

농약노출 평가에 사용되는 자가 보고의 정확성 평가

이윤근^{*} · 박희석¹ · 민경두 · 김효철² · 김경란²

노동환경건강연구소, ¹홍익대학교 산업공학과, ²농촌진흥청 국립농업과학원

Evaluation of accuracy of Self-reported Information in Pesticide Exposure Assessment

Yun Keun Lee^{*} · Hee Sok Park¹ · Kyung Doo Min · Hyo Cher Kim² · Gyung Ran Kim²

Wonjin Institute for Occupational and Environmental Health, Seoul, Korea

¹Department of Industrial Engineering, Hongik University, Seoul, Korea

²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Jeonju, Korea

ABSTRACT

Objective: This study aimed to test the accuracy of self-reported information used in indirect estimation of pesticide exposure.

Methods: To do so, self-reported values on the duration of pesticide application per day were compared with observed values. The number of days of pesticide application per year as recorded in self-administered logs was compared with recalled values.

Results: It was found that participants underestimated the duration and frequency of actual pesticide use. High correlations were found between self-reported values and observed values, as well as between recalled values and recorded values.

Conclusions: The reason might be that farmers unconsciously under-recall the application of pesticide since many customers prefer eco-friendly agricultural products. Farmers thought the task of applying pesticides to be essential, and this may explain why the participants in this study tended to accurately recall their pesticide-related work.

Key words: accuracy, assessment, exposure, pesticide, self-reported information

I. 서 론

농약 노출 평가란 작업자의 피부나 호흡기 등을 통해 몸 안에 농약이 얼마나 흡수되었는지를 파악하는 것이다. 이를 위하여 농약 노출량을 직접 측정하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에 농약 노출의 참값을 반영하는 대리지표를 합리적으로 만들어서 노출량을 근사적으로 평가하게 된다. 농약 노출 평가에서 대리지표로서 설문 이용을 이용하는 방법과 생물학적 시료를 이용한 방법이 주로 사용되고 있다(Fenske, 2005). 이 중 생물학적 지표를 이용한 방법은 사용 가능한 대사물질이 한정되어 있고

기술적인 제약 등으로 인해 일부 농약들에 대해서만 제한적으로 적용된다(Maroni et al., 2000).

이와 같은 한계점으로 인해 농약 노출의 대리지표로서 설문이 널리 이용되고 있다. 설문은 노출 기간이나 노출 횟수 등의 노출력을 파악할 수 있는 장점이 있다(Alavanja et al., 2004). 농업인들로부터 설문을 통해 농약 노출 지표를 도출한 연구(Dosemeci et al., 2002)에서는 개별 농약 살포 여부, 살포 연수, 살포 일수, 1일 평균 살포 시간, 농약 노출 강도, 보호구 착용 여부를 통해 노출지표를 산출하는 방법을 제시하였다.

농약 노출에 의한 건강 영향을 보다 정확하게 평가

*Corresponding author: Yun Keun Lee, Tel: +82-2-490-2088, E-mail: lyk4140@hanmail.net

Sagajeong-ro 49-gil 53, Jungnang-gu, Seoul, Korea, 02221

Received: July 17, 2018, Revised: September 13, 2018, Accepted: September 19, 2018

 Yun Keun Lee <https://orcid.org/>

 Kyung Doo Min <https://orcid.org/>

 Gyung Ran Kim <https://orcid.org/>

 Hee Sok Park <https://orcid.org/>

 Hyo Cher Kim <https://orcid.org/>

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.

하기 위해서는 자세한 노출 정보를 활용하는 것이 중요하다. 그러나 이와 같은 노출 지표 산출에 필요한 정보들은 역학 연구에 활용될 수 있는 신뢰도와 타당도를 갖고 있는지에 대한 검증이 우선적으로 필요하다. 그 동안 자가 보고에 의한 농약 노출 정보의 신뢰도 평가에 대한 연구는 상당 부분 진행되어 왔다 (Blair et al., 2002; Hoppin et al., 2002; Cristinaa et al., 2009). 그러나 실제로 자가 보고한 농약의 살포 빈도와 살포 시간이 얼마나 참값(gold standard)에 가까운 정확한 정보인지에 대한 연구는 매우 제한적이다. 농약 살포를 위해 등록하는 정보를 이용하여 농민들의 농약 사용 시기에 대한 자가 보고의 정확성을 따져보거나(Hoppin et al., 2002), 과거 보고를 참값으로 간주하여 최근 보고 자료를 비교하는 등(Engel et al., 2001)의 연구가 수행된 바 있다. 그러나 자가 보고를 통해 보고된 농약의 노출 정보(살포 빈도와 시간)가 얼마나 신뢰할만한 정보인지에 대한 검증은 거의 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 농약 노출을 간접적으로 평가할 때 사용되는 중요한 노출 정보인 농약의 살포 시간과 살포 횟수에 대한 자가 보고 정보의 정확성을 평가해 보고자 한다. 이를 위하여 농약을 살포한 농민들을 대상으로 일지를 배포하여 1년간 농약 살포와 관련 사항들을 기록하게 하였다. 일지를 작성하는 농민들을 대상으로 실제 관찰을 실시하여 하루 중 살포 시간을 측정하였고, 이를 일지에 기록된 시간과 비교하였다. 또한 한 해의 농약 살포 작업이 완료된 후 전화 면접을 실시하여 그 해의 살포 횟수를 질문하였고, 이를 수거된 일지에 기록된 값과 비교하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

우리나라에서 농약 살포 횟수가 많은 것으로 알려진 과수 작목(복숭아, 사과), 노지 작목(고추), 비닐하우스 작목(고추, 수박)을 연구대상으로 선정하였다. 조사 대상 작목은 우리나라에서 농약 살포 빈도가 많으면서 가장 비중이 있는 작목을 중심으로 선정하였다. 즉, 과수 작목으로 선정된 사과는 과수 작목 중에서 가장 비중이 있는 작목이고, 노지 작목의 고추, 비닐하우스 시설 작목인 수박은 해당 작목 군에서 재배 비중이 높은 작목이다(KOSTAT, 2015).

연구에 참여한 자는 남성 263명이었으나, 농약 일지의 정보 누락 및 작업 관찰이 이루어지 않은 자를 제외하고 최종 분석에 이용된 농민은 231명이었다. 유기합성 농약을 기준치의 1/2 이하로 적게 사용하는 저농약 농법의 친환경 재배를 하는 농민은 조사 대상에서 제외하여 일반적인 방식으로 농약을 살포하는 농민들을 조사 대상으로 하였다.

2. 방법

조사는 두 단계로 나누어 진행되었다.

1) 1단계: 하루 중 살포 시간의 정확성 검증

참여자들을 대상으로 농약 작업 일지를 배포하여 1년 동안 매 살포 작업 때마다 작업 일자와 작목 명, 살포 시간 등을 기록하도록 하였다. 모든 참여자에게 조사자가 7~10일 간격으로 전화 통화를 하여 일지 기록 여부를 확인하였다.

일지 작성자 전체를 대상으로 살포 작업이 있는 특정 일자를 선택하여 조사자가 직접 작업 현장을 방문하여 관찰을 통해 살포 시간을 측정하였다. 작업 관찰은 1일 전체 살포 시간 동안 진행되었으며, 반복 측정은 이루어지지 않았다. 관찰은 준비 작업(기기 이동, 농약 희석 등), 살포 작업, 살포 완료 후 정리 작업(기기 정리, 청소 등)을 모두 포함하였다.

2) 2단계: 한 해 중 살포 횟수에 대한 기억의 정확성 검증

회상에 의한 기억을 최소화하기 위하여 한 해 동안의 농약 방제 작업이 모두 종료된 시점에서 1~2개월 후 실시하였다. 조사 대상자는 1단계에서 일지를 작성했던 모든 농민을 대상으로 하였으며, 1년 동안의 농약 살포 횟수를 전화 면접으로 조사하였다.

3) 데이터 분석

일지, 관찰, 전화 면접 조사를 통해 수집된 데이터를 쌍체 t-검정으로 각각의 차이를 분석하였다. 또한 상관계수와 Intra-class Correlation Coefficient(ICC)를 이용하여 각 값들 간의 상관성을 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 일반적 특성

조사 대상자는 총 231명이었으며, 농약 방제 작업

Table 1. Investigated crops and the number of farmers

Category	Crop	N	%
Fruit	Peach	70	30.3
	Apple	19	8.2
	Sub total	89	38.5
Open field	Pepper	99	42.9
Greenhouse	Watermelon	27	11.7
	Pepper	16	6.9
	Sub total	43	18.6
Total		231	100.0

의 특성을 고려하여(여성은 대부분이 보조 작업을 수행함) 모두 남성 농업인을 대상으로 하였다. 연령 분포에서는 70대 이상이 30.3%, 60대가 39.4%로 60대 이상이 69.7%를 차지하였고, 평균 연령은 64.0세로 고령자가 대부분을 차지하였다.

Table 1의 작목 현황을 보면 노지 작목이 99명(42.9%)으로 가장 많은 비중을 차지하였고, 과수 작목이 89명(38.5%), 비닐하우스 작목이 43명(18.6%)이었다.

2. 살포 시간

농약 살포 시간에 대한 결과는 Table 2와 같다. 방제작업 1회당 작업 시간을 보면 농업인이 응답한 살포 시간은 132분, 관찰을 통해 측정된 살포 시간은 156분으로 실제 살포 시간에 비해 자가 보고한 살포 시간이 평균 24분 적은 것으로 나타났다. 두 그룹 간의 ICC는 0.974로 두 값 간의 상관관계는 매우 높게

나타났다.

살포 시간을 연령별로 보면 모든 연령대에서 자가 보고한 살포 시간이 관찰 평가한 살포 시간에 비해 20.5~29.3분 적은 것으로 나타났으며, 통계적인 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 연령대별 자가 보고 결과와 관찰 평가 간의 ICC도 0.969~0.978로 모든 연령대에서 상관성이 매우 높게 나타났다. 연령 간 살포 시간의 차이를 보면 자가 보고한 결과나 직접 관찰 한 살포 시간 모두에서 통계적인 유의한 차이가 없었다.

살포 시간을 작목별로 보면(작업 관찰을 통해 측정된 작업 시간을 기준으로) 과수 작목이 211.9분으로 가장 많았으며, 노지가 124.2분, 비닐하우스 시설 작목이 115.5분이었고 모든 작목에서 자가 보고한 작업 시간이 관찰 평가한 작업 시간에 비해 모두 통계적으로 유의하게 적은 것으로 나타났다($p<0.001$). 작목 종류에 따른 ICC는 0.891~0.967로 나타나 모든 작목군에서 자가 보고한 작업 시간과 관찰된 시간 간의 상관관계가 매우 높은 것으로 나타났다. 작목 별 살포 시간의 차이를 보면 자가 보고한 결과나 직접 측정된 살포 시간 모두에서 통계적인 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

3. 살포 횟수

자가 보고한 살포 횟수와 일지에 기록된 살포 횟수의 비교 결과는 Table 3과 같다. 자가 보고한 살포 횟수는 연간 12.1회, 일지에 기록된 살포 횟수는 연간 13.8회로 자가 보고한 살포 횟수가 직접 기록된 살포

Table 2. Results for duration of pesticide application

Table 2. Results for duration of pesticide application							Mean(SD)
	Category	N	Self-reported (min.)	Observed (min.)	[†] p-value	[‡] ICC	[§] PCC
Age	<59	70	126.9(68.0)	149.2(70.9)	<0.001	0.969**	0.941**
	60-69	91	133.6(81.3)	162.9(83.3)	<0.001	0.978**	0.956**
	≥70	70	134.9(81.7)	155.1(83.3)	<0.001	0.975**	0.951**
	[*] p-value		0.802	0.554			
Crop	Fruit tree	89	188.4(80.8)	211.9(83.4)	<0.001	0.967**	0.936**
	Open field	99	99.6(55.1)	124.2(59.1)	<0.001	0.961**	0.927**
	Greenhouse	43	89.5(31.0)	115.5(36.0)	<0.001	0.891**	0.813**
	[*] p-value		<0.001	<0.001			
	Total	231	132.0(77.4)	156.4 (79.6)	<0.001	0.974**	0.950**

^{*} p-value by ANOVA by age and crop category

[†] p-value by paired t-test between self-reported and survey form

[‡] ICC: intra-class correlation coefficient

[§]PCC: pearson correlation coefficient, **: $p<0.01$

Table 3. Results for the days pesticide was applied in a year

						Mean(SD)	
Category	N	Self-reported (day)	Survey form (day)	[†] p-value	[‡] ICC	[§] PCC	
Age	<59	70	11.5(4.4)	13.1(4.7)	<0.001	0.926**	0.863**
	60-69	91	11.7(3.8)	13.4(4.5)	<0.001	0.893**	0.819**
	≥70	70	13.1(4.4)	14.8(5.0)	<0.001	0.893**	0.813**
	*p-value		0.054	0.073			
Crop	Fruit tree	89	12.8(3.0)	14.6(3.6)	<0.001	0.764**	0.627**
	Open field	99	12.2(4.4)	13.8(5.0)	<0.001	0.919**	0.857**
	Greenhouse	43	10.2(5.4)	11.9(5.9)	<0.001	0.959**	0.925**
	*p-value		0.003	0.007			
Total	231	12.1(4.2)	13.8(4.8)	<0.001	0.906**	0.835**	

*p-value by ANOVA by age and crop category

[†] p-value by paired t-test between self-reported and survey form[‡] ICC: intra-class correlation coefficient[§]PCC: pearson correlation coefficient, **: p<0.01

횃수에 비해 평균 1.7회 낮은 것으로 나타났다. 일지에 기록된 연간 살포 횃수를 참값으로 하고 설문 응답한 살포 횃수의 신뢰도를 평가한 결과 ICC가 0.926으로 매우 높은 상관성을 보였다.

살포 횃수를 연령별로 보면 모든 연령대에서 자가 보고한 살포 횃수가 관찰 평가 한 살포 횃수에 비해 연간 1.6~1.7회 적은 것으로 나타났으며, 연령대 간에는 통계적인 유의한 차이가 없었다. 연령대별 자가 보고 결과와 관찰 평가 간의 ICC도 0.893~0.926로 모든 연령대에서 매우 높게 나타났다. 연령 간 살포 횃수의 차이를 보면 자가 보고한 결과나 직접관찰 한 살포시간 모두에서 통계적인 유의한 차이가 없었다.

일지에 기록된 살포 횃수를 기준으로 작목별 연간 살포 횃수를 보면 과수 작목이 14.6회로 가장 많았으며, 노지가 13.8회, 비닐하우스 시설 작목이 11.9회였다. 모든 작목에서 자가 응답한 횃수가 일지에 기록된 횃수에 비해 모두 통계적으로 유의하게 적은 것으로 나타났다(p<0.001). ICC는 0.764~0.959로 나타나 모든 작목 군에서 자가 보고한 살포 횃수와 기록된 값과 상관관계가 매우 높은 것으로 나타났다. 작목 별 살포 횃수의 차이를 보면 자가 보고한 결과나 직접 측정된 시간 모두에서 통계적인 유의한 차이를 보였다(p<0.01).

IV. 고 찰

농업인 개인의 농약에 대한 노출 정도를 정량적으

로 파악하는 것은 농약 노출 평가에 있어 매우 중요한 영역이다. 그러나 노출 정도를 직접 평가하는 방법 등은 여러 한계점이 있어서 대리지표를 이용하여 추정하는 방법을 많이 이용해 왔다(Lee, 2011).

대리지표에 이용되는 정보의 신뢰도를 평가하는 연구는 여러 건 수행되었다. 자가 보고된 살충제의 사용 기간과 빈도에 대한 신뢰도 평가에서는 각각 89.5%(Cohen's kappa = 0.48)와 92.0%(Cohen's kappa = 0.40)를 보여 좋은 재현성이 있는 것으로 보고되었다(Cristina et al., 2009). Blair et al.(2002)의 연구에서는 농약 살포 년수에 비해 살포 일수에 대한 문항의 신뢰도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

반면, 자가 보고된 정보가 참값에 근접한 자에 대한 연구는 매우 제한적이다. 살충제 사용 횃수의 정확도에 대한 연구에서, 유기인제나 유기염소계와 같이 많이 사용되는 살충제에 대해서는 회상에 의한 특이도(recall specificity)가 매우 높은(0.6-0.9)것으로 알려져 있다(Engel et al, 2001). 그러나 하루 중 살포 시간과 연간 살포 횃수의 정확성을 조사한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 특히 농약 노출지수를 산출하는 기본적인 방법에서 하루 중 농약 살포 시간에 연간 살포 횃수를 곱해서 산출하기 때문에(Dosemeci et al., 2002) 하루 중 살포 시간과 연간 살포 횃수의 정확성은 농약 노출지수에 결정적인 영향을 미치게 된다.

본 연구 결과, 관찰에 의한 농약 살포 시간을 보면 (Table 2) 살포 작업 1회 당 평균 145분이었다. John et al.(2009)이 보고한 한국 농업인의 살포 시간(240

분)과 비교해 보면 살포 시간이 상당히 감소한 것으로 나타났다. 이는 재배 면적에 따라 살포 시간이 다르고, 또한 10여 년 동안 농약 방제 기술이 발전되면서 작업 시간도 상대적으로 많이 줄어든 것과 관련이 있을 것이다. 살포 시간을 작목별로 보면 과수가 211분으로 가장 많았고, 비닐하우스 시설이 115분으로 가장 적게 나타났다($p<0.001$). 이와 같이 작목별로 방제 작업 시간에 차이가 나는 것은 재배 면적과 살포 방법이 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 작목별 평균 재배 면적을 보면 사과 작목은 가구당 평균 0.85 ha, 비닐하우스 시설 작목인인 수박은 평균 0.73 ha이다(KOSTAT, 2015). 또한 수박 작목은 주로 고압 살포(power spray)방식의 비중이 높고, 공간이 밀폐되어 있어 과수나 노지에 비해 상대적으로 작업이 수월한 것이 영향을 주었을 것으로 보인다.

농약 일지를 기준으로 연간 농약 살포 횟수를 보면(Table 3) 평균 13.8회였으며, 작목별로 보면 과수 작목(14.6회), 노지 작목(13.8회), 비닐하우스 시설 작목(10.2회) 순서를 보였고, 기존 연구 결과와 큰 차이는 없었다(John et al., 2009; Jang et al., 2015). 외국의 연간 살포 일수와 비교해보면(John et al., 2009) 주요 농업 국가의 연간 평균치(20일)에 비해 적은 것으로 나타났다.

자가 보고한 농약 노출정보의 신뢰도는 연령, 작목, 그리고 농약 방제 방법별로 다소 차이는 있으나 살포 시간(ICC 0.974)과 살포 횟수(ICC 0.906) 모두에서 높은 신뢰도를 보였다(Table 2, 3). 이와 같이 자가 보고 결과의 신뢰도가 높은 것은 농업인들에게 농약 방제작업은 경제적 비용이 소요되는 중요한 업무적 행위이기 때문에 본인이 수행한 작업 행위(살포빈도 및 시간)에 대해 어느 정도 정확하게 기억하고 있기 때문으로 생각된다(Lee et al., 2010). 또한 한국 농업인의 재배 면적이 비교적 크지 않고, 농약 방제 작업이 대부분 특정한 주기를 정해 놓고 작업하는 경향이 많기 때문에 회상에 의한 기억이 비교적 정확할 수 있다.

농약 살포 시간을 보면 실제 작업 시간보다 자가 보고한 작업 시간이 평균 24분 적게 보고된 것으로 나타났다(Table 2). 이와 같이 실제 작업 시간보다 자가 보고한 작업 시간이 적게 보고된 것은 농업인이 생각하는 농약 살포 시간은 준비(기기 준비, 농약 희석 등)나 작업 후 정리 시간(방제기 정리 등)등은 제외하고 실제 살포 시간만을 응답했을 가능성을 배제

할 수 없다. 농약을 살포하기 위해서는 미리 장비를 준비하고 농약을 물에 희석하는 등의 준비 시간과, 작업 종료 후 다시 기기를 정리하는 등의 마무리 시간이 상당 부분 필요하다. 그러나 농약을 희석하거나 장비를 준비하는 시간들은 오염된 장비에 접촉되는 과정에서 농약이 피부를 통해 흡수될 가능성이 높기 때문에 농약 노출 시간에 반드시 포함되어야 한다. 실제로 농약 노출지수를 계산할 때 농약 희석 작업의 유무나 방제 기기의 수리 작업 등에 대해 높은 가중치를 부여하고 있다(Dosemeci et al., 2002). 따라서 농약 노출 시간을 평가할 때는 준비 및 정리 시간 등을 포함한 명확한 기준이 제시되어야 한다.

농약 살포 횟수를 보면 자가 응답한 농약 살포 횟수가 실제 일지에 기록된 살포횟수에 비해 연평균 1.7회 정도 저평가된 것으로 나타났다(Table 3). 자가 보고한 살포 횟수가 직접 기록한 일지에 비해 적게 나타난 것은 농약에 대한 부정적인 인식이 영향을 주었을 것으로 추측된다. 즉, 최근 소비자들이 친환경 농산물을 선호하면서 농업인의 입장에서는 본인이 생산한 농작물은 농약을 상대적으로 적게 사용한 것이라는 것을 강조하고자 하는 의도적인 인식을 배제할 수 없을 것이다. 한국의 무농약 농산물 비중(KREI, 2018)은 재배 면적 기준으로 2000년에는 0.05%였던 것이 2016년에는 3.63%로 증가한 것이 이러한 농약에 대한 부정적 인식을 뒷받침해주고 있다.

V. 결 론

우리나라 일부 농업인을 대상으로 자가 보고에 의한 농약 노출 정보(노출 시간과 횟수)는 실제 참값과 상관관계가 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 자가 보고 된 정보는 실제 참값에 비해 저평가되고 있다는 것을 알 수 있었으며, 향후 연구를 통해 저평가된 원인에 대한 연구가 좀 더 수행되어야 할 것으로 보인다.

본 연구의 제한점으로는 대상자들이 일부 지역에서 임의로 선정된 농업인이라는 점에서 본 결과를 일반화하는데 한계가 있다. 그리고 농약 살포시간을 평가하기 위한 작업관찰이 특정 작업 일을 선택하여 진행되었기 때문에 보편적인 작업 상황을 반영하지 못한 한계가 있다. 또한 농약 노출 평가에서 보호구 착용 유무는 매우 중요한 정보이나 착용 실태와 정보의 신뢰도 문제는 연구가 진행되지 못했다. 추후 연구를 통

해 보완되어야 할 부분이다. 그러나 이 연구는 농업인이 자가 보고한 농약 노출 정보의 정확성을 검증했다는 점과 실제 농업인이 자가 보고한 노출 정보는 저평가되고 있다는 것을 확인한 것은 대리지표를 이용한 농약 노출 평가에서 매우 중요한 의미가 있다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비를 지원받았으며 이에 감사드립니다(과제번호 : PJ010079052018).

References

- Alavanja MC, Hoppin JA, Kamel F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu Rev Public Health* 2004;25:155-197
- Blair A, Tarone R, Sandler D, Lynch CF, Rowland A, et al.. Reliability of reporting on life-style and agricultural factors by a sample of participants in the Agricultural Health Study from Iowa. *Epidemiol Survey* 2002;13(1):94-99
- Cristinaa F, Simonaa M, Paoloc B, Valentinaa S, Nidiaa M, et al.. Reliability of self-reported household pesticide use. *European Journal of Cancer Prevention*: September 2009;18(4):404-406
- Dosemeci M, Alavanja MC, Rowland AS, Mage D, Zahm SH, et al. A quantitative approach for estimating exposure to pesticides in the Agricultural Health Study. *Ann Occup Hyg* 2002;46(2):245-260
- Engel LS, Seixas NS, Keifer MC, Longstreth WT Jr, Checkoway H. Validity study of self-reported pesticide exposure among orchardists. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001;11(5):359-368
- Fenske RA. State-of-the-art measurement of agricultural pesticide exposures. *Scand J Work Environ Health* 2005;31(Suppl 1):67-73
- Hoppin JA, Yucel F, Dosemeci M, Sandler DP. Accuracy of self-reported pesticide use duration information from licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2002;12(5):313-342
- Jang I, Kim KM, Lee SW, Choi KH, Suh SJ. Analysis of pesticide applications on apple orchards in Geochang, Korea. *Korean J Pestic Sci* 2015;19(2):93-100
- John A., Tomenson. Graham A., Matthews. Causes and types of health effects during the use of crop protection chemicals: data from a survey of over 6,300 smallholder applicators in 24 different countries. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:935-949
- Korea Rural Economic Institute(KREI).[Accessed 27 Jun 2018]. Available from: URL:http://library.krei.re.kr/dl_images/001/041/PRI039.pdf
- KOSTAT. 2015 Census of Agriculture, Forestry and Fisheries. [Accessed 27 Jun 2018]. Available from: URL: <https://library.korea.ac.kr/search/detail/CATNBZ000045891812>
- Lee YH, Cha ES, Moon KM, Kong YA, Koh SB, et al.. Reliability of self-reported information by farmers on pesticide Use. *J Prev Med Public Health* 2010;43(6):535-542
- Lee WJ. Pesticide Exposure and Health. *J Environ Health Sci* 2011;37(2):81-93
- Maroni M, Colosio C, Ferioli A, Fait A. Biosurvey formal monitoring of pesticide exposure: a review. *Introduction. Toxicosurvey formy* 2000;143(1):1-118