

# Chlorpyrifos, chlorothalonil 살포중 피부 및 호흡기 노출량과 주요 관련요인에 관한 연구

Exposure assessment to farm chlorpyrifos and chlorothalonil applicators and its relevant factors

강태선, 최인자, 김길중\*, 김형아\*\*, 이한기\*\*\*

원진 노동환경건강연구소, \*용진 농민한의원, \*\*가톨릭대학교 예방의학교실  
\*\*\*농촌생활연구소

Tae-Sun Kang<sup>1</sup>, In-Ja Choi<sup>1</sup>, Gil-Jung Kim<sup>2</sup>, Hyoung-Ah Kim<sup>3</sup>, Han-Ki Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Wonjin Institute for Occupational and Environmental Health

<sup>2</sup> Yongjin Oriental Medicine for Farmers

<sup>3</sup> The Catholic University of Korea College of Medicine, Dept. Preventive medicine.

<sup>4</sup> National Rural Living Science Institute Rural Development Administration of Korea

## 1. 연구목적

우리나라에서 농약노출에 관한 조사는 이제까지 식품잔류 및 물이나 토양 등 환경중 잔류 농도에 집중되었다. 본 연구는 대표적인 유기인계 및 유기염소계 농약인 클로로피리포스(chlorpyrifos)와 클로로탈로닐(chlorothalonil)을 농민이 살포할 때 피부노출과 호흡기 노출을 측정하였고 노출과 관련되는 몇 가지 주된 요인을 살펴보고자 하였다. 특히 살포방법(동력분무기 방제, 고속승용식 방제; 일명 SS기), 대상작목(배, 노지고추)에 따른 노출량과 노출경향의 차이를 비교하였다.

## 2. 연구방법

<대상 및 방법> 동력분무기방식(배,노지고추)과 고속승용식(Speed sprayer; 이하 SS기, 배 방제시에만 이용됨) 방제작업에 대하여 클로로피리포스와 클로로탈로닐을 살포하는 동안 피부패치(patch)를 달아 피부노출을 측정하였고 호흡기 노출은 공기펌프에 농약 샘플링 여재튜브를 연결하고 작업자 호흡기 근처에서 측정하였다(EPA OPPTS 875 Guideline). 측정방법에 대한 타당성평가(Method Validation)를 수행하여 방법을 확정하였다. 클로로탈로닐의 호흡기노출 측정방법은 타당도를 얻지 못하였는 바 호흡기노출은 조사하지 못했다. 방제작업동안 피부패치를 작업자의 보호구 밖에 부착하여 침착하는 농약을 측정하였다. 각 방제방법별로 작업조건이 비슷한 9-12 농가에 대하여 측정하였다.

### 3. 연구결과

<피부노출량> 각 농약의 피부노출량은 Table 1, 2와 같다.

Table 1. 각 작목 방제작업자의 chlorpyrifos 피부노출량

Potential Dermal Exposure, Chlorpyrifos	과 수 (배) 방 제		노 지 (고 추) 방제	
	동력분무기 살포, n=10	SS기 살포, n=10	동력분무기 살포, n=13	동력분무기 보조, n=9
GM <sup>1)</sup> (mg/hr)	138.8	47.5	105.1	11.3
Range (mg/hr)	83.1~425.2	9.3~211.7	16.4~320.5	3.2~22.8
GSD <sup>2)</sup>	1.7	2.6	2.2	2.0

<sup>1)</sup> GM : Geometric mean (기하평균), <sup>2)</sup> GSD :Geometric standard deviation (기하표준편차)

※ 노출량 순위 ; 과수 동력분무기, 노지고추 동력분무기 > 과수 SS기 > 동력분무기 보조

과수 동력분무기 > 과수 SS기 유의함 (p < 0.05)

노지고추 동력분무기 > 과수 SS기 유의함 (p<0.05)

과수 동력분무기 > 노지고추 동력분무기 유의하지 않음 (p=0.65)

과수 SS기 > 동력분무기 보조 (p<0.05)

Table 2. 각 작목 방제작업자의 chlorothalonil 피부노출량

Potential Dermal Exposure, Chlorpyrifos	과 수 (배) 방 제		노 지 (고 추) 방제	
	동력분무기 살포, n=6	SS기 살포 n=6	동력분무기 살포, n=13	동력분무기 보조, n=9
GM (mg/hr)	470.2	102.2	336.3	40.2
Range (mg/hr)	290.5~1069.8	28.1~663.8	77.8~1616.8	9.7~92.9
GSD	1.7	3.1	2.6	2.2

※ 노출량 순위 ; 과수 동력분무기, 노지고추 동력분무기 > 과수 SS기 > 동력분무기 보조

과수 동력분무기 > 과수 SS기 유의함 (p < 0.05)

노지고추 동력분무기 > 과수 SS기 유의함 (p<0.05)

과수 동력분무기 > 노지고추 동력분무기 유의하지 않음 (p=0.38)

과수 SS기 > 동력분무기 보조 (p<0.05)

<호흡기노출> 호흡기 노출측정 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. 각 작목 방제작업자의 chlorpyrifos 호흡기노출량

Respiratory Exposure	과 수 (배) 방 제		노 지 (고 추) 방제	
	동력분무기 살포 n = 10	SS기 살포 n = 10	동력분무기 살포 n = 9	동력분무기보조 n = 5
GM (μg/m <sup>3</sup> )	0.86	0.08	0.12	- **
Range (μg/m <sup>3</sup> )	0.01*~20.70	0.01*~35.0	0.01*~6.90	-
GSD*	30.0	30.5	16.9	-

검출한계 미만인 시료가 33-70 %이며 통계분석결과 각각의 경우 노출량이 다르지 않음

SS vs 고추동력, 노출량이 서로 다르지 않음, ( p = 0.661)

SS vs 과수동력, 노출량이 서로 다르지 않음, ( p = 0.211)

고추동력 vs 과수동력, 노출량이 서로 다르지 않음, ( p = 0.190)

<피부노출 경향>

Table 4는

Table 4. 주요 변수에 따른 신체부위별 chlorpyrifos 피부노출량 비율 (%)

Potential Exposure Chlorpyrifos (단위;mg/hr)	과 수 (배) 방 제		노 지 (고 추) 방 제	
	동력분무기	SS기	동력분무기	동력분무기(보조)
Head	5.8	4.0	0.5	0.6
Face	2.2	2.7	1.3	0.6
Neck	0.8	0.9	0.3	0.2
Upper arms	25.2	20.5	8.7	3.1
Forearms	7.6	10.6	6.0	1.5
Chest	11.9	14.7	7.9	3.3
Back	10.0	9.6	1.9	2.5
Thighs	13.2	18.7	43.4	17.0
Lower legs	12.4	11.0	11.6	4.1
Feet	0.6	1.0	1.2	1.1
Hands	10.3	6.4	17.2	66

4. 고찰

동력분무기 이용한 고추와 과수 방제간 피부노출에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. SS기를 이용한 방제가 동력 유의하게 노출이 낮았다(1/3-1/4). 따라서 두 작목간 노출차이 보다 살포기기가 피부노출의 주된 결정요인으로 판단된다. 피부노출에서 작목요인은 노출량 보다는 주요 노출부위에 영향을 주는 것으로 판단되었다. 한편 손 노출 비중은 보조작업(66%)을 제외하고 모두 비율이 20 % 이하로 나타났다. 해외 관련연구에서 일반적으로 60 % 이상인데 비교하여 낮은 비율이다. 호흡기노출에서는 작업군간의 유의한 차이를 볼 수 없었다. 또한 검출한계 미만이 33-70 %로 나타났다. 농약이 일반적으로 증기압이 매우 낮기 때문인 것으로 판단된다.