치한 기업들에게 주로 긍정적인 영향을 미치며, 낮은 노동생산성과 매우 높은 노동생산성 기업에서는 통계적으로 유의미한 영향을 나타내지 않았다. 이러한 결과는 제품차별화 전략이 기업의 노동생산성에 미치는 영향이 기업의 특성과 수준에 따라 다르게 나타날 수 있음을 시사한다. 차입금 의존도, 외인보유율, 노동장비율, 기계장비율 등 기업의 재무건전성 및 자산구성 특성이 노동생산성에 미치는 영향을 분석한 결과, 차입금 의존도가 높아질수록 전반적으로 노동생산성이 감소하고, 외인보유율은 낮은 노동생산성에서 양적 효과가 크게 나타났다. 자본집약도와 기계화는 양(+)의 관계를 갖고, 특히 노동생산성이 높은 기업에서 더 큰 양적 효과를 보였다. 차입금 의존도와 외인보유율은 낮은 노동생산성에서 노동생산성 감소에 큰 영향을 미치며, 자본집약도와 기계화는 상대적으로 높은 노동생산성에서 노동생산성을 증가시키는 효과가 두드러졌다. 이러한 결과는 기업의 재무 및 자산 구성이 노동생산성에 미치는 영향이 노동생산성 수준과 관련이 있음을 나타낸다.

아울러 본 연구에서는 산업재해와 노동생산성 간 양방향 인과관계와 장·단기 파급효과를 측정하기 위해 추가적인 분석을 수행하였다. 재해 발생과 더불어 정규직비중, 기계장비율, 노동장비율 등 변화는 기업의 노동생산성(1인당 부가가치) 증감에 유의미한 영향을 미치며, 노동생산성의 향상은 다시 산업재해나 정규직비중, 기계 및 노동장비율 등에 다시 영향을 주는 양방향 인과를 가질 수 있다. 본 연구에서는 2015년~2022년까지 8개년도, 1,009개 제조업 기업을 대상으로 하는 패널 VAR 모형을 설정하였고, 노동생산성(인당부가가치)과

재해율, 설비구성특성인 기계장비율과 노동장비율, 일반특성인 정규직 비중을 포함하여 분석을 시도하였다. 분석 결과 노동생산성에 대해서는 노동생산성과 기계장비율, 그리고 정규직비중의 1시차변수가 양(+)의 영향을, 재해율과 노동장비율은 음(-)의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 한편 재해율이 종속변수로 설정된 모형에서 노동생산성 증가와 정규직비중의 증가, 그리고 자본집약도(노동장비율)의 상승은 재해율을 감소시키는 영향으로, 기계장치 비중의 증가는 재해율을 증가시키는 요인으로 나타나 선행연구와 유사한 결과를 보였다.

재해율에 대한 1 표준편차 충격은 1시차에 노동생산성을 약 427만원 감소시키거나, 재해발생 이후 물적·인적 자원 및 손실된 생산물에 대한 복구 노력 등 회복탄력성으로 인해 2시차에 노동생산성은 약 330만원 증가하고, 등락을 거쳐 4시차 이후에는 0으로 수렴하는 모습을 보인다. 이로 미루어볼 때 산업재해 발생이 기업의 노동생산성을 단기간에 감소시키는 것은 분명해 보이나, 기업 스스로 생산성 회복 노력이 수반되어 재해 발생 후 1~2년 내에는 정상상태에 도달하는데, 재해 증가로 인한 생산성 손실을 회복하기 위해서는 상당한 시간이 걸리는 것으로 나타났다. 기계장비율과 정규직 비중에 대한 충격은 노동생산성에 양(+)의 영향을 미치며 타 변수들에 비해 파급효과의 지속기간이 길게 나타나는데, 그 이유는 생산에 직접적으로 영향을 미치는 물적(기계장치) 및 인적(정규직 인력) 자본이 확충되었기 때문으로 판단된다. 재해율에 대한 영향에서 노동생산성에 대한 1표준편차 충격은 단기에 산업재해 감소 영향을 미치며, 파급효과의 크기가 점차 감소하며 약 2~3년 지속 후 0으로 수렴하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 노동생산성 증가가 기업의 실적 개선, 임금 및 복지수준 증가, 근로환경 개선 등 직·간접적으로 산업재해 감소에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하며, 정규직비중에 대한 충격 역시 노동생산성 충격과 유사한 결과를 보였는데, 이 또한 고용안정성 증대가 산업재해를 감소시킬 수 있음을 시사하는 결과이다. 또한 자본집약도(노동장비율) 증가 충격은 노동생산성에 비해서는 비교적 단기간에 산업재해를 감소시키는 영향을 미치지만, 그 파급효과의 크기는 노동생산성에 비해 크게 나타나며, 기계장비율 확대 충격이 산업재해 증가에

미치는 파급기간은 약 3~4년 정도 지속되는 것으로 나타났다.

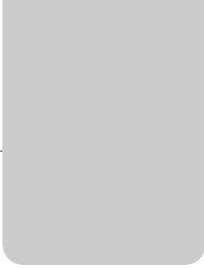
산업재해와 기업의 생산성 사이의 관계를 연구한 과거 선행연구들에서 연구방법으로 주로 소수의 기업 표본을 대상으로 설문조사, 사례조사, 근로자 대상 인터뷰 등을 활용했다는 점과, 기업의 생산성보다는 직접적인 생산량이나 재무적 실적과의 관계를 주로 연구했다는 점에서 본 연구는 그간의 선행연구들과 명확한 차별점을 갖는다. 특히 본 연구는 1,009개 제조기업의 8년치 공시자료와 안전보건공단에서 제공하는 산업재해 이력을 활용했다는 점에서 연구 자료의 대표성을 더욱 확보하고자 하였고, 기술수준이나 종사자 규모, 생산성 수준에 따른 차별적인 영향을 살펴보고자 하는 등 산업재해와 생산성을 바라보는 연구의 관점을 더욱 확장하고자 하였다. 또한 장기패널이라는 자료의 특성을 활용하여 산업재해와 생산성이 갖는 양방향 인과관계와 중장기 파급효과를 살펴보기 위해 재해발생에 따른 생산성 변화의 동태적 양상과 파급 기간의 지속력 및 영향력을 분석하여 중장기 정책판단의 근거자료를 마련하였다는 점에서 학술적 기여도를 갖는다고 할 수 있겠다. 본 연구진은 이와 같은 연구 결과들이 앞으로 기업의 자발적 자기규율예방체계 구축의 유인으로 작용하고 산업재해로 인한 노동생산성 감소 영향 취약그룹에 대한 정책투입의 근거 및 기초자료로 활용될 것이라 기대한다. 다만, 본 연구에서는 기업에서 발생하는 산업재해라는 1차적 원인이 기업의 노동생산성이라는 최종 결과에 미치는 영향을 단적으로 살펴보았을 뿐, 본 연구의 결과로 산업재해가 어떠한 파급 경로를 거쳐 생산성 감소라는 결과에 도달하였는지를 설명하기에는 여전히 부족함이 남는다. 따라서 향후에는 기업 내에서 발생하는 산업재해가 생산이나 조직, 기업문화, 근로자의 인식이나 경영자의 태도 등에 미치는 영향을 더욱 면밀히 검토하여 산업재해가 노동생산성 감소에 미치는 구체적인 파급경로를 명확히 하는 연구들이 추가적으로 필요할 것이다. 또한 본 연구에서는 낮은 노동생산성과 기술수준, 종사자 규모 등을 갖는 기업들에서 산업재해에 의한 노동생산성 감소가 크다는 영향을 밝힌 바, 향후에는 이들 기업들이 어떤 이유에 기인하여 노동생산성 감소에 취약한지를 추가적으로 밝힐 필요가 있을 것이다.

참고문헌

- 김예원(2019), “근로시간 단축이 개별 기업의 고용과 노동생산성에 미치는 영향”, 서울대학교 석사학위논문
- 민인식, & 최필선. (2012). STATA 고급 패널데이터 분석 (Advanced Panel Data Analysis).(주) 지필미디어.
- 박선영, 김명준, 이창훈(2019), 산업재해가 기업 성장, 수익성 등 재무제표에 미치는 영향 분석, 산업안전보건연구원 연구보고서
- 박선영, 김명중(2022), 건설업 산업재해 발생의 경기적 요인 분석 연구, 한국안전학회지, 37(6), 32-39.
- 박선영·조윤호·김경우·장유리·우수경·구자은·김형문·심충진. 기업의 안전보건 비용·투자 및 재무상태와 산업안전보건과의 연관성 분석, 산업안전보건연구원 연구보고서. 2017
- 박승록. (2020). STATA 를 이용한 응용계량경제학. 박영사.
- 이동렬, 이종한, 최종일(2016), 규제가 노동생산성에 미치는 영향:한국의 산업 패널 자료를 이용한 실증분석, 한국은행 워킹페이퍼 2015-9.
- 이승환, 채일병, 강경식.(2000). 산업안전교육을 통한 기업의 생산성 향상에 관한 연구.대한안전경영과학회 학술대회, pp7-11.
- 이재희, 임진석, 박진백. (2021). 산업재해 발생이 산업 생산성에 미치는 효과. 한국안전학회지(구 산업안전학회지), 36(1), 50-55.
- Abrigo, M. R., & Love, I. (2016). Estimation of panel vector autoregression in Stata. The Stata Journal, 16(3), 778-804.
- Aher, D. N., Dhole, V., Chinchwad, P., & Kondhwa, P. Impact of Industrial Accidents on Employees Behaviour and productivity. PIMT, 134.

- Argilés-Bosch, J. M., Martí, J., Monllau, T., Garcia-Blandón, J., & Urgell, T. (2014). Empirical analysis of the incidence of accidents in the workplace on firms' financial performance. *Safety science*, 70, 123-132.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1), 239-253.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety science*, 47(7), 980-991.
- Gilding, P., Humphries, R., & Hogarth, M. (2002). Safe companies: A practical path for" operationalizing" sustainability. Ecos Corporation.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Hamilton, J. D., & Susmel, R. (1994). Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime. *Journal of econometrics*, 64(1-2), 307-333.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1251-1271.
- Hayakawa, K. (2007). A Simple Efficient Instrumental Variable Estimator. *Review of Economic Studies*, 58, 277-297.
- Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 33-50.
- Koenker, R. (2004). Quantile regression for longitudinal data. *Journal of multivariate analysis*, 91(1), 74-89.

- Lancaster, T. (2000). The incidental parameter problem since 1948. *Journal of econometrics*, 95(2), 391-413.
- Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media.
- Maudgalya, T., Genaidy, A., & Shell, R. (2008). Productivity-quality-costs-safety: A sustained approach to competitive advantage—a systematic review of the national safety council's case studies in safety and productivity. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 18(2), 152-179.
- Neyman, J., & Scott, E. L. (1948). Consistent estimates based on partially consistent observations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-32.
- Park, S., & Kim, M. J. (2023). Corporate characteristics and occupational injuries by industry. *Safety and health at work*, 14(3), 259-266.
- Wijesooriya, W. A. D. W. R., & Tennakoon, W. D. N. S. M. (2021). THE EFFECT OF INDUSTRIAL ACCIDENTS ON EMPLOYEE PERFORMANCE: A CASE OF MANUFACTURING INDUSTRIES. World Health Organization. (2021). WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000-2016: global monitoring report.



Abstract

An Effect of Occupational Injuries on Value-Added Productivity of Labor in Manufacturing Industry

Objectives : The human casualties caused by occupational injuries can lead to short-term production decline due to interruptions in production and labor losses. Additionally, they can act as a long-term factor adversely affecting the productivity of companies and industries through human, technological, and environmental impact pathways. While research has been conducted on the impact of recent occupational injuries on the financial performance of companies, such as sales and operating profits, and on overall production decline in the industry, there is a lack of studies analyzing the impact on productivity considering added value from a long-term perspective.

In the process of formulating national policies for industrial accident prevention, it is essential to comprehensively consider not only the short-term effectiveness of these policies but also their long-term effects, including contributions to productivity enhancement in the industry and economic growth. Therefore, this study aims to empirically confirm the (negative) impact and propagation pathways of occupational injuries on labor productivity considering added value, focusing on listed companies in the manufacturing sector. The goal is to secure the

foundation for policy decisions, such as improving workplace support methods for accident prevention and assessing indirect benefits.

Method : To examine the impact of occupational injuries on added value labor productivity, data were collected for 1,009 companies over an 8-year period. The independent variable, occupational injuries, considered both the accident rate (%) and injury accident rate (%). Company characteristics included in the analysis were business tenure (years), dummy variables for workforce size (1 if below 50, 100, 300, or 1,000 employees, and 0 otherwise), the proportion of regular employees (%), average employee tenure (years), R&D expenditure per capita (million won), advertising and promotional expenses per capita (million won), equity ratio (%), dependence on borrowed funds (%), machinery and equipment ratio (million won), labor equipment ratio (million won), and the proportion of foreign ownership of stocks (%).

Linear panel regression analyses were conducted using Pooled OLS, Fixed Effect Model, and Random Effect Model. Additionally, the study examined differences in occupational injuries based on the Bank of Korea's classification criteria for manufacturing technology groups (high, medium-high, medium-low, low) and workforce size categories (below 50, 50-100, 100-300, 300-1,000, and over 1,000 employees). Further analysis was performed using panel quantile regression models to elucidate the differential impact of occupational injuries on added value labor productivity levels across companies.

Furthermore, a panel vector autoregressive model was set up, and impulse response functions and variance decomposition were applied to closely investigate the bidirectional causality between occupational

injuries and labor productivity. The study aimed to examine the direction and duration of the short- and long-term ripple effects of occupational injuries on added value labor productivity.

Results

Analysis of the Impact of occupational injuries on Added Value Labor Productivity: An increase of 1% in the accident rate was analyzed to decrease labor productivity by approximately 3.83 million won. This corresponds to around 3.9% of the average value added per person, which is 98.27 million won, for the analyzed companies. Labor productivity decreases with larger business scale, higher proportion of regular employees, higher research and development expenses, higher equity ratio, and higher dependence on borrowed funds. Additionally, higher advertising and promotion expenses, machinery ratio, labor equipment ratio, and foreign stock ownership were estimated to be associated with higher labor productivity.

Analysis Based on Technological Differences in the Manufacturing Industry: The increase in occupational injuries statistically significantly negatively affected labor productivity in the low-technology group, including food and tobacco manufacturing and textile and leather product manufacturing. On the other hand, it had a negative impact on high-technology groups, including electrical and electronic equipment and precision machinery manufacturing. The proportion of regular employees was interpreted as a significant factor influencing labor productivity in manufacturing industries with relatively high technological levels. Moreover, labor equipment ratio, representing per capita tangible assets, was identified as a factor increasing labor productivity in all

groups, and foreign stock ownership was estimated to contribute to higher labor productivity, excluding the mid-low technology group.

Analysis Based on Differences in Workforce Size: The negative impact of an increase in accident rates on labor productivity was statistically significant for companies with fewer than 50 employees and those with 50 to fewer than 100 employees. Particularly, for companies with fewer than 50 employees, a 1% increase in accident rates was found to decrease labor productivity by approximately 31.38 million won. This impact was considered significant, especially when compared to the labor productivity of less than 200 million won for companies with fewer than 50 employees and around 100 million won for those with 50 to fewer than 100 employees.

Analysis Based on the Level of Labor Productivity in Companies: As the accident rate increased, there was a tendency for labor productivity in manufacturing companies to deteriorate. This effect was more pronounced in companies with low labor productivity compared to those with high labor productivity. While overall business scale increase tended to decrease labor productivity, in companies with low labor productivity, an increase in business scale had a tendency to improve productivity, whereas high-productivity companies showed a decreasing trend. Especially, an increase in operating period had a larger positive effect on labor productivity in companies with low productivity. An increase in the proportion of regular employees led to a decrease in productivity in low-productivity companies, while in high-productivity companies, it resulted in improved productivity. The impact of an increase in research and development expenses was significant in low labor productivity companies, whereas in high labor productivity

companies, there was a positive effect on productivity. Advertising and promotion expenses mainly had a positive impact on companies near the median, showing no statistically significant impact on companies with very low or very high labor productivity. The analysis of the impact of financial soundness and asset composition characteristics such as dependence on borrowed funds, foreign ownership ratio, labor equipment ratio, and machinery ratio on labor productivity revealed that an increase in dependence on borrowed funds generally led to a decrease in labor productivity. Foreign ownership ratio showed a significant positive effect in low labor productivity companies. Capital intensity and mechanization had a positive relationship, especially in companies with high labor productivity, showing a larger positive effect.

Bidirectional Causality and Short-Term and Long-Term Ripple Effects between occupational injuries and Labor Productivity: In a model where labor productivity was set as the dependent variable, it was observed that labor productivity, machinery ratio, and the first-order variable of the proportion of regular employees had a positive effect, while accident rate and labor equipment ratio had a negative effect. In the model where accident rate was set as the dependent variable, an increase in labor productivity, an increase in the proportion of regular employees, and an increase in capital intensity (labor equipment ratio) were identified as factors decreasing the accident rate, while an increase in the machinery ratio was found to be a factor increasing the accident rate. A 1-standard deviation shock to the accident rate was estimated to decrease labor productivity by approximately 4.27 million won in the short term. However, due to recovery resilience such as efforts to recover physical and human resources and losses in

production after the occurrence of occupational injuries, labor productivity increased by approximately 3.3 million won in the second period, and after fluctuation, it converged to zero after the fourth period. It was confirmed that, with the company's own efforts for productivity recovery, within 1 to 2 years after the accident, productivity reached a normal state, and a certain portion of productivity loss was restored, avoiding permanent loss of labor productivity. Shocks to machinery ratio and the proportion of regular employees had a positive impact on labor productivity and had a longer duration of ripple effects compared to other variables. This was attributed to the direct influence of the capital (machinery) and human (regular employees) capital that directly affects production. The impact of an increase in the accident rate on labor productivity in the short term indicated a decrease in occupational injuries, with the size of the ripple effects gradually decreasing, converging to zero after approximately 2 to 3 years. This implies that an increase in labor productivity can have positive effects on occupational injuries, such as improving company performance, increasing wages and welfare levels, and enhancing working conditions. The shock of an increase in the proportion of regular employees had a positive impact on increasing labor productivity, confirming that increased employment stability can reduce occupational injuries. The increase in capital intensity (labor equipment ratio) had a short-term effect in reducing occupational injuries compared to labor productivity, but the size of the ripple effects was larger than that of labor productivity, and the period of ripple effects due to an increase in machinery ratio affecting an increase in occupational injuries was approximately 3 to 4 years.

Conclusion : In contrast to previous studies, which primarily focused on small samples of companies using surveys, case studies, and interviews with workers, and predominantly explored relationships with production volume or financial performance rather than productivity, this study distinguishes itself in several aspects. Specifically, it stands out by utilizing a dataset comprising 8 years of disclosed information from 1,009 manufacturing companies and industrial accident records provided by the Korea Occupational Safety and Health Agency. This approach not only enhances the representativeness of the research data but also broadens the perspective of the study by examining the distinct impacts based on technological levels, workforce size, and productivity levels. Furthermore, the study contributes academically by analyzing the bidirectional causal relationship between occupational injuries and productivity, along with examining the medium to long-term ripple effects. By dynamically analyzing the changes in productivity following occupational injuries and assessing the sustainability and impact of these effects over time, the study provides foundational data for medium to long-term policy decisions. We anticipate that the research findings will serve as incentives for companies to voluntarily establish self-regulating preventive systems and be utilized as a basis for policy interventions targeting vulnerable groups affected by the decline in labor productivity due to occupational injuries. However, it is acknowledged that the study results may still lack a comprehensive explanation of the pathways through which occupational injuries lead to a decrease in productivity. Future research endeavors will delve more meticulously into the impact of occupational injuries on production, organizational dynamics, corporate culture,

worker perceptions, and managerial attitudes to clearly elucidate the specific causal pathways influencing the decline in labor productivity. Additionally, there is a need for further investigation into the reasons why these companies are particularly susceptible to a decrease in labor productivity

Key words : occupational injuries, labor productivity, value added, manufacturing industry, panel regression analysis

연구진

연 구 기 관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 박선영 (연구위원, 안전보건정책연구실)

연 구 원 : 김명중 (연구위원, 안전보건정책연구실)

연구기간

2023. 2. 20. ~ 2023. 11. 30.

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

산업재해가 제조업 생산성에 미치는 영향 분석
(2023-산업안전보건연구원-729)

발행일 : 2023년 11월 30일

발행인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 산업안전보건연구원 연구위원 박선영

발행처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전화 : 052-703-0824

팩스 : 052-703-0332

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 979-11-93642-26-9

공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체