

농약물질 중 살충제 관련 농업 종사자들의 직무-노출 매트릭스 구축을 위한 기초 자료 조사 연구 (Ⅲ) : 과일류

최정학¹ · 김기연^{2*}

¹부산가톨릭대학교 환경공학과, ²부산가톨릭대학교 산업보건학과

Fundamental Research for Establishing Job-Exposure Matrix (JEM) of Farmer Related to Insecticide of Pesticide (Ⅲ) : Fruit

Jeong-Hak Choi¹ · Ki-Youn Kim^{2*}

¹Department of Environmental Engineering, Catholic University of Pusan

²Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

ABSTRACT

Objectives: This study was performed to estimate domestic usage amount of insecticide for fruit cultivation to suggest job-exposure matrix(JEM) regarding farmers treating agricultural insecticide.

Materials and Methods: The domestic usage amount of insecticide for fruit cultivation was investigated according to two research methods. The former method is to use agricultural pesticides published annually from Korea Crop Protection Association(KCPA) and the latter method is to apply cultivation area of fruit provided officially from Statistics Korea(SK).

Results: It was found that its domestic usage amount has decreased gradually from the first sale to presence(2012). However, there is a significant difference of annual usage trend of insecticide for fruit cultivation between shipments and estimation. The annual usage trends of insecticide for fruit cultivation based on regional classification were different from those based on total aspect.

Conclusions: The region which used insecticide for fruit cultivation the most in Korea was as follows: Gyeonsang-do, followed by Jeolla-do, Chungcheong-do, Jeju-do, Seoul/Gyeonggi-do and Gangwon-do. An averaged ratio of usage amounts of insecticide based on shipments and those based on estimation by cultivation area was $980 \pm 186\%$, which means that usage amounts of insecticide estimated by shipments are ten times higher than those based on cultivation area.

Key words: insecticide usage, pesticide usage statistics, fruit cultivation, job exposure matrix

I 서 론

농약 노출 평가 접근 방법 중 하나는 노출 대체 형태로서 직종명을 이용하는 것이다. 자가 기업을 통해 작성된 직업력은 직종명이 유사한 노출 직무 패턴을 반영하기 때문에 노출 평가에 있어 유용하게 활용될 수 있으나, 중요한 제한점을 가지고 있다. 즉, 이러한 방법이 농업에 적용되었을 때 “농부(농업인)”이라는

직종명은 다양한 범위의 농약 노출 직무 양상을 포함하고 있는 것이다. 최근의 연구 결과에 의하면 농업 관련 직종명 중 70% 이상이 농약 노출 개연성이 없기 때문에 농약 노출 평가를 위한 대체 방법으로 부적합하다고 산업보건전문가에 의해 판단되었다(MacFarlane et al., 2009).

자가 기업(설문 조사)를 통해 농약 노출을 추정하는 방법도 활용되었는데, 농약 사용과 관련한 공급업체의

*Corresponding author: Ki Youn Kim, Tel: 052-510-0683, E-mail: kky5@cup.ac.kr

Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan. 57 Oryundae-ro, Geumjeoung-gu, Busan 609-757

Received: June 1, 2016, Revised: August 27, 2016, Accepted: September 6, 2016

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.

보고서(Blair & Zahm, 1993)와 생물학적 모니터링 결과(Hertzman et al., 1988)와 상당한 연관성이 있는 것으로 보고된 바 있다. 이 방법은 자가 기입 대상자가 농약의 구입과 사용에 직접 참여를 하고 있는 경우 더 신뢰성있는 결과가 도출된다(Young et al., 2004).

어떤 농약 물질들은 피부 흡수가 주요 노출 경로이기 때문에 흡입과 피부 노출을 동시에 평가하는 것이 중요하다. 독일 연구의 경우 흡입과 피부 노출을 모두 포괄하기 위해 노출 지수를 고안하여 장기간 농약 노출량을 추정하였다(Brouwer et al., 1994). 이를 위해 본 연구팀은 농약 사용 관련 데이터 베이스 기록물과 노출 지수를 산출하기 위한 현장 조사로부터 얻어진 데이터를 서로 상관 분석하였다.

우리나라의 경우 dimethyl formamide(DMF)나 석면과 같은 일반 사업장에서 취급되고 있는 화학물질에 대해 직무-노출 매트릭스(Job-Exposure Matrix, JEM)를 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, 실령 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 발표된 화학물질에 의한 남부권역 암발생 감시체계 연구결과보고서(한국산업안전보건공단, 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 과일류 재배에 사용된 살충제의 사용량을 권역 및 연도별로 조사 분석하여 과일류(재배업)에 종사하는 농업인들의 노출 이력을 추정하기 위한 직무-노출 매트릭스 구축에 필요한 기초 자료를 제공하는 데 있다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

1) 농약 사용량 자료 수집

농약(pesticide)은 사용 목적에 따라 일반적으로 살충제(insecticide), 제초제(herbicide), 살균제(fungicide)로 분류되는데 종류와 범위가 매우 광범위하여 본 연구에서는 과일류 재배에 사용되는 살충제만을 대상으로 하였고, 조사대상 작물은 우리나라에서 가장 많이 재배되는 6대 과일류(사과, 배, 복숭아, 포도, 귤, 감)를 선정하였다(KCPA, 2013). 우리나라는 농업 종사자가 살포하는 농약물질의 경우 작업환경측정 대상에 포함되어 있지 않기 때문에 노출량에 대한 공인된 측정자료 데이터베이스가 제공되지 않고 있다. 따라서 1969년도부터 2012년도까지 매년 한국작물보호협회에서 발표하는 농약연보 전체 자료(KCPA, 2013)를 고찰하여 연도별로 과일류 재배에 활용된 살충제의 사용량을 데이터베이스화하였고, 본 자료를 과일류 재배 종사 농업인의 간접적인 살충제 노출량으로 대체하였다.

2) 통계청 농업 면적 조사

과일류 재배 농업인의 살충제 사용량을 추정하기 위한 다른 하나의 방법으로 통계청 국가통계포털사이트(KOSIS)에서 제공하는 연도별 농업 면적 자료를 활용하였다. 본 자료는 1975년도부터 현재까지 전국 시/도별 논과 밭, 과수(시설과 노지), 화훼 면적을 연도별로 제공해 주는 것으로 농업 종사자의 과일류 재배에 이용된 살충제 노출 이력을 추정하기 위해 본 연구 조사 대상인 과일 재배 면적의 연도 및 지역별 전체 자료를 정리하여 데이터베이스화하였다. 과일 재배 면적을 이용한 살충제 사용량 추정 방법은 전체 면적에 과일류에 대한 단위 면적당 적정 살충제 살포량을 곱하여 수행하였고, 산정 계산식(식 1)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{과일류 재배용 살충제 사용량(kg)} \text{ (식 1)} \\ & = \text{각 과일별 단위 면적당 살충제 살포량(kg/m}^2\text{)} \times \\ & \quad \text{각 과일별 해당 면적(m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2. 자료 분석

1) 조사 자료 정리

통계자료는 농약연보의 경우 1년 단위, 통계청의 자

료는 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) 농약연보 출하량에 따른 해석(실증식)

농약연보는 한국작물보호협회에서 발간하며 매년 출간되고 있으며, 과일류 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 과일의 경우 1 km² 당 0.0306 kg/년을 사용한다고 가정하였다.

농약의 단위 환산 통일을 위해 기존 ton으로 작성된 출하량을 SI 단위인 kg으로 변환하고, 1 km²에 따른 살충제 살포량을 산출하기 위해 통계청에서 제공하고 있는 작물별 과일 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 과일 재배 면적을 비율별로 정리하였다.

농약연보 출하량에 따른 단위 면적 대비 과일 재배용 살충제 사용 총량식(식 2)

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

3) 통계청 자료에 근거한 재배 면적 활용을 통한 해석(표준식)

통계청 자료를 인용하여 단순하게 면적 대비 1년 적정 사용량을 국내에서 농약 판매 및 출하를 가장 많이 하고 있는 D사의 회사 내부 자료를 활용하였다. 이는 농약연보와 동일할 수 있으나, 단순 면적 대비 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 과일 재배 면적을 비율별로 정리하였다.

4) 농약연보와 통계청자료의 자료의 정도관리 방법

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

실증식과 표준식의 비교평가 및 정도 관리(식 3)
 면적대비적정살충제사용비율(%)=

$$\frac{\text{농약연보에 근거한 살충제 출하량(M/T)} \times 1000 / 1 \text{ km}^2\text{당 살충제 살포량(과일류)} \times 100(\%)}{\text{면적} \times 1000 / 1 \text{ km}^2\text{당 살충제 살포량(과일류)}}$$

Ⅲ. 결과 및 고찰

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

Figure 1은 한국작물보호협회에서 매년 발표하는 농약연보자료와 통계청에서 매년 공표하는 지역별 과일 재배 면적 대비 적정 살충제 살포량에 근거한 과일 재배용 살충제의 국내 전체 사용량을 연도별로 보여 주고 있다. 한국작물보호협회 자료에 근거한 출하량 데이터(shipments) 측면에서 정리된 연도별 추이 현황을 살펴보면 1975년도부터 1985년도까지 소폭의 감소 추세를 보이다가 그 이후부터 2005년도까지 증가 추세를 나타내 최대 약 3,700 M/T까지 사용되다가 그 이후부터 현재까지는 사용량의 감소 경향을 보여 현재(2012년도 기준)는 약 2,200 M/T이 사용되는 것으로 조사되었다. 반면 통계청에서 매년 공표하는 지역별 과일 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 1975년도부터 1995년도까지는 급격한 증가 추세를 보여 최대 약 3,200 M/T이 사용되다가, 그 이후부터는 소폭의 감소 추세를 나타내 2012년도 기준

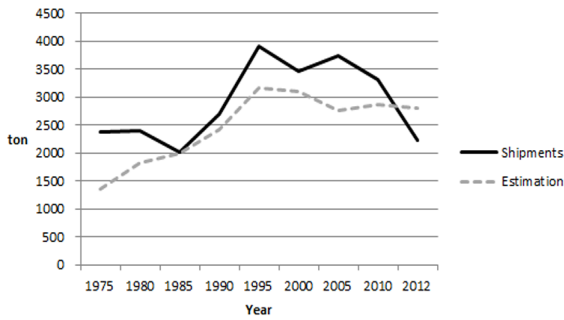


Figure 1. Yearly trend of overall usage amount of insecticide applied to fruit cultivation in Korea

에서는 약 2,800 M/T이 사용되는 것으로 조사되었다. 출하량 측면과 살포 면적 대비 추정량 측면에서 비교한 과일 재배용 살충제의 연도별 사용량 추이 현황이 서로 상이한 결과를 나타내었지만, 매년 과일류 재배 면적의 감소로 과일 재배용 살충제의 국내 사용량 또한 전반적으로 감소되는 경향을 보이는 것으로 조사되었다. 그리고 수도작 및 밭작물에 대한 농약 사용량을 보고한 선행 연구 결과들(Kim et al., 2014a; Kim et al., 2014b)과 상대 비교 시 과일류 재배에 사용된 국내 농약 사용량은 평균적으로 수도작에 비해 약 40%, 밭작물에 비해 약 20% 적은 것으로 분석되었다.

이는 우리나라 국민이 육류 위주의 서구화된 식단 패턴으로 전환됨에 따라 과일 소비량이 이전과 대비하여 상대적으로 감소되었고(KCPA, 2013), 동시에 건강에 대한 사회적 관심이 고조되어 무농약 유기농 과일에 대한 소비 선호도가 높아진 이유에서 비롯된 결과로 사료된다.

2. 권역에 따른 과일 재배용 살충제의 연도별 국내 사용량 현황

Figure 2, 3은 한국작물보호협회의 출하량 측면과 통계청의 지역별 면적 대비 적정 살포량 측면에서 산출된 과일 재배용 살충제 살포량을 우리나라 권역별로 구분하여 연도에 따라 분석한 그래프이다. 여기서 우리나라의 권역은 서울과 경기, 강원, 충청, 경상, 전라, 제주로 구분하여 분석하였다.

과일 재배용 살충제를 출하량 측면에서 살펴보면 6개 권역에 따라 약간의 차이를 보이지만, 모두 연도별 전체 사용량 추이 현황과 유사하게 2000년대까지는

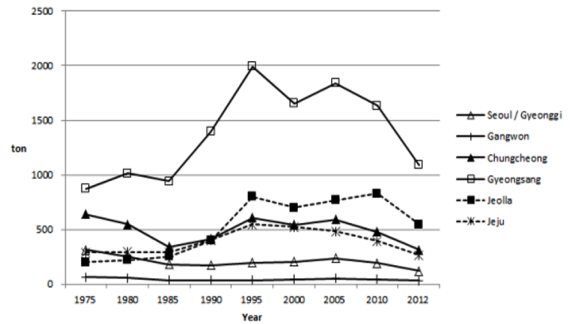


Figure 2. Yearly trend of regional usage amount of insecticide applied to fruit cultivation based on shipments

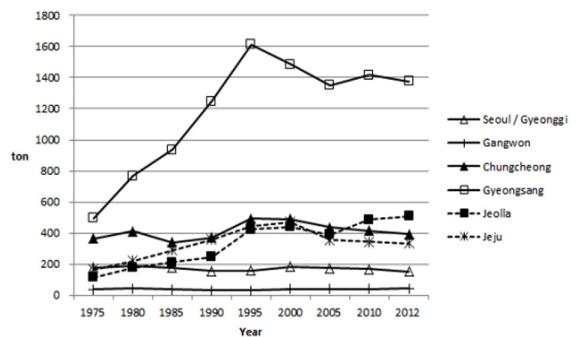


Figure 3. Yearly trend of regional usage amount of insecticide applied to fruit cultivation based on estimation

사용량의 증가 추세를 보이다가 그 이후부터는 점진적 감소 경향을 나타내는 것으로 조사되었다. 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 1995년도까지 급격한 사용량 증가 추세를 보이다가 그 이후부터는 감소 경향을 나타낸 경상도 지역을 제외하고 과일 재배용 살충제의 연도별 사용량 추이가 전반적으로 첫 이용 시점부터 2000년도까지 소폭 증가하다 그 이후부터는 점진적으로 감소하는 경향을 나타냈다.

권역별로 과일 재배용 살충제의 사용량을 살펴보면, 경상도 지역의 경우 출하량과 면적 대비 살포량 측면 모두 상대적으로 가장 많이 사용하는 것으로 분석되었다. 출하량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1985년도까지 사용량이 약 1,000 M/T로 보이다가 그 이후부터 1995년도까지 증가 추세를 나타내 최대 약 2,000 M/T까지 사용되었으나, 1995년도 이후부터는 감소 경향을 나타내면서 현재(2012년도) 기준으로는 약 1,000 M/T 정도 사용되는 것으로 분석되었다. 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 처음 사용 시점부

터 1995년도까지 계속 증가하여 최대 약 1,600 M/T 까지 사용되다가 그 이후부터는 점차적으로 감소되어 현재(2012년도)는 약 1,400 M/T 정도 사용되는 것으로 조사되었다.

다음으로는 전라도 지역으로 출하량 측면에서는 처음 사용 시점부터 1995년도까지 점진적으로 증가하여 최대 약 800 M/T까지 사용되다가 그 이후부터 점진적으로 감소되어 현재(2012년도) 기준으로 약 500 M/T 정도 사용되는 것으로 나타났고, 면적 대비 적정 살포량 측면에서는 처음 사용 시점부터 2000년도까지 증가하여 최대 약 440 M/T까지 사용되다가 그 이후부터 2005년도까지 소폭 감소된 다음 그 이후부터는 다시 증가 추세를 보여 현재(2012년도) 기준으로 약 500 M/T 사용되는 것으로 조사되었다.

세 번째로 사용량이 많은 지역은 충청도로 출하량 측면의 경우 연도별로 사용량의 증가 및 감소 추세가 반복적으로 나타나 2012년도 기준으로 약 400 M/T까지 사용되는 것으로 나타났고, 면적 대비 적정 살포량 측면에서도 출하량 측면과 유사하게 연도에 따른 사용량이 불규칙하게 나타나면서 현재(2012년도) 기준으로는 약 400 M/T 정도 사용되는 것으로 분석되었다.

나머지 서울/경기, 강원, 제주 지역의 경우 출하량 측면에서는 전반적으로 2000년도까지 소폭 증가하다가 그 이후부터는 감소 추세를 보이면서 현재(2012년도) 기준으로 서울/경기는 약 120 M/T, 강원은 약 35 M/T, 제주는 약 270 M/T 정도 사용되는 것으로 조사되었다. 한편 면적 대비 적정 살포량 측면에서도 출하량 측면과 유사하게 전반적으로 2000년도까지 소폭 증가하다가 그 이후부터는 점진적으로 감소되어 현재(2012년도) 기준으로 서울/경기는 약 150 M/T, 강원은 약 40 M/T, 제주는 약 340 M/T 정도 사용되는 것으로 분석되었다.

권역별로 과일 재배용 살충제 사용량을 분석한 결과, 연도에 관계없이 경상도와 전라도에 해당되는 남부 지역이 다른 지역보다 과일 재배용 살충제의 사용량이 적게는 약 3배, 많게는 약 30배 정도 높은 것

으로 나타나 지역별 사용량의 편차가 큰 것으로 분석되었다. 따라서 과일 재배용 살충제 사용에 따른 작업 노출에 의한 우리나라 농민들의 건강 영향을 객관적으로 평가하기 위해서는 과일 재배용 살충제 사용량이 상대적으로 많은 남부권역에 초점을 두고 면밀히 조사하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

3. 출하량 측면과 지역별 작물 면적 측면에서 산정한 과일 재배용 살충제 사용량의 비교 및 유효성 평가

Table 1은 농약연보의 실제적으로 출하된 과일 재배용 살충제 사용량과 면적별로 단순 1년 기준으로 과일 재배용 살충제의 적정 사용량을 산출한 데이터를 비교하고 이를 검증한 자료이다. 비교 분석 결과, 조사 대상 6가지 과일 작물은 평균 980±186%로서 살포 면적 대비로 추정된 과일 재배용 살충제의 사용량이 실제 출하량에 비해 약 10배 정도 낮은 것으로 분석되었다. 이는 조사 대상 과일 작물을 우리나라 대표 과일 6가지로 선정하여 추산되었기 때문에 전체 과일 작물을 대상으로 실제 출하된 살충제 양과 비교 시 매우 과소평가된 것으로 판단된다.

최근 웰빙, 무농약, 친환경, 무기농에 대한 사회적 관심이 증가되면서 과일 작물 또한 이러한 추세에 따라 2010년도 이후부터는 과일 재배용 살충제 사용량의 비율이 면적 대비 감소 추세를 보이는 것으로 조사되었다. 이는 과일 재배용 살충제를 포함한 전체 농약에 대한 우리나라 농작업자의 노출량이 감소되고 있음을 의미하는 것으로 살충제 등의 유해 농약 물질의 사용량을 최소화함으로써 농작업자의 건강 예방을 도모한다는 산업보건학적 측면에서 매우 긍정적인 현상이라 할 수 있다.

살충제 등의 농약 물질에 장기간 노출되면 졸음, 가려움, 무기력증의 심미적 증세부터 발암 위험 및 중추신경 장애 등의 증상으로 전개될 수 있기 때문에(van Tongeren et al., 2002; Brown et al., 2006)미국, 유럽 등의 선진국들에서 현재 적용하고 있는 농약 사용에 대한 실질적인 관리 방안이 설정되어야 하고, 과일 재배용 살충제를 취급하는 농작업자들을

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

Year	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012	Mean	S.D.
*%	1,246	918	724	899	1,033	954	1,205	1,103	736	980	186

*Ratio of shipments and estimation of insecticide usage for fruit cultivation

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 데이터 베이스조차 구축되어 있지 않으며, 농약 사용량이 적정 기준보다 과다하게 사용되고 있는 것으로 추정되고 있어 농약 물질의 흡입 및 피부 노출에 따른 농작업자의 건강 위험도가 상당 부분 높을 것으로 사료된다. 따라서 향후 살충제를 포함한 농약 물질의 위험성 평가 및 농약 물질 유형별 농작업자의 직무-노출 매트릭스 방법을 빠른 시일 내에 구축하여 농약 살포에 따른 농작업자의 건강 위험도를 감소시키는 방안을 시급히 설정할 필요가 있다.

과일 재배용 살충제를 포함한 농약 물질의 경우 다른 일반 화학물질과는 달리 작업환경 측정자료 데이터 베이스의 부재, 옥외 살포에 따른 개인 흡입 노출량 산정의 어려움, 농업의 경우 표준화된 직업코드의 미 구축, 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 과일 재배 면적 자료에 농약회사에서 제공하는 단위 면적당 적정 살충제 살포량을 곱하여 산출된 데이터(estimation) 측면 모두 우리나라의 과일 재배용 살충제 사용량은 전반적으로 출하된 시점에서부터 현재까지 감소 추세인 것으로 조사되었다. 권역별로 구분하여 조사한 경우 어느 정도 지역별로 편차는 있지만 과일 재배용 살충제 사용량의 경시적 감소 현상이 나타났다. 권역별 과일 재배용 살충제 사용량은 경상도>전라도>충청도>제주>서울/경기>강원 순으로 조사되었다. 실제적으로 출하된 과일 재배용 살충제 사용량과 면적별로 단순 1년 기준으로 과

일 재배용 살충제의 적정 사용량을 산출한 데이터를 비교하고 이를 검증한 결과, 평균 980±186%로서 살포 면적 대비로 추정된 과일 재배용 살충제의 사용량이 실제 출하량에 비해 약 10배 정도 낮은 것으로 분석되었다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

References

- Blair A, Zahm SH. Patterns of pesticide use among farmers: implications for epidemiologic research. *Epidemiol* 1993;4:55-62.
- Brouwer DH, Brouwer EJ, van Hemmen JJ. Estimation of long-term exposure to pesticides. *Am J Ind Med* 1994;25:573-588.
- Brown TP, Rumsby PC, Capelton AC. Pesticides and Parkinson's disease-is there a link? *Environ Health Perspect* 2006;114:156-164.
- Ha KC, Park DW, Yoon CS, Choi SJ, Lee GY, et al. Application of matrices and risk assessment of industries and processes using DMF. *J Kor Soc Occup Environ Hyg* 2008;18:303-309.
- Hertzman C, Teschke K, Dimich-Ward H. Validity and reliability of a method for retrospective evaluation of chlorophenolate exposure in the lumber industry. *Am J Ind Med* 1988;14:703-13.
- Korea Crop Protection Association(KCPA). Annual agricultural pesticide. 2013.
- Kim KY, Cho MS, Lee SG, Kang DM, Kim JE. Fundamental Research for Establishing a Job-Exposure Matrix (JEM) for Farmers Related to Insecticides (I): Rice Cultivation. *J Kor Soc Occup Environ Hyg* 2014a; 24:59-64
- Kim KY, Cho MS, Lim BS, Lee SG, Kang DM, et al. Fundamental Research for Establishing a Job-Exposure Matrix (JEM) of Farmers Related to Insecticides of Pesticide(II): Vegetable. *J Kor Soc Occup Environ Hyg* 2014b;24:293-299.
- Korea Occupational Safety & Health Agency(KOSHA). Study on development of management model for cancer occurrence by chemicals(II)_Cancer of lung and hematosis system of south area in Korea. Research

report 2012.

MacFarlane EM, Glass DC, Fritschi L. Is farm-related job title an adequate surrogate for pesticide exposure in occupational cancer epidemiology? *Occup Environ Med* 2009;66:497-501.

van Tongeren M, Nieuwenhuijsen MJ, Gardiner K. A job-exposure matrix for potential endocrine-disrupting chemicals developed for a study into the association

between maternal occupational exposure and hypospadias. *Ann Occup Hyg* 2002;46:465-477.

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.