

애집개미 (*Monomorium pharaonis*) 일개미에 대한 농업용 살충제의 독성평가

강신호 · 한종빈 · 박신섭 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물외학과

요약 : 시판되고 있는 살충제 34종과 개미전문약제 2종에 대해 독이법으로 애집개미 (*Monomorium pharaonis*) 일개미의 속효성 살충제를 탐색하고, 활성이 있는 약제의 독성을 비교하였다. 식이법에서 100%의 살충 속효성을 나타낸 약제로는 bifenthrin, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, cypermethrin, dichlorvos, fenthion, fenitrothion, methidathion, pirimifos-methyl, phenthoate 등 10종이었으며, 선발약제의 LC₅₀ (ppm) 값은 pirimifos-methyl (0.33), chlorpyrifos-methyl (0.76), phenthoate (1.70), bifenthrin (1.78), dichlorvos (2.50), cypermethrin (9.92), chlorpyrifos (22.21), fenitrothion (36.58), fenthion (40.96), methidathion (64.34) 순으로 나타났다. Dichlorvos, benfuracarb, cypermethrin의 LT₅₀ (일)은 각각 0.25, 0.38, 0.27로 속효성이었으며, boric acid와 hydramethylnon은 각각 3.4와 2.6로 지효성이었다. 지속효과 실험에서 처리후 13일째까지 90%이상의 살충률을 나타낸 약제는 chlorpyrifos-methyl, fenthion, methidathion이었다. (2006년 8월 25일 접수, 2006년 9월 18일 수리)

색인어 : 애집개미 (*Monomorium pharaonis*), 농업 살충제, 지속효과

서 론

일반 가정이나 산업체 등의 도시환경에서 개미는 주요한 해충이며 최근 개미의 방제를 위한 경제적 부담도 점점 증가하고 있으나, 생물학적 특성이나 방제를 위한 정보의 부족으로 효과적 방제가 이루어지지 못하고 있다(Whitmore *et al.*, 1992). 애집개미는 두마디개미아과(Myrmicinae)로 국내를 포함하여 세계적으로 널리 퍼져 있으며(Choi, 1996), 고대 이집트의 파라오시대에 전염병(plague)으로부터 유래되어 Pharaoh 개미로 널리 알려진 경제적으로도 중요한 해충이다(Nickerson *et al.*, 2003).

애집개미(*Monomorium pharaonis*)는 주거공간의 주요 위생해충으로서 병원 등에서 병의 매개체로 문제가 되고 있으며(Oi *et al.*, 1996), 일반적으로 실내해충(indoor pest)으로 건물의 거의 모든 지역에 출몰하여 먹이를 섭식하는 광식성이면서(Klotz *et al.*, 1995), *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp 등과 같은 12가지 이상의 병원균을 옮기기 때문에 방제의 중요성은 더욱 높다(Beatson, 1972).

개미를 방제하기 위한 제형으로 스프레이(spray), 분

말가루(dust), 입자(granules), 그리고 독이(baits) 제형 등이 다양하게 검토되었으며, 그 중 애집개미는 독이 제형을 이용한 방제효과가 가장 높다(Klotz *et al.*, 1995). 또한 Klotz *et al.* (1995)은 애집개미의 성공적인 방제에 있어서 독먹이에 대한 유인력과 먹이 섭식 후 살충까지의 기간 동안 먹이교환(trophallactic distribution)이 충분히 이루어질 때 연쇄 살충효과가 이루어지므로 독성효과를 지연시키는 것이 중요하다고 보고하였다. 일반적으로 개미 독먹이제는 boric acid, hydramethylnon, 그리고 sulfluramid와 같은 신진대사의 억제작용을 갖는 활성성분을 함유하며, 개미 colony의 전체에 대한 살충작용이 나타나기 전 2~3일의 지연효과를 가질 때 우수한 연쇄살충효과를 나타낸다(Ulloa-Chacon and Jaraillo, 2003; Klotz *et al.*, 1997a; Oi *et al.*, 2000). 이와 같이 애집개미를 방제하기 위해서는 colony의 군집 전체를 제거하여야 하며 그러기 위해서는 주거공간 내에서 추적행동(trailing behavior) 습성을 고려하여 억제하는 것이 효과적이다(Oi *et al.*, 2000). 따라서 초기에 스프레이 제형을 이용하면 단지 몇 마리의 일개미만 죽일 뿐이므로 독이 제형을 이용하여 colony 전체에 독성성분을 축적시키는 지효성 살충제의 적용이 요구된다(Klotz *et al.*, 1997b; Stanley, 2004).

*연락처

본 연구에서는 농업해충의 방제제로 국내에 등록되어 있는 34종의 약제(농약사용지침서, 2004)에 대하여 애집개미 일개미의 살충효과를 조사하였으며, 식이독성(feeding toxicity)으로 기존의 개미 전문약제인 hydramethylnon과 boric acid 대비 살충활성이 높은 농업해충 살충제의 발현속도를 비교함으로써 농업해충 방제제를 이용한 개미살충제 개발의 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험곤충

실험에 사용된 애집개미(*M. pharaonis*)의 일개미는 2005년 8월에 애집개미가 많이 발생하는 청주의 일반 가정에서 1~5 g의 마른 오징어를 넣어둔 개봉된 지퍼백을 이용하여 야간에 유인된 애집개미 야외계통을 채집하여 사용하였다.

실험 화합물

실험에 사용된 살충제는 농업해충 방제약제로서 (Pesticide Handbook, 2004), 유기인계 9종, 카바메이트계 3종, 피레스로이드계 7종, 네오니코티노이드계 5종, 항생제 4종, 그리고 기타 6종 등 모두 34종이었으며, 이들 각 살충제에 대한 일반명, 제형, 유효성분량 및 추천농도는 표 1과 같다. 그 외 개미 방제약제로 널리 사용되고 있는 hydramethylnon(2.0%, bait)과 boric acid(43.0%, bait)를 0.1 g씩 사용하였다.

생물검정

섭식독성 실험

시험약제를 각각의 추천농도로 증류수에 희석하여 약액을 준비하고, 먹이(dried cuttlefish: 0.09105±0.017 g)를 약액에 1분간 침지하였고, 약 1시간 음건 후 filter paper (9 cm, Watman No. 2) 위에 젖은 솜이 놓인 페트리디쉬 (9×4 cm)를 만들어서 일개미를 20마리씩 처리하였다. 그리고 48시간 후 살충률을 조사하였으며, 모든 실험은 3반복으로 수행하였다.

약제별 살충 발현속도

추천농도로 희석한 약액에 먹이(dried cuttlefish: 0.09105±0.017 g)를 1분간 침지하고 약 1시간 음건 후 filter paper (9 cm, Watman No. 2) 위에 젖은 솜이 놓인 페트리디쉬 (9×4 cm)에 넣었으며, 개미 살충제로 널리 알려진 hydramethylnon 및 boric acid, 그리고

benfuracarb와 살충 발현속도를 비교하였다. 이때 hydramethylnon과 boric acid는 비희석 상태이므로 각각 2%와 43%인 독이제를 0.1 g씩 동일한 규격의 용기에 넣고 시험을 실시하였으며, benfuracarb(30% 유제)는 다른 약제와 동일하게 처리하였다. 이때, 애집개미의 일개미는 30마리씩 처리하였으며, 처리 후 6시간 이후부터 10일 동안 매일 살충수를 조사하였다.

지속독성 실험

섭식독성 실험에서 100%의 살충효과를 나타낸 약제를 대상으로 시간 경과에 따른 지속독성 실험을 실시하였다. 3, 6, 9, 13일 경과에 따른 약제의 살충력을 평가하였으며, 실험을 위하여 약제별로 4개씩 섭식독성 실험과 동일한 방법으로 페트리디쉬를 준비한 후 실온에서 살충성분을 휘산시켰다. 그리고 경과 일수별로 20마리의 일개미를 처리하여 처리 24시간 후 살충률을 평가하였다.

자료분석

섭식독성실험에서 살충률에 대한 결과는 Tukey's studentized range test(SAS Institute, 1991)로 비교하였고, LC₅₀(ppm)은 Probit 계산법으로 산출하였다(Finney, 1971).

결 과

독먹이에 의한 일개미 성충의 약제 감수성

시판되고 있는 농업용 살충제를 각각의 추천농도로 희석하여 식이법으로 처리한 후 48시간 경과 시 애집개미의 일개미 성충의 치사효과를 조사한 결과(표 1), 100%의 살충률을 나타낸 약제는 유기인계의 chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, dichlorvos, fenthion, fenitrothion, methidathion, phenthoate, pirimifos-methyl과 피레스로이드계의 bifenthrin, cypermethrin이었다. 즉, 유기인계 살충제는 대부분 100%의 살충력을 나타냈으며, 7종의 피레스로이드계 살충제 중에서는 bifenthrin과 cypermethrin이 100%의 높은 살충력을 나타냈다. 그리고 카바마이트계 살충약제로 처리된 carbaryl, methomyl, pirimicarb는 피레스로이드계의 살충력보다 비교적 낮은 살충력을 보였고, 네오니코티노이드계 살충제는 imidacloprid를 제외하고 살충효과가 매우 낮았다. 또한 항생제 계통의 4개 약제는 48시간 후의 살충효과는 보이지 않았다.

섭식독성 시험에서 효과가 좋았던 10개의 약제를

Table 1. Comparative toxicities against *M. pharaonis* workers at 48 hours after treated of the 34 insecticides baits by diet dipping method

Pesticide	AI (%) and formulation ^{a)}	Recommended Conc. (ppm)	n	Mortality (%) (Mean±SD)
Organophosphates				
Acephate	50 WP	500	60	70.3±46.2 a-d ^{b)}
Chlorpyrifos	25 WP	250	60	100.0±0.0 a
Chlorpyrifos-methyl	25 EC	312.5	60	100.0±0.0 a
Dichlorvos	50 EC	500	60	100.0±0.0 a
Fenthion	50 EC	500	60	100.0±0.0 a
Fenitrothion	50 EC	500	60	100.0±0.0 a
Methidathion	40 EC	400	60	100.0±0.0 a
Phenthoate	47.5 EC	475	60	100.0±0.0 a
Pirimiphos-methyl	25 EC	500	60	100.0±0.0 a
Carbamates				
Carbaryl	50 WP	500	60	84.4±11.3 ab
Methomyl	24.1 SC	241	60	40.8±11.5 b-h
Pirimicarb	25 WP	162.5	60	70.0±26.5 a-e
Pyrethroids				
Bifenthrin	2 WP	10	60	100.0±0.0 a
Cypermethrin	5 EC	50	60	100.0±0.0 a
Deltamethrin	1 EC	10	60	80.0±26.5 ab
Etofenprox	20 EC	200	60	81.4±20.8 ab
Fenpropathrin	5 EC	50	60	51.9±25.2 a-g
Esfenvalerate	1.5 EC	15	60	47.3±26.5 a-h
Lambda-cyhalothrin	1 EC	10	60	80.7±5.8 ab
Neonicotinoids				
Acetamiprid	8 WP	40	60	29.8±11.5 c-h
Clothianidin	8 WP	40	60	22.2±17.3 c-h
Imidacloprid	10 WP	50	60	63.0±11.5 a-e
Thiamethoxam	10 WG	50	60	37.1±20.8 b-h
Thiacloprid	10 SC	50	60	19.3±25.2 d-h
Antibiotics				
Abamectin	1.8 EC	6.03	60	3.6±17.3 h
Emamectin benzoate	2.15 EC	10.75	60	0.0±0.0 h
Milbemectin	1 EC	10	60	0.0±0.0 h
Spinosad	10 WG	50	60	11.1±10.0 e-h
Others				
Chlorfenapyr	5 WP	50	60	75.5±15.3 abc
Fipronil	5 SC	50	60	0.0±0.0 h
Etoxazole	10 SC	50	60	57.7±20.8 a-f
Acequinocyl	15 SC	150	60	42.3±20.0 a-h
Fenpyroximate	5 SC	25	60	65.4±43.6 a-e
Pyridaben	20 WP	20	60	0.0±0.0 h

^{a)}WP=wattable powder, EC=emulsifiable concentrate, SC=suspension concentrate, WG=water dispersible granule.

^{b)}Means followed by the same letter are not significantly different P<0.05 by Tukey's studentized range test (SAS Institute, 1999).

식이법으로 LC₅₀(ppm)값을 평가한 결과(표 2), pirimiphos-methyl이 0.33으로 가장 높은 살충효과를 보였으며, chlorpyrifosmethyl (0.76) > phenthoate (1.70) >

bifenthrin (1.78) > dichlorvos (2.50) > cypermethrin (9.92) > chlorpyrifos (22.21) > fenitrothion (36.58) > fenthion (40.96) > methidathion(64.35) 순으로 나타났다.

Table 2. LC_{50s} (ppm) values of 10 insecticides against *M. pharaonis* workers

Insecticide	Class ^{a)}	n	Slpoe	LC ₅₀ (95% CL, ppm)
Bifenthrin	Pyr.	80	3.31	1.78 (1.47~2.27)
Chlorpyrifos	Org.	80	1.43	22.21 (16.44~29.27)
Chlorpyrifos-methyl	Org.	80	1.47	0.76 (0.57~0.97)
Cypermethrin	Pyr.	100	1.56	9.92 (8.03~12.39)
Dichlorvos	Org.	80	1.56	2.50 (1.57~6.85)
Fenitrothion	Org.	60	2.24	36.58 (29.04~45.97)
Fenthion	Org.	60	1.87	40.96 (31.86~52.62)
Methidathion	Org.	80	2.42	64.35 (53.07~79.16)
Phenthoate	Org.	100	1.03	1.70 (1.08~3.04)
Pirimifos-methyl	Org.	60	0.68	0.33 (0.17~0.59)

^{a)}Pyr.=pyrethroids, Org.=organophosphate insecticide.

약제의 발현속도

식이법을 이용하여 5종의 약제(cypermethrin, benfuracarb, dichlorvos, boric acid, hydramethylnon)의 발현속도를 비교한 결과(그림 1), cypermethrin, dichlorvos, benfuracarb는 48시간 이내에 100%의 살충률을 나타내었으나, boric acid와 hydramethylnon은 각각 처리 8일째와 10일째에 100%의 살충률을 나타냈다. 이 약제들의 LT₅₀ 값은 cypermethrin이 0.27일, benfuracarb가 0.38일, dichlorvos가 0.25일로 속효성이며, dichlorvos가 가장 빠른 살충 발현속도를 나타내었고, boric acid는 3.4일, hydramethylnon은 2.6일로 지효성을 보였다.

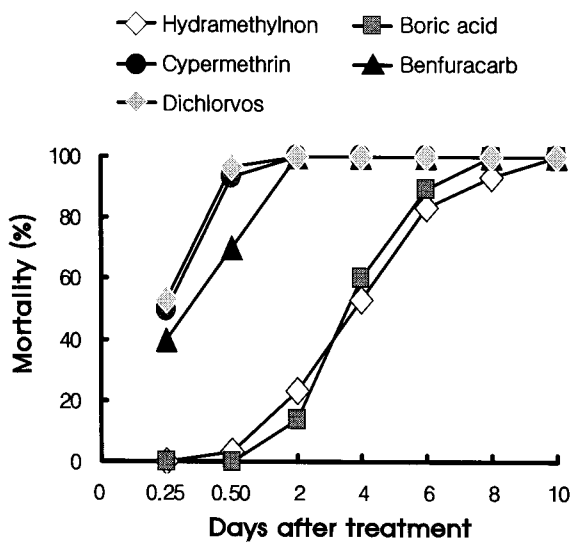


Fig. 1. Toxicity of five insecticides to *M. pharaonis* workers as a function of exposing time.

지속독성

섭식독성 시험에서 100%의 살충효과를 보인 유기인계 및 피레스로이드계 10개의 약제에 대하여 살충

지속효과를 비교한 결과(그림 2), chlorpyrifos-methyl과 methidathion이 처리 후 13일 경과까지, 그리고 dichlorvos와 fenthion은 처리 후 9일까지 100%의 살충효과를 보였다.

고 찰

애집개미의 방제를 위하여 검토된 34종의 농업용 살충제 중 시험에 사용된 유기인계 살충제는 대부분 처리 후 48시간 평가에서 매우 높은 살충성이 나타났으며, 피레스로이드계 중에서도 bifenthrin, cypermethrin은 카바마이트계보다 우수한 애집개미 살충효과를 나타내었다(표 1). Seagraves와 McPherson(2003)은 바이알 병을 이용한 시험에서 각 병에 5~10마리의 불개미를 각각 처리한 후 chlorpyrifos, methomyl, lambda-cyhalothrin, 그리고 acephate를 처리했을 때, 카바메이트계의 methomyl이 다른 성분에 비해 높은 살충효과가 있다고 보고하였다. 즉, 표 1의 결과와 달리 chlorpyrifos 및 lambda-cyhalothrin에 비해서도 높게 살충효과가 나타났으며, 이는 실험곤충의 종류 및 실험방법의 차이에서 기인된 결과로 여겨진다. 높은 살충속효성을 나타낸 10개의 농업용 살충약제에 대하여 LC₅₀(ppm)값을 비교했을 때, 기존 가정용 살충제로 많이 사용했었던 dichlorvos(2.50) 성분에 비해 pirimifos-methyl(0.33), chlorpyrifos-methyl(0.76), phenthoate(1.70), 그리고 bifenthrin(1.78)이 더 높은 살충효과를 나타내었다(표 2).

Klotz et al.(1995)은 개미의 종류에 따라 서식처를 건물 내(inside), 실외(outside)로 나누어 발생률을 조사하였으며, 건물 내에서는 애집개미 > Ghost 개미 > Carpenter 개미 > Crazy 개미 > 불개미 > Big-headed

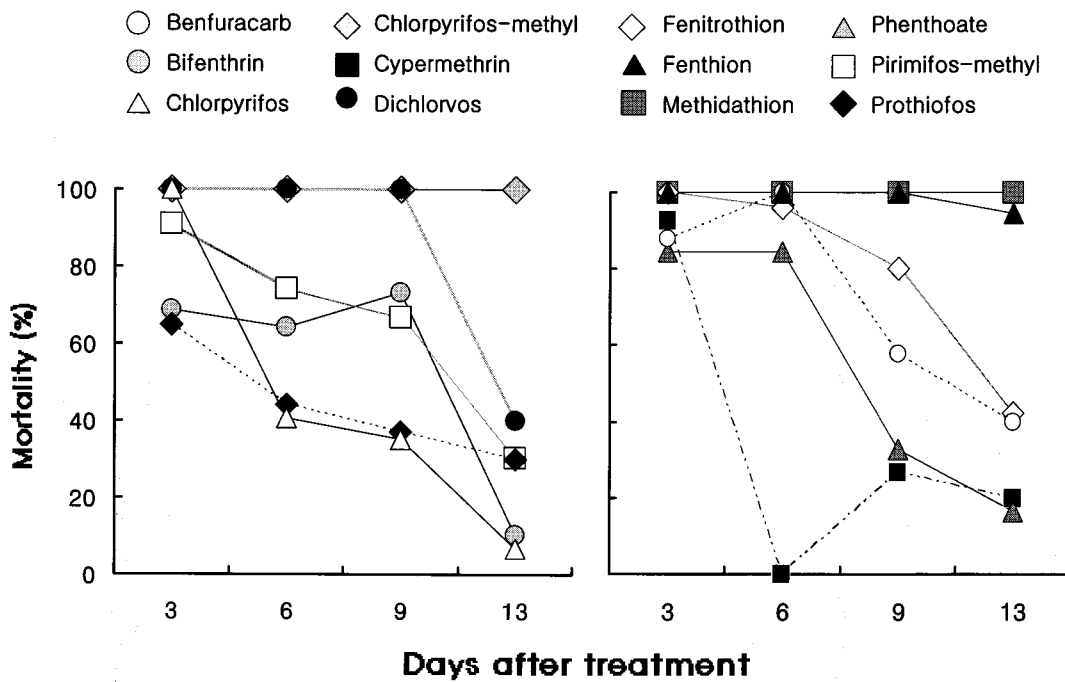


Fig. 2. Toxic persistence of 10 insecticidal baits against *M. pharaonis* workers.

개미 순으로 출현한다고 보고하였다. 이와 같이 개미는 추적성분(marked trailing)을 통하여 먹이로부터 그들 서식처를 다시 찾아가는 행동학적 특성을 갖게 되며, 이때 추적성분인 페로몬은 휘발성이 높기 때문에 작은 colony에 비해 큰 colony를 이루고 있는 개미집단이 네트워크를 통하여 교호적으로 추적성분을 남김으로서 서식처로부터 더 먼 거리를 이동하게 된다 (Beekman *et al.*, 2001; Jeanson *et al.*, 2003).

건물 내의 애집개미 colony는 실외에 서식하는 개미와 달리 colony로의 접근이 불가능하므로 애집개미의 먹이교환 (trophallactic distribution) 습성을 활용하는 것이 중요한데, Oi *et al.*(2000)은 비교적 지효성 살충제로 잘 알려진 hydramethylnon에 대하여 유약호르몬 이성질체인 fenoxycarb와 비교실험 시 빠른 애집개미 살충력을 보이므로 연쇄살충성분으로 적합하지 않다고 보고한 바 있다. 즉, 점진적인 살충효과를 보이는 fenoxycarb는 종 특성상 애집개미의 colony 전체에 살충성분이 확산, 누적되게 되며, 일개미를 비롯한 colony 전체에 살충작용이 이루어지고 장기간 살충지속효과를 나타내게 된다.

또한 Williams and Vail(1993)은 0.5%의 fenoxycarb 농도에서 애집개미의 colony를 제거하는데 효과가 있지만 1% 이상의 높은 농도에서는 일개미에게 기피작용을 나타내어 접근하지 않으므로 결국 연쇄살충효과가 떨어진다고 보고하였다.

Cypermethrin과 permethrin 등의 피레스로이드계 살충제는 개미에 대하여 기피효과가 있는 것으로 보고 되었으며(Knight and Rust, 1990), Buczkowski *et al.* (2005)은 실내에 서식하는 애집개미의 colony를 제거하는데 있어서 피레스로이드계 살충제는 적합하지 않으며 야외로부터 건물 내로 침입하는 애집개미를 방제하기 위한 살충, 기피제로 유용하다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 검토된 34종의 농약제제에 있어서 살충 속효성을 나타낸 유기인계 및 피레스로이드계 살충 성분은 실외나 건물 내에서 일개미의 살충 및 접근 방지선 (barrier zone) 용도의 성분으로 적합할 것이라 여겨진다.

Scharf *et al.*(2004)은 fipronil 성분이 Odorous House 개미(*Tapinoma sessile*)의 일개미가 전혀 감지하지 못하는 비기피제로서 피레스로이드계인 cyfluthrin이나 네오니코티노이드계인 imidacloprid에 비해 처리 후 8주까지 더 우수한 지속효과를 보였다고 하였다 (Hooper-Bui and Rust, 2002).

본 연구에서도 fipronil은 처리 48시간 후에 살충률 (표 1)은 전혀 나타나지 않는 것으로 보아 지효성 살충제로 작용하는 것으로 판단된다. 따라서 속효성 살충제로 효과가 매우 낮았던 fipronil 외에 pyridaben 및 항생제 종류의 살충성분도 애집개미의 전체 colony 제거를 위하여 살충지속효과에 대한 검토가 필요하며, 속효성 농업용 살충제를 가정에서 애집개미 방제

용으로 사용할 경우, 장기적인 살충 지속성과 함께 인체위해성 등을 면밀히 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 충북대학교 학술지원연구사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

인용문헌

- Beatson, S. H. (1972) Pharaoh ants as pathogen vectors in hospitals. *Lancet*. 1:425~427.
- Beekman, M., D. J. T. Sumpter and F. L. W. Ratnieks (2001) Phase transition between disordered and ordered foraging in Pharaoh's ants. *PNAS*. 98:9703~9706.
- Buczowski, G., M. E. Scharf, C. R. Ratliff and G. W. Bennett (2005) Efficacy of simulated barrier treatments against laboratory colonies of Pharaoh ant. *J. Econ. Entomol.* 98:485~492.
- Choi, B. M. (1996) Distribution of Ants (Formicidae) in Korea. *Distribution Map of Provinces*. J. Institute Sci. Educat. 17:41~89.
- Finney, D. J. 1971. *Probit analysis*. Cambridge Univ. Press. London.
- Hooper-Bui, L. M. and M. K. Rust (2000) Oral toxicity of abamectin, boric acid, fipronil, and hydramethylnon to laboratory colonies of argentine ants (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 93:858~864.
- Jeanson, R., F. L. W. Ratnieks and J-L. Deneubourg (2003) Pheromone trail decay rates on different substrates in the Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. *Physiol. Entomol.* 28:192~198.
- Klotz, J. H., J. R. Mangold, K. M. Vail, L. R. Davis and R. S. Patterson (1995) A survey of the urban pest ants (Hymenoptera: Formicidae) of peninsular Florida. *Florida Entomol.* 78:109~118.
- Klotz, J. H., K. M. Vail and D. F. Williams (1997a) Toxicity of a boric acid-sucrose water bait to *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 30:488~491.
- Klotz, J. H., D. Williams, B. Reid, K. Vail and P. Koehler (1997b) Ant trails: A key to management with baits. University of Florida, Cooperative Extension service, Institute of Food and Agricultural Science.
- Knight, R. L. and M. K. Rust (1990) Repellency and efficacy of various insecticides against foraging workers in laboratory colonies of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 83:1402~1408.
- Nickerson, J. C., D. L. Harris and T. R. Fasulo (2003) Pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (Linnaeus) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). University of Florida.
- Oi, D. H., K. M. Vail and D. F. Williams (1996) Field evaluation of perimeter treatments for Pharaoh ant (Hymenoptera: Formicidae) control. *Florida Entomol.* 79:252~263.
- Oi, D. H., K. M. Vail and D. F. Williams (2000) Bait distribution among multiple colonies of Pharaoh ants (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 93:1247~1255.
- Pesticide handbook (2004) Korea Agricultural Chemicals Industrial Association. p.236.
- SAS Institute (1991) *SAS/STAT user's guide: Statistics, version 6.04*. Cary, N. C., U.S.A.
- Seagraves, M. P. and R. M. McPherson (2003) Residual susceptibility of the Red Imported Fire ant (Hymenoptera: Formicidae) to four agricultural insecticides. *J. Econ. Entomol.* 96:645~648.
- Scharf, M. E., C. R. Ratlife and G. W. Bennett (2004) Impacts of residual insecticide barriers on perimeter-invading ants, with particular reference to the odorous house ant, *Tapinoma sessile*. *J. Econ. Entomol.* 97:601~605.
- Stanley, M. C. (2004) Review of the efficacy of baits used for ant control and eradication. Landcare Research New Zealand Ltd.
- Ulloa-chacon, P. and G. I. Jaramillo (2003) Effect of boric acid, fipronil, hydramethylnon, and diflubenzuron baits on colonies of Ghost ants (Hymenoptera: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 96:856~862.
- Whitmore, R. W., J. E. Kelly and P. L. Reading (1992) National home and garden pesticide use survey, final report, Volume 1: executive summary, results, and recommendations. U.S. Environmental Protection

- Agency. colony development. J. Economic Entomol. 86:1136~1143.
- Williams, D. F. and K. M. Vail (1993) Pharaoh ant (Hymenoptera: Formicidae) : Fenoxycarb baits affect colony development. J. Economic Entomol. 86:1136~1143.
- 농약공업협회 (2004) 농약사용지침서.

Toxicity Evaluation of Agricultural Insecticides on Workers of Pharaoh Ant, *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera : Formicidae)

Shin-Ho Kang, Jong-Been Han, Shin-Sub Park, Gil-Hah Kim* (Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea)

Abstract : Toxicities of 34 agricultural insecticides was tested against *Monomorium pharaonis* workers by diet dipping method. Ten insecticides among them, bifenthrin, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, cypermethrin, dichlorvos, fenthion, fenitrothion, methidathion, pirimifos-methyl, and phenthoate showed 100% rapid mortality. LC₅₀ (ppm) values of selected insecticides were appeared on the order of pirimifos-methyl (0.33), chlorpyrifos-methyl (0.76), phenthoate (1.70), bifenthrin (1.78), dichlorvos (2.50), cypermethrin (9.92), chlorpyrifos (22.21), fenitrothion (36.58), fenthion (40.96), and methidathion (64.34). LT₅₀ (day) values by diet dipping method showed that dichlorvos, benfuracarb and cypermethrin acted more rapid than boric acid and hydramethylnon. The values of the former three were 0.25, 0.38 and 0.27 days, and those of the latter two were 3.4 and 2.6 days, respectively. In persistence effect tests, chlorpyrifos-methyl, fenthion and methidathion showed over 90% insecticidal activity for 13 days.

Key words : *Monomorium pharaonis*, pharaoh ant, insecticide, toxicity

*Corresponding author (Fax: +82-43-271-4414, E-mail : khkim@chungbuk.ac.kr)