

직무노출추정(Job-Exposure Matrix)을 위한 데이터 표준화(II)

연구기간 2022년 5월 ~ 2022년 11월

핵심단어 직무노출추정, 작업환경측정, 특수건강진단, 표준공정, 표준직종

Highlights 작업환경측정 및 특수건강진단 자료를 연계 활용하기 위하여 2021년도(1차년) 연구 결과에 기초하여 표준공정 및 표준직종 코드를 보완 개발하고 과거 축적된 측정/특검 자료에 적용하여 직무노출매트릭스를 시범적으로 구축하였다.

1

연구배경

- 우리나라는 산업안전보건법에 의해 노출감시체계로서 작업환경측정과 건강감시체계로서 특수건강진단 제도를 실시하고 있음
 - 2002년부터 매년 수십만 건의 노출평가 결과들이 전산으로 입력되어 DB로 축적되고 있음
- 하지만 입력된 측정, 특검의 주요 노출변수(산업, 공정, 직종) 정보의 입력 정확도가 낮고 측정/특검 값 연계성도 낮다는 문제가 있어 적절하게 활용되지 못하고 있음
- 이에 본 연구에서는 2021년도(1차년) 연구 결과에 기초하여 표준공정 및 표준직종 코드를 보완 개발하고 과거 축적된 측정/특검 자료에 적용하여 직무노출매트릭스(Job-Exposure Matrix, JEM)를 시범 구축하고자 함

2

주요연구내용

연구결과

- 표준코드 보완
 - 1차년도 연구결과를 보완하기 위해 건설업 관련 공정과 직종을 추가하여 68개의 표준공정코드가 82개의 표준직종으로 2차 표준화하였고, 측정/특검 18개 기관의 전문가에게 K2B 시스템에서 각 표준코드 관련 색인어 DB를 검색하여 적절한 표준공정과 표준직종을 잘 찾을 수 있는지 시범평가를 실시하였음
 - 시범평가 결과 특검기관의 경우 기존 표준공정 코드로 입력했을 경우 '기타(45027)' 입력 수가 54%였던 것과 비교하여 신규 표준공정 코드의 기타 입력 비율은 37.7% 포인

트 감소하였고, 기존 코드보다 유사공정/직종별 재분류 되고 관련 색인어 DB로부터 연관 검색되어 보다 쉽게 적절한 표준코드 입력이 가능하다는 평가를 받았음

- 이후 시범평가에 의해 제시된 개선 의견을 고려하여 3차 표준화하여 최종 70개의 표준 공정과 82개의 표준직종 코드를 개발하고 관련 연관 색인어를 핵심 색인어와 추가 색인어 형태로 DB를 구축하였음
- 시범평가를 통해 측정/특검 기관에서 표준코드를 쉽게 선택하기 위해서는 각 표준코드에 대한 설명과 검색에 대한 교육 자료 필요성이 제기되었고, 이에 최종 구축한 표준코드를 보다 쉽게 측정/특검 기관 종사자들이 검색할 수 있게 하기 위해 R Shiny 프로그램을 이용하여 표준코드 검색기(SCF)를 개발하였음(https://kscf.shinyapps.io/scf_app/)

○ 과거 측정/특검 자료를 활용한 직업 기반 JEM 구축

- 2019년부터 2021년까지 납과 용접흡에 대해서 측정과 특검을 동시에 실시한 작업자의 자료만을 추출하여 특검 자료에 기입되어 있는 표준직종코드와 측정자료에 있는 노출농도 자료를 연계하여 구축하였음
- 측정과 특검이 매칭된 자료 중 혈중 납 농도와 기중 납 농도 사이의 상관성을 분석한 결과 기중 납과 혈중 납과의 상관계수가 0.7 이상으로 높게 나와 특수건강진단의 직업 변수를 이용하여 작업환경측정자료를 연계한 직업 기반노출매트릭스는 유용한 노출 자료원으로 추후 활용 가능할 것으로 보이나, 측정과 특검을 모두 실시한 자료와 매칭되지 않은 자료 사이에 산업 분포와 농도 수준의 차이가 있기 때문에 산업별 노출수준을 파악하기 위해서는 측정/특검의 모든 자료를 활용한 JEM을 구축하는 것이 요구됨

○ 과거 측정 자료를 활용한 연도별 농도 추이 분석

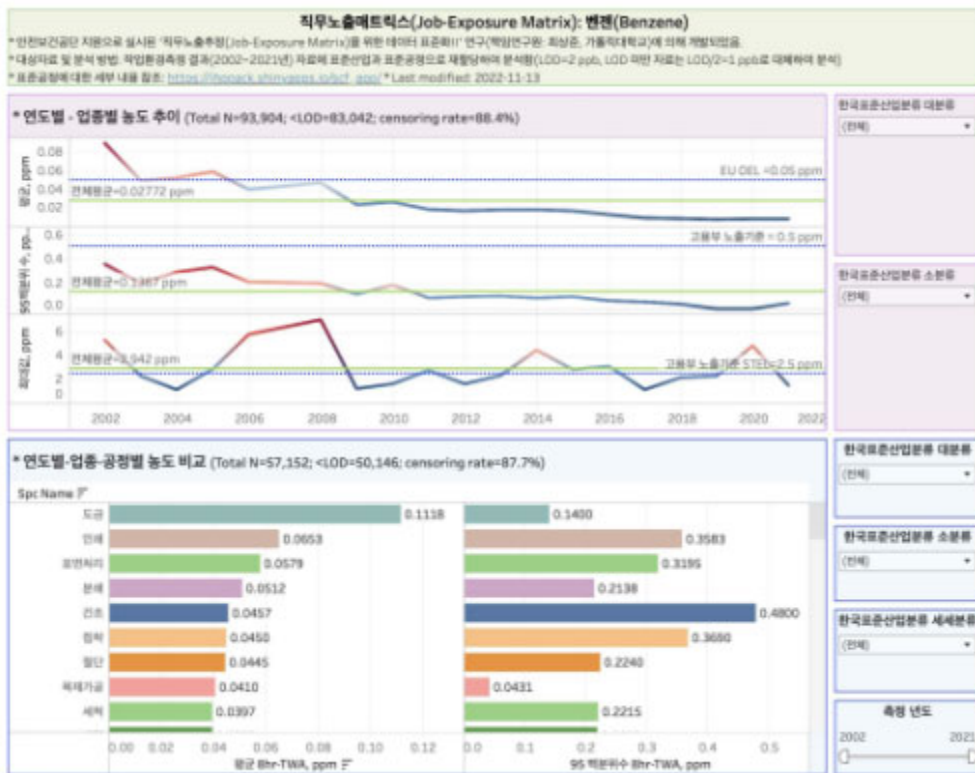
- 납, 벤젠, 톨루엔에 대해 2002년부터 2021년까지 안전보건공단에 보관되어 있는 작업 환경측정자료와 2002년도 이전 노출수준을 파악할 수 있는 가용 자료(세브란스병원 보관자료, 문헌 자료 등)를 활용하여 temporal trend를 분석한 결과, 납 노출량은 1994년을 기준으로 연도에 따라 -6% 정도, 벤젠 노출량은 로그 변환한 값이 연도에 따라 -6% 정도 감소한 것으로 확인되었고, 톨루엔의 감소폭은 -7% 정도였음

○ 과거 측정 자료에 표준공정을 자동할당하여 산업-공정 JEM 구축

- 납, 벤젠, 톨루엔의 2002년부터 2021년까지의 측정자료에 대해 최종 개발된 표준공정 70개 코드의 색인어 DB와 측정자료에 기입되어 있는 부서명, 단위작업장소명의 정보와의 일치 정도를 비교하여 표준공정을 자동 할당하여 연도별 산업-공정 JEM을 시범 구축하였음
- 표준공정의 자동할당 결과 전체 대상 자료 중 납은 59%(261,926건), 벤젠은

61%(57,152건), 톨루엔 72%(757,803건)가 단일 표준공정으로 할당이 가능하였고 이 자료들을 활용하여 태블로 시각화 프로그램을 이용해 연도별 산업-공정별 노출수준을 확인할 수 있는 JEM을 구축할 수 있었음

- 최종 JEM 구축 결과는 태블로 시각화 프로그램을 활용하여 다음과 같은 대시보드 형태로 구현하였음
 - 납: https://public.tableau.com/app/profile/junilane/viz/LeadJEM_WEMD/LeadJEM
 - 벤젠: https://public.tableau.com/app/profile/junilane/viz/BenJEM_WEMD/BenJEM
 - 톨루엔: https://public.tableau.com/app/profile/junilane/viz/TolJEM_WEMD/TolJEM



〈벤젠 측정자료(2002~2021)를 이용하여 구현한 JEM〉

시사점

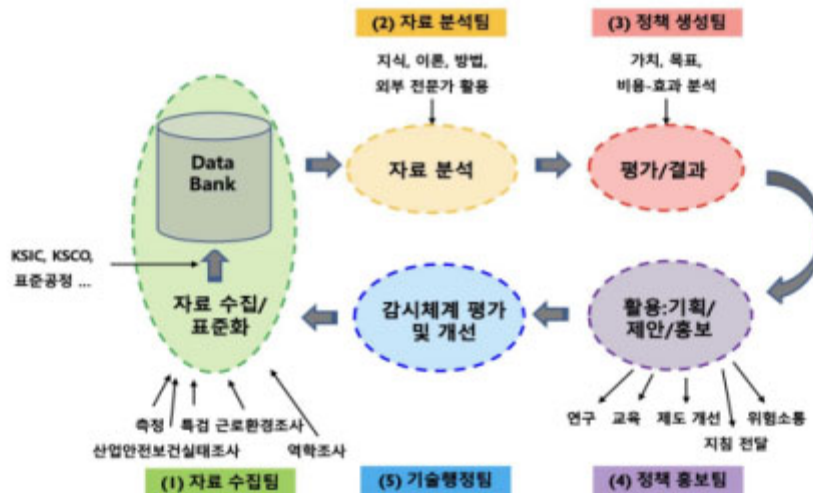
- 안전보건공단에 축적되어 있는 측정 자료를 이용하여 산업뿐만 아니라 표준공정을 자동 할당 함으로써 보다 구체적인 노출 정보를 확인할 수 있음이 확인되었고, 향후 다른 측정 대상 물질에 대해서도 적용한다면 정량적 측정 자료를 기반으로 보다 많은 유해인자의 과거 노출수준을 파악할 수 있음
- 본 연구에서 현재의 측정/특검 정보가 갖고 있는 여러 가지 정보의 제한적 특성이 있지만 과거 20년간 축적되어 있는 약 190여종의 유해인자에 대한 방대한 노출 자료를 표준코드를 이용하여 JEM을 구축하고 활용할 수 있는 가능성을 확인하였음

3

연구활용방안

제언

- 동일한 산업, 직종, 공정이라고 해도 환기설비나 작업장의 밀폐 정도, 작업량 등 여러 가지 작업조건에 따라 노출수준은 영향을 받기 때문에 표준산업, 직종, 공정만의 정보를 가지고 JEM을 구축할 경우 구체적인 노출 상황과 연계된 노출수준 평가에는 한계가 있음
 - 향후 좀 더 유용한 노출감시체계를 구축하기 위해서는 이러한 구체적인 노출상황을 파악할 수 있는 정보가 체계적으로 수집될 수 있도록 측정/특검 정보 수집 가이드가 필요하며, 측정의 경우 산업안전보건법에서 규정하고 있는 보고양식의 항목 개선이 필요함
- 측정, 특검 자료를 포함하여 각종 안전보건 자료가 수집되고 있는 안전보건공단에 보다 전문적이고 체계적인 안전보건 자료를 관리할 수 있는 시스템 구축이 필요하다고 판단됨
 - 이는 자료수집 단계에서부터 수집된 자료의 클리닝과 각종 변수의 표준화가 필요하고, 이후 자료를 분석하고 분석결과를 활용한 정책 수립 및 평가에 활용될 수 있도록 자료를 활용하는 과정까지 일련의 시스템이 구축될 필요가 있음



〈안전보건 정보 관리 시스템 구축(안)〉

활용방안

- 개발된 70개 표준공정과 82개 표준직종 및 각 색인어 DB를 K2B 전산 입력 시스템에 활용하여 향후 표준공정 및 표준직종의 입력 정확도를 향상 시킬 수 있음
- R Shiny 프로그램을 이용하여 개발한 표준코드 검색기(SCF)는 표준공정 선택을 어려워 하는 특검기관 종사자뿐만 아니라 각 사업장의 보건관리자, 산재보상 관련 담당자, 역학 연구자들에게도 활용도가 높을 것으로 기대됨
- 표준공정과 표준직종 및 색인어 DB를 과거 자료에 활용하여 JEM을 구축하여 과거 노출 수준을 추정하는데 활용할 수 있을 것으로 기대됨

연락처

- 연구책임자: 가톨릭대학교 최상준 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 서희경
- 연락처: 052-703-0872
- e-mail: class22@kosha.or.kr