

## 농약물질 중 살충제 관련 농업 종사자들의 직무 -노출 매트릭스 구축을 위한 기초 자료 조사 연구 (Ⅱ) : 채소류

김기연<sup>1</sup> · 조만수<sup>2</sup> · 임병서<sup>3</sup> · 이상길<sup>4</sup> · 강동묵<sup>5</sup> · 김종은<sup>5,\*</sup>

<sup>1</sup>부산가톨릭대학교 산업보건학과, <sup>2</sup>일본 미에대학교 공생환경학과,  
<sup>3</sup>충북대학교 환경공학과, <sup>4</sup>산업안전보건연구원, <sup>5</sup>양산부산대학교병원 직업환경의학과

## Fundamental Research for Establishing Job-Exposure Matrix (JEM) of Farmer Related to Insecticide of Pesticide (Ⅱ) : Vegetable

Ki-Youn Kim<sup>1</sup> · Man-Su Cho<sup>2</sup> · Byung-Seo Lim<sup>3</sup> · Sang-Gil Lee<sup>4</sup> · Dong-Mug Knag<sup>5</sup> · Jong-Eun Kim<sup>5,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

<sup>2</sup>Department of Environment Oriented Information and System Engineering,  
Graduate School of Bioresources, Mie University, Japan

<sup>3</sup>Department of Environmental Engineering, Chungbuk National University

<sup>4</sup>Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency

<sup>5</sup>Pusan National University Yangsan Hospital, Department of Occupational and Environmental Medicine

### ABSTRACT

**Objectives:** The main objective of this study is to investigate domestic usage amount of insecticide for vegetable cultivation to provide fundamental data for establishing job-exposure matrix(JEM) related to farmers treating agricultural insecticide.

**Materials and Methods:** The survey on domestic usage amount of insecticide for vegetable cultivation was conducted by two research methods. The first method is to utilize agricultural pesticides published annually from Korea Crop Protection Association(KCPA). The second method is to apply cultivation area of vegetable announced officially from Statistics Korea(SK). An estimation of domestic usage amount of insecticide for vegetable cultivation through the second method was done by multiplying total cultivation area of vegetable( $\text{m}^2$ ) with optimal spray amount of insecticide for vegetable cultivation per unit cultivation area of vegetable ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

**Results:** As a result of analysis of public data related to insecticide for vegetable cultivation, it was found that its domestic usage amount has decreased gradually from the first sale year(1969) to current year(2012). There is, however, a considerable difference of annual usage trend of insecticide for vegetable cultivation between shipments and estimation. The annual usage trends of insecticide for vegetable cultivation based on regional classification were different from those based on total aspect.

**Conclusions:** The region which used insecticide for vegetable cultivation the most in Korea was Jeolla-do, followed by Gyeongsang-do, Chungcheong-do, Seoul/Gyeonggi-do, Gangwon-do and Jeju-do. Substantially, mean ratio of usage amounts of insecticide based on shipments and those based on estimation by cultivation area was  $281 \pm 115\%$ , which indicates that usage amounts of insecticide estimated by cultivation area are three times lower than those based on shipments.

**Key words :** Insecticide usage statistics, Pesticide, Vegetable cultivation, Job exposure matrix

### I. 서 론

농약 노출과 건강 질환과의 연관성에 대한 명확한

입증이 요구되기 때문에 오래전부터 직업적 역학 조사를 위해 농약 노출량을 추정하기 위한 연구들이 진행되어 왔다. 농약 노출 평가를 위한 접근 방안으

\*Corresponding author: Jong-Eun Kim Tel: 82-55-360-1281, Fax: 82-55-360-3779, E-mail: kim-jongeun@hanmail.net  
Pusan National University Yangsan Hospital, Department of Occupational and Environmental Medicine, 20 Geumo-ro, Yangsan-si, Gyeongsangnam-do 626-770

Received: August 14, 2014, Revised: August 26, 2014, Accepted: August 28, 2014

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

로 직업력의 수집, 직무-노출 매트릭스, 직업력 조사를 위한 전문가의 평가, 자가 기입에 따른 노출 정보가 있다. 이러한 방안들은 case-control 연구에 활용되어 유효성 및 적용 가능성에 대해 심도있게 고찰된 바 있다(Teschke et al., 2002).

농약 노출과 관련하여 발전된 직무-노출 매트릭스 방법은 농업 직종 내에서 다시 특정 작물별 또는 특정 직무별로 매트릭스를 산정한 것으로 유럽(Daures et al., 1993; Miligi et al., 1993), 남아프리카공화국(London & Myers, 1998), 미국의 캘리포니아 지역(Young et al., 2004)에서 고안되었다.

대부분의 노출 평가들이 주관적인 등급 또는 부분 정량적인 노출 추정치를 산정하였기 때문에 최근에는 노출을 정확히 정량화하기 위한 노력들이 진행되어 왔다. Agricultural Health Study(AHS)에서는 농약 노출량을 산정하기 위해 발표된 농약 노출 결과와 노출 결정요인에 대한 개별적 설문 응답을 알고리즘화하는 방법을 적용하였다(Dosemeci et al., 2002). 반대로 캐나다 연구진에서는 특정 작물 데이터를 활용하여 물리적, 화학적, 생물학적 노출 패턴을 반영한 농업만의 직무-노출 매트릭스를 개발하였다(Wood et al., 2002). 그들은 캐나다 농림부에서 수십년간 발표된 농업 생산 가이드를 이용하여 오랫동안 특정 작물 생산에 권고된 농약 물질을 선별하였다. 이 정보는 작물과 가축 생산에 있어 농약 사용 경험이 많은 농업인들에게 주어지는 설문지 양식을 개선시켰다. 설문지 답변 결과로 농업 관련 직무를 36가지 범주로 구분하게 되었고, 여기에서 활용된 직무-노출 매트릭스는 3가지 요인 즉, 즉 작업 유형(농업 지역, 작물, 직종명, 직무의 조합), 노출 인자(사용된 농약 물질의 세부 분류), 전문가들에 의해 산출된 노출치와 노출시간으로 구성되었다. 그 결과 데이터가 존재하는 경우 노출 양상이 정량화되었고, 데이터가 부족한 경우(노출/비노출)는 노출 양상을 정성화하였다.

우리나라의 경우 dimethyl formamide(DMF)나 석면과 같은 일반 사업장에서 취급되고 있는 화학물질에 대해 직무-노출 매트릭스를 활용하여 노출 등급을 산정하거나 위험성을 평가한 연구 사례는 보고되고 있다(Ha et al., 2008). 하지만 농약물질의 경우 이를 취급하는 농업 종사자들은 작업환경측정 대상에서 제외되고 있기 때문에 별도의 작업환경 측정자료

데이터베이스가 제공되지 않는다는 점, 설령 현장 측정을 수행하더라도 대부분 옥외에서 농약 살포 작업이 수행되기 때문에 정확한 개인 노출량을 산정하기 어렵다는 점, 농업의 경우 표준화된 직업코드가 구축되지 못하고 있다는 점, 생산 및 수입되어 출하되는 농약 제품의 성분 물질들이 매년 다르다는 점들 때문에 농약물질과 관련한 직무-노출 매트릭스를 구축하는 것은 현재로서는 상당히 어려운 일이라 할 수 있다. 그러나 한국산업안전보건공단에서 발표한 화학물질에 의한 남부권역 암발생 감시체계 연구결과 보고서(2012)에 따르면 폐암 또는 조혈기계암으로 환례 판정받은 사람들 중 약 60% 정도가 농업 종사자인 것으로 보고되고 있다. 따라서 농업 종사자에게 직업성 암 발병의 주요 추정 인자인 농약 물질에 대한 직무-노출 매트릭스의 구축이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 농약물질 중 채소류 재배에 사용된 살충제의 사용량을 권역 및 연도별로 조사 분석하여 채소류 재배업에 종사하는 농업인들의 노출 이력을 추정하기 위한 직무-노출 매트릭스 구축에 필요한 기초 자료를 제공하는 데 있다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구 대상

#### 1.1. 농약 사용량 자료 수집

농약(Agricultural pesticide)은 사용 목적에 따라 일반적으로 살충제(Insecticide), 제초제(Herbicide), 살균제(Fungicide)로 분류되는 데 종류와 범위가 매우 광범위하여 본 연구에서는 채소류 재배에 사용되는 살충제만을 대상으로 하였고, 대상 작물은 우리나라에서 가장 많이 재배되는 채소류를 선정하였다. 채소류는 크게 과채류, 엽채류, 조미채소로 구분하여 과채류의 경우 6가지 작물(수박, 참외, 딸기, 오이, 호박, 토마토), 엽채류의 경우 3가지 작물(배추계, 시금치, 상추), 조미채소의 경우 3가지 작물(고추, 파, 양파)을 조사대상으로 하였다. 우리나라는 농업 종사자가 살포하는 농약물질의 경우 작업환경측정 대상에 포함되어 있지 않기 때문에 노출량에 대한 공인된 측정자료 DB가 제공되지 않고 있다. 따라서 1969년부터 2012년도 현재까지 매년 한국작물보호협회(2014)에서 발표하는 농약연보 전체 자료를 고찰하

여 연도별로 채소류 재배에 활용된 살충제의 사용량을 DB화하였고, 본 자료를 채소류 재배 종사 농업인의 간접적인 살충제 노출량으로 대체하였다.

## 1.2. 통계청 농업 면적 조사

채소류 재배 농업인의 살충제 사용량을 추정하기 위한 다른 하나의 방법으로 통계청 국가통계포털사이트(KOSIS, 2014)에서 제공하는 연도별 농업 면적 자료를 활용하였다. 본 자료는 1975년도부터 현재까지 전국 시/도별 논과 밭, 과수(시설 & 노지), 화훼 면적을 연도별로 제공해 주는 것으로 농업 종사자의 채소류 재배에 이용된 살충제 노출 이력을 추정하기 위해 본 연구 조사 대상인 채소 재배 면적의 연도 및 지역별 전체 자료를 정리하여 DB화하였다. 채소 재배 면적을 이용한 살충제 사용량 추정 방법은 전체 면적에 채소류에 대한 단위 면적당 적정 살충제 살포량을 곱하여 수행하였고, 산정 계산식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{채소류 재배용 살충제 사용량(kg)} \\ &= \text{각 채소별 단위 면적당 살충제 살포량(kg/m}^2\text{)} \times \text{각 채소별 해당 면적(m}^2\text{)} \end{aligned}$$

## 2. 자료 분석

### 2.1. 조사 자료 정리

통계자료는 농약연보의 경우 1년 단위, 통계청의 자료는 5년 단위로 통계가 집계되고 있으므로, 이에 대한 일치성 보정의 필요성 때문에 5년 단위로 통일하였다. 자료 수집 시작을 1975년도로 설정하여 2012년도 자료까지 추산하여 통계 결과를 해석하였다.

### 2.2. 농약연보 출하량에 따른 해석(실증식)

농약연보는 한국작물보호협회에서 발간하며 매년 출간되고 있으며, 채소류 재배에 이용된 살충제의 국내 사용량을 간접적으로 추산하기 위하여 농약연보의 출하량을 활용하였다. 원예용의 경우 노지채소와 노지과수로 구분되기 때문에 이를 산출하기 위하여 통계청 자료의 국내 농지면적 자료를 인용하여 채소 36%(가중치 0.72), 과수원 64%(가중치 1.28)를 확인하였다. 이를 근거로 채소의 경우 1km<sup>2</sup> 당 0.0171 kg/년, 1ha 당 1.71kg/년을 사용한다고 가정하였다.

농약의 단위 환산 통일을 위해 기존 ton으로 작성

된 출하량을 SI 단위인 kg으로 변환하고, 1km<sup>2</sup>에 따른 살충제 살포량을 산출하기 위해 통계청에서 제공하고 있는 작물별 채소 재배 면적 자료를 인용하여 살충제 사용량을 추정하였다. 또한, 면적 범위를 구분할 때 기초 자치 단체 범위로 7대 광역시, 9개도의 지역별로 나누었으며, 각 기초 자치 단체의 채소 재배 면적을 비율별로 정리하였다.

식 1) 농약연보 출하량에 따른 단위 면적 대비 채소 재배용 살충제 사용 총량식

$$\begin{aligned} & \text{작물별 채소 재배용 살충제 사용량(kg/km}^2\text{)} \\ &= \text{농약연보 출하량(MT)} \times 1,000 / \text{1km}^2\text{당 살충제 사용량} \end{aligned}$$

### 2.3. 통계청 자료에 근거한 재배 면적 활용을 통한 해석(표준식)

통계청 자료를 인용하여 단순히 면적 대비 1년 적정 사용량을 국내에서 농약 판매 및 출하를 가장 많이 하고 있는 D사의 회사 내부자료를 활용하였다. 이는 농약연보와 동일할 수 있으나, 단순 면적대비 적정사용량만을 사용하였다고 가정할 때의 방법이라 할 수 있다. 통계청에서 제시하고 있는 재배 면적을 활용한 해석 역시 농약연보 출하량에 따른 해석과 동일하게 면적 범위를 나눌 때 기초 자치 단체 범위로 7대 광역시, 9개도의 지역별로 구분하였으며, 각 기초 자치 단체의 채소 재배 면적을 비율별로 정리하였다.

### 2.4. 농약연보와 통계청자료의 자료의 정도관리 방법

농약연보에서 제시하고 있는 실제적으로 출하된 채소 재배용 살충제 사용량과 면적별로 1년 기준으로 채소 재배용 살충제의 적정 사용량을 나타낸 데이터를 비교하고 이를 검증하여 실질적으로 채소 재배용 살충제가 적정 사용량보다 많게 또는 적게 사용되었는지, 그리고 그 사용량은 얼마나 되는지를 비율(%)로 나타내어 그 차이를 확인하고자 하였다.

3식) 실증식과 표준식의 비교평가 및 정도관리

$$\begin{aligned} & \text{면적대비 적정 살충제 사용비율(\%)} = \\ & \frac{\text{농약연보에 근거한 살충제 출하량(M/T)} \times 1000 / \text{1km}^2\text{당 살충제 살포량(채소류)} \times 100(\%)}{\text{면적} \times 1000 / \text{1km}^2\text{당 살충제 살포량(채소류)}} \end{aligned}$$

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 농약연보 및 통계청 자료에 따른 국내 농민들의 연도별 채소 재배용 살충제 사용량 현황

<그림 1>은 한국작물보호협회에서 매년 발표하는 농약연보자료와 통계청에서 매년 공표하는 지역별 채소 재배 면적 대비 적정 살충제 살포량에 근거한 채소 재배용 살충제의 국내 전체 사용량을 연도별로 보여 주고 있다. 한국작물보호협회 자료에 근거한 출하량 데이터(Shipments) 측면에서 정리된 연도별 추이 현황을 살펴보면 1970년도부터 1980년도까지 증가 추세를 보여 약 7,000 M/T까지 사용되다가 그 이후부터는 1995년도를 제외하고 최근까지 급격한 사용량 감소 경향을 나타내어 현재(2012년도 기준)는 약 7,000 M/T이 사용되는 것으로 조사되었다. 반면 통계청에서 매년 공표하는 지역별 채소 재배 면적 자료에 농약회사에서 제공하는 단위 면적당 적정 살충제 살포량을 곱하여 산출된 데이터(Estimation) 측면에서는 출하량 측면과 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 자료에 근거하면 1970년~1980년 기간에는 사용량의 큰 증감없이 약 1,000 M/T이 사용되다가 그 이후부터는 증가 추세를 보이며 2010년대에는 최대 약 3,000 M/T까지 사용되는 것으로 조사되었으나, 그 이후부터 현재까지는 감소 추세인 것으로 분석되었다. 출하량 측면과 살포 면적 대비 추정량 측면에서 비교한 채소 재배용 살충제의 연도별 사용량 추이 현황이 서로 상이한 결과를 나타내었지만, 채소 재배용 살충제의 국내 사용량이 전반적으로 감소되는 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 이는 우리나라 국민의 대다수가 육류 위주의 서구화된 식단으

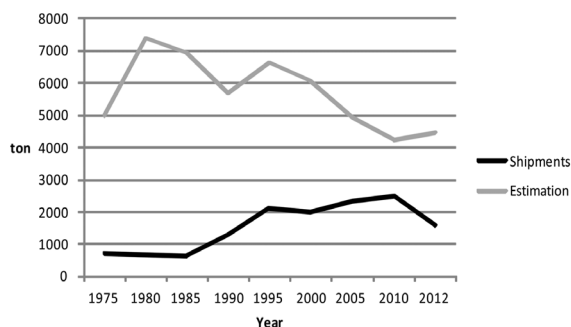


Figure 1. Yearly trend of overall usage amount of insecticide applied to vegetable cultivation in Korea

로 점차 전환됨에 따라 채소 소비량이 이전과 대비하여 상대적으로 감소되었고, 동시에 건강에 대한 사회적 관심에 편승하여 무농약 유기농 채소에 대한 소비 선호도가 증가된 이유라 판단된다.

#### 2. 권역에 따른 채소 재배용 살충제의 연도별 국내 사용량 현황

<그림 2>와 <그림 3>은 한국작물보호협회의 출하량 측면과 통계청의 지역별 면적 대비 적정 살포량 측면에서 산출된 채소 재배용 살충제 살포량을 우리나라 권역별로 구분하여 연도에 따라 분석한 그래프이다. 여기서 우리나라의 권역은 서울과 경기, 강원, 충청, 경상, 전라, 제주로 구분하여 분석하였다. 채소 재배용 살충제 출하량 측면에서 살펴보면 6개 권역 모두 연도별 전체 사용량 추이 현황과 유사하게 1985년도부터 2010년도까지 증가 추세를 보이다가 그 이후부터 현재(2012년도)는 점진적 감소 경향을 보였다. 면적 대비 적정 살포량 측면에서도 권역 구분에 따른 채소 재배용 살충제의 연도별 사용량 현황 추이가 전반적으로 전체 사용량의 경우와 유사하게 첫 이용 시점부터 1980년도까지 증가하다 그 이후부터는 점진적으로 감소하는 경향을 보였다.

권역별로 채소 재배용 살충제의 사용량을 살펴보면, 전라도 지역의 경우 출하량과 면적 대비 살포량 측면 모두 상대적으로 가장 많이 사용하는 것으로 분석되었다. 출하량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1985년도까지 사용량이 100~200 M/T로 보이다가 그 이후부터 2010년도까지 증가 추세를 나타내 최대 약 800 M/T까지 사용되었으나, 2010년도 이후부터는

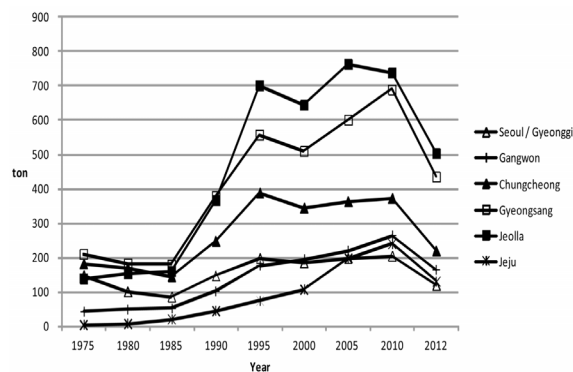


Figure 2. Yearly trend of regional usage amount of insecticide applied to vegetable cultivation based on shipments

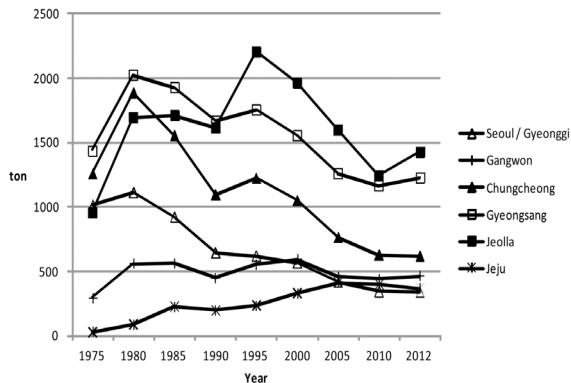


Figure 3. Yearly trend of regional usage amount of insecticide applied to vegetable cultivation based on estimation

감소 경향을 나타내면서 현재(2012년도) 기준으로는 약 500 M/T 정도 사용되는 것으로 조사되었다. 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1995년도까지 계속 증가하여 최대 2,000~2,500 M/T 까지 사용되다가 그 이후부터는 점차적으로 감소되어 현재(2012년도)는 약 1,500 M/T 정도 사용되는 것으로 조사되었다.

다음으로는 경상도 지역으로 출하량 측면에서는 처음 사용 시점부터 2010년도까지 점진적으로 증가하여 최대 약 700 M/T까지 사용되다가 그 이후부터 급격히 감소되어 현재(2012년도) 기준으로 약 400~500 M/T 정도 사용되는 것으로 나타났고, 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1980년도까지 증가되어 최대 약 2,000 M/T까지 사용되다가 그 이후부터 계속 감소되어 현재(2012년도) 기준으로 약 1,200 M/T 사용되는 것으로 조사되었다.

세 번째로 사용량이 많은 지역은 충청도로 출하량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1995년도까지 점진적으로 증가하여 최대 약 400 M/T까지 사용되다가 그 이후부터는 감소 추세를 보이면서 현재(2012년도) 기준으로 약 200 M/T 정도 사용되는 것으로 나타났고, 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1980년도까지 증가되어 최대 약 1,800 M/T까

지 사용되다가 그 이후부터 계속 감소되어 현재 (2012년도) 기준으로 약 500 M/T까지 사용량이 줄어 든 것으로 조사되었다.

나머지 서울/경기, 강원, 제주 지역의 경우 출하량 측면에서는 처음 사용 시점부터 2010년도까지 소폭 증가하며 최대 약 200 M/T까지 사용되다가 그 이후 부터는 감소 추세를 보이면서 현재(2012년도) 기준 으로 약 100 M/T 정도 사용되는 것으로 나타났고, 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 처음 사용 시점 부터 1980년도까지 증가되어 약 500~1,000 M/T까지 사용되다가 그 이후부터는 점진적으로 감소되어 현 재(2012년도) 기준으로는 약 500 M/T 정도 사용되는 것으로 조사되었다.

권역별로 채소 재배용 살충제 사용량을 분석한 결 과, 연도에 관계없이 전라도와 경상도에 해당되는 남 부 지역이 다른 지역보다 채소 재배용 살충제의 사 용량이 약 2~4배 정도 높은 것으로 나타났다. 따라서 채소 재배용 살충제 사용 및 노출에 따른 우리나라 농민들의 건강 영향을 심도있게 평가하기 위해서는 채소 재배용 살충제 사용량이 상대적으로 많은 남부 권역에 초점을 두고 심도있게 조사하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

### 3. 출하량 측면과 지역별 작물 면적 측면에서 산정한 채소 재배용 살충제 사용량의 비교를 통한 유효성 평가

<표 1>과 <그림 4>는 농약연보의 실제적으로 출 하된 채소 재배용 살충제 사용량과 면적별로 단순 1 년 기준으로 채소 재배용 살충제의 적정 사용량을 산출한 데이터를 비교하고 이를 검증한 자료이다. 비 교 분석 결과, 조사 대상 채소 작물(과채류, 엽채류, 조미채소)은 평균  $281 \pm 115\%$ 로서 살포 면적 대비로 추정된 채소 재배용 살충제의 사용량이 실제 출하량 에 비해 약 3배 정도 낮은 것으로 분석되었다. 이는 조사 대상 채소 작물을 한정하여 추정되었기 때문에 전체 채소 작물을 대상으로 실제 출하된 살충제 양

Table 1. Comparison of insecticide usage for vegetable cultivation based on shipments and estimation

Year	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012	Mean	S.D.
*%	213	142	131	240	311	307	424	470	292	281	115

\*Ratio of shipments and estimation of insecticide usage for vegetable cultivation

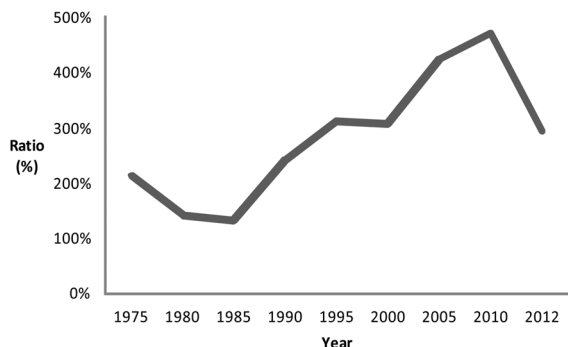


Figure 4. Yearly trend of ratio of shipments and estimation of insecticide usage for vegetable cultivation

과 상당 부분 차이가 난 것으로 판단된다.

최근 웰빙, 무농약, 친환경, 무기농에 대한 사회적 관심이 증가되면서 채소 작물 또한 이러한 추세에 따라 2010년도 이후부터는 채소 재배용 살충제 사용량의 비율이 면적 대비해서 증가될 것으로 추정되었으나, 이와는 반대 현상으로 오히려 살충제약 사용량이 면적 대비 감소 추세로 나타나고 있는 것으로 나타났다. 이는 국내의 경우 채소 재배용 살충제를 포함한 농약에 대한 인체 노출량이 감소되고 있다는 것을 반증하는 것으로 살충제 등의 건강상 유해한 농약 물질을 최대한 적게 사용함으로써 농작업자의 건강 예방을 위한다는 측면에서 긍정적 현상이라 할 수 있다.

살충제 등의 농약 물질에 장기간 노출되면 졸음, 가려움, 무기력증의 심미적 증세부터 발암 위험 및 중추신경 장애 등의 증증으로 전개될 수 있기 때문에 미국, 유럽 등의 선진국들에서 현재 적용하고 있는 농약 사용에 대한 실질적인 관리 방안이 설정되어야 하고, 채소 재배용 살충제를 취급하는 농작업자들을 대상으로 교육 서비스의 제공을 통해 농약 물질 관련 기초적 유해/위험 정보를 충분히 숙지시켜야 할 것으로 판단된다.

우리나라의 경우 현재 농약 물질에 대한 객관적인 총량 DB조차 구축되어 있지 않으며, 농약 사용량이 적정 기준보다 과다하게 사용되고 있는 것으로 추정되고 있어 농약 물질의 흡입 및 피부 노출에 따른 농작업자의 건강 위해도가 상당 부분 높을 것으로 사료된다. 따라서 향후 살충제를 포함한 농약물질의 위험성 평가 및 농약 물질 유형별 농작업자의 직무 노

출 매트릭스(JEM) 방법을 빠른 시일내에 구축하여 농약 살포에 따른 농작업자의 건강 위험도를 감소시키는 방안을 시급히 설정할 필요가 있다.

채소 재배용 살충제를 포함한 농약 물질의 경우 다른 일반 화학물질과는 달리 작업환경 측정자료 DB의 부재, 옥외 살포에 따른 개인 흡입 노출량 산정의 어려움, 농업의 경우 표준화된 직업코드의 미구축, 매년 생산되는 농약 제품의 성분들이 서로 상이한 점을 고려한다면 국내 농작업자들에 대한 농약물질 관련 직무-노출 매트릭스를 정확하게 설정하는 것은 현재로서는 쉽지 않은 일이다. 따라서 본 연구의 한계점은 농약 연보 자료 및 통계청 자료를 근거로 산정된 살충제 사용량을 농작업자들의 노출 수준 추정치로 활용하기 위한 기초 자료만을 제공하는 것이라 할 수 있다.

#### IV. 결 론

한국작물보호협회 자료에 근거한 출하량 데이터(Shipments) 측면과 통계청에서 매년 공표하는 지역 및 작물별 채소 재배 면적 자료에 농약회사에서 제공하는 단위 면적당 적정 살충제 살포량을 곱하여 산출된 데이터(Estimation) 측면 모두 우리나라의 채소 재배용 살충제 사용량은 전반적으로 출하된 시점에서부터 현재까지 감소 추세인 것으로 조사되었다. 권역별로 구분하여 분석한 경우 지역별로 어느 정도의 편차는 있지만 채소 재배용 살충제 사용량의 경시적 감소 현상이 나타났다. 권역별 채소 재배용 살충제 사용량은 전라도 > 경상도 > 충청도 > 서울/경기 > 강원 > 제주 순으로 조사되었다. 실제적으로 출하된 채소 재배용 살충제 사용량과 면적별로 단순 1년 기준으로 채소 재배용 살충제의 적정 사용량을 산출한 데이터를 비교하고 이를 검증한 결과, 평균  $281 \pm 115\%$ 로서 살포 면적 대비로 추정된 채소 재배용 살충제의 사용량이 실제 출하량에 비해 약 3배 정도 낮은 것으로 분석되었다.

#### 감사의 글

본 논문은 2014년도 안전보건공단 용역과제 지원 하에 수행하게 되었음을 알려드립니다.

## References

- Daures JP, Momas I, Bernon J. Avine-growing exposure matrix in the He'rault area of France. *Int J Epidemiol* 1993;22(Suppl 2):S36-41.
- Dosemeci M, Alvanja M, Roland AS. A quantitative approach for estimating exposure to pesticides in the Agricultural Health Study. *Ann Occup Hyg* 2002;46:245-260.
- Ha KC, Park DW, Yoon CS, Choi SJ, Lee GY, Paik DH, Nam TH, Lee JH, Lee JK, Jung EK. Application of matrices and risk assessment of industries and processes using DMF. *J Kor Soc Occup Environ Hyg* 2008;18:303-309.
- Korea Crop Protection Association. Annual agricultural pesticide. 2014.
- KOSHA. Study on development of management model for cancer occurrence by chemicals(II)\_Cancer of lung and hematosi system of south area in Korea. Research report 2012.
- KOSIS. Korean statistical information service. 2014.
- London L, Myers JE. Use of a crop and job specific exposure matrix for retrospective assessment of long term exposure in studies of chronic neurotoxic effects of agrichemicals. *Occup Environ Med*; 1998; 55:194-201.
- Miligi L, Settimi L, Masala G. Pesticide assessment: a crop exposure matrix. *Int J Epidemiol* 1993; 22(Suppl 2):S42-45.
- Teschke K, Olshan AF, Daniels JL. Occupational exposure assessment in case-control studies: opportunities for improvement. *Occup Environ Med* 2002;59:575-594.
- Wood D, Astrakianakis G, Lang B. Development of an agricultural job-exposure matrix for British Columbia, Canada. *J Occup Environ Med* 2002; 44:865-873.
- Young HA, Mills PK, Riordan D. Use of a crop and job specific exposure matrix for estimating cumulative exposure to triazine herbicides among females in a casecontrol study in the Central Valley of California. *Occup Environ Med* 2004;61:945-951.