

**Carboxyl Esterase의 活性測定에 의한 복숭아혹진딧물,
Myzus persicae S.의 殺蟲劑圃場抵抗性度の 季節的變動**

Seasonal fluctuation of Carboxylesterase activity in field collected
populations of the green peach aphid

宋承錫¹·吳鴻圭¹·本山植樹²

Seung Seok Song¹, Hong Kyu Oh¹, Naoki Motoyama²

ABSTRACT The fluctuation of insecticide resistance in the green peach aphid (GPA) in fields was investigated by caboxy1 esterase (CE) activity index analysis. Of the GPA Populations occurred on the red pepper seedlings, aphids in the untreated and treated with acephate plots showed 40 and 78 resistance percent (RP), respectively. Aphids in the untreated kale field showed the RP value 24 in July, contrast to 83 in October. Mean RPs of aphids from 18 localities were 50 +14 in summer and 82+10 in late fall, indicating a seasonal fluctuation of the CE activity.

KEY WORDS *Myzus persicae*., Carboxyl esterase activity, Seasonal Variation, Resistance.

초 록 포장의 약제저항성 변동요인을 조사하기 위하여 복숭아혹진딧물의 Carboxyl esterase (CE) 活性測定에 의한 저항성도의 변동상황을 조사하였다. 비닐하우스에서 고추육묘중 발생한 복숭아혹진딧물의 CE활성 측정 결과 약제저항성도는 무처리구가 40이었으나 아세페이트를 처리한구는 78로 약제처리로 인한 저항성도가 38이 증가하였다. 또한, 露天網室에서 약제처리를 하지않고 재배한 케일에 발생한 복숭아혹진딧물의 CE활성에 의한 抵抗性度は 7월이 24이었으나, 8, 9월의 활성이 계속 증가하여 10월이 83으로서 최고에 달하였다가 11월에는 다시 81에서 79로 若干 떨어지고 있어 藥劑以外에 抵抗性度の 自然變動要因이 있음을 확인하였다. 전국적으로 18개장소에서 채집한 진딧물의 CE활성을 측정한 결과 저항성도의 평균이 여름은 50±14였으며 늦가을인 11월은 82±10으로서 여름보다 늦가을인 11월이 32가 높았으며 그중에도 약제를 살포하지 않은곳 보다 약제살포 회수가 많은 곳일수록 높았다.

검 색 어 복숭아혹진딧물, Carboxyl esterase activity, 살충제저항성, 계절적변동

복숭아혹진딧물은 기주식물이 가장 많아 많은 종류의 재배식물에 즙액을 빨아 직접적인 피해를 주거나 식물바이러스를 매개하여 간접적인 피해를 줌으로서 세계적으로 알려져 있는 해충으로, 국 내외적으로 복숭아혹진딧물의 약제저항성에 관한 보고는 대단히 많다(Altia 등 1978, Beranek 등 1977, 최 1985, 최 등 1986¹,

本山 등 1981, 野村 1977, Needham et al. 1975) 포장에서 진딧물 방제약제의 약효가 계절에 따라 지역에 따라 크게 다르다는 것이 알려져 있으며(송 등 1986, 오 등 1966). 이와같은 복숭아혹진딧물의 약제저항성은 Carboxyl esterase CE의 활성증가로 침체내에 침투된 약제의 가수분해에 의한것이 약제저항성의 주 메카니

1 국립농업지재검사소 생물검사과(Biological Assessment section National agriculture Material Inspection Office, 520-6 Konjam-ri Silchon-myeon Kwangju-gun Kyeonggi-do Korea)
2 千葉大學園藝學部(Laboratory of Pesticide Toxicology, Faculty of Horticulure, Chiba University, Ch-baken Matsudo 271, Japan)

증으로 알려져 있으며(Devonshire 1977, 최등 1986^b, Isamail Sudderuddin 1973, Oppenoorth 등 1975, Sawicki 등 1980, Takada 1979), 이 메카니즘에 의한 약제저항성은 불안정 하였다 는 보고도 많이 있었다(Bauernfeind 등 1985, Beranek 1974^a, 1974^b; Dunn 1966, Sawicki 등 1980).

따라서 여기서는 약제살포로 인하여 CE의 활성증대와 약제를 살포하지 않은 곳에 발생한 복숭아혹진딧물의 CE활성에 대한 계절적인變動狀態, 그리고 지역별로 발생하는 복숭아혹진딧물의 CE활성에 의한 저항성도의 측정을 더운 여름과 늦가을인 두계절에 걸쳐 조사하였다.

재료 및 방법

효소액의 조제

야외포장 서식하는 많은 복숭아혹진딧물의 개체군에 대한 약제 저항성정도를 *in vitro*에서 조사하였다.

효소액의 調製방법은 여러지역의 넓은 포장에서 무작위로 채집한 100마리의 무시태생의 복숭아혹진딧물 성충을 약 15cm평방의 여과지에 유리棒을 이용하여 층체별로 파쇄(磨碎)하여 체액을 흡수시킨 후 비닐봉투에 넣어 얼음이 들어있는 아이스박스에 보관, 실험실에 돌아와 분광광도계를 이용하여 CE의 활성을 측정하였다.

CE의 활성측정

α -naphthyl acetate(NA)를 기질로 하여 Van Asperen(1962)의 방법에 준하여 測定하였으며, 반응액 조성은 다음과 같다.

1/15M 인산완충액(ph 6.8)	0.1ml
증류수	1.4ml
효소액(효소액 조제방법에 의하여)	
5×10^{-4} M의 α -NA를 아세트용액으로 조제한 것을 다시 증류수로 1%의 아세트용액으로 희석	

조제	1.5ml
합計	3.0ml

효소액에 기질을 넣고 37°C에서 15분간 반응시켜 토테실류산나트륨(SDA) 5%수용액과 나후타닐디아졸부루-B1%수용액을 5 : 2의比率로 혼합한후 0.45ml를 넣어서 반응을 정지시켜 1분간 방치시켜 충분히 발색된 후에 분광광도계를 이용, 600nm에서의 흡광도를 측정하였다.

CE活性은 $\Delta A_{600}/15$ 분/공시충 1마리도 표시하였다. 그리고 基質의 自己分解는 효소액을 넣지않은 반응액을 사용하여 보정했다.

시약류

도태실류산나트륨(95% 생화학용), Naphthanal Diazo Blue B (MONOMER-POLYMER AND DAJAC LABORATORIES, INC.) α -NA(和光特級), Sodium Hydrogen Carbonate(關東化學)를 이용하였다.

抵抗性度の 計算式

충 개체별 복숭아혹진딧물의 CE활성측정에 의한 포장의 殺蟲劑 抵抗性度の 계산방법은 표 1과 같이 설정 산출하였다.

감수성은 日本 京都府立大學의 高田 肇 박사가 1971년 京都 지방에서 재배하고 있는 무우에서 채집한 황색계의 복숭아혹진딧물인 URY-0크론의 최대 CE 활성치인 0,369($\Delta A_{600}/15$ 분/頭)를 0으로, 이를 기준하여 1.7배수의 5단계의 지수로 구분해서 CE의 활성을 무, 소, 중, 다. 심으로 설정, 저항성도 계산식에 의하여 각 시험의 저항성도를 산출하였다.

결과 및 고찰

복숭아혹진딧물의 약제저항성은 1966년 Dunn등이 Demeton methyl에 대하여, 그리고 1980년 Sawicki등이 수세대에 걸친 G6 크론

Table 1. The relation between activity index and absorbed light analysis of Carboxyl esterase for green peach aphid and resistant percent

Range of absorbed light	Degree of Sensitivity	No. of index
>0.369	less	0
0.37~0.629	low	1
0.63~1.069	medium	2
1.07~1.80	high	3
1.81<	very high	4

Resistance percent =

$$\frac{\sum(\text{CE activity index} \times \text{No. of sample degree})}{4 \times \text{No. of total sample}} \times 100$$

의 효소활성 불안정으로 인한 유기인제의 저항성 변동을 보고한 이래 많은 나라에서 저항성 사례가 발표되었다.

복숭아혹진딧물에 대한 살충제 저항성 메카니즘에 관하여는 Ismail Sudderuddin (1973)과 Beranek(1974)가 복숭아혹진딧물 개체군의 CE와 유기인제 살충제와의 관계가 있음을 보고하였고, 1977년에 Beranek와 Oppenoorth는 복숭아혹진딧물 총체내 효소중 CE는 유기인제를 가수분해하는 효소임을 입증하여 발표한 이래 복숭아혹진딧물의 CE와 각종 살충제와의 저항성에 관한 많은 연구보고가 발표되었다.

살충제 처리로 인하여 나타나는 CE의 활성 변화와 저항성도에 미치는 영향에 관한 조사를 비닐하우스내에 육묘중 발생한 복숭아혹진딧물을 대상으로 아세페이트를 1000배로 희석하여 약제 처리후와 처리전에 진딧물을 채취하여 CE활성을 측정된 결과는 그림 1과 같다. 약제 저항성도는 처리전구가 40이었던 것에 반하여 처리후구가 78로 38이나 증가하였다. 이와같이 저항성도가 증가하는 이유는 살충제의 처리로 인하여 활성이 낮은 感受性 개체가 도태되고 활성이 강한 개체만이 생존되어있거나, 치사량에 못미쳐 생존한 것이 處理약제의 자극에 의하여 CE의 活性이 增加되었기 때문인 것으로 추정된다.

일정장소의 기주식물에 발생한 진딧물의 연중 CE활성 변화를 조사하기 위하여 더위와 냉해에 강한 십자화과 작물 케일을 공시작물로

방충망을 설치하고 재배하였다. 공시작물에 발생한 공시충을 7월부터 11월까지 사이에 일정한격으로 6회에 공시충을 채취, CE의 활성으로 저항성도를 측정된 결과는 그림 2와 같다. 연중 가장 더운시기중 7월 25일에 1차 조사결과 저항성도가 24였던 것이 8월과 9월에는 활성도가 차차 높아져 10월에는 83으로 가장 높았다가 11월 4일에는 81로 약간 낮아지기 시작하여 11월 22일에는 79로 좀더 낮아졌다. 이와같이 노천 망실에서 살충제가 살포되지 않고 자란 진딧물의 연중 CE활성의 변화가 있어 약제 저항성도의 변화에 크게 영향을 미치고 있었다.

전국적으로 표 2와 같은 9개시도에 발생하고 있는 18個 體群의 진딧물 CE의 활성을 측정하여 약제 살포 여부와 함께 더운 시기인 7, 9월과, 서늘한 시기인 11월로 구분하여 저항성도를 조사한 결과는 표 3과 같다.

더운시기인 7, 9월의 저항성도는 약제 무살포구에서 32~75로서 평균 59 ± 14 였으며, 서늘한 시기인 11월에는 66~96으로서 평균이 82 ± 10 로 두 시기에 저항성도는 큰차가 있었다. 또한 촘촘 양시기에 약제가 처리된 정도의 차

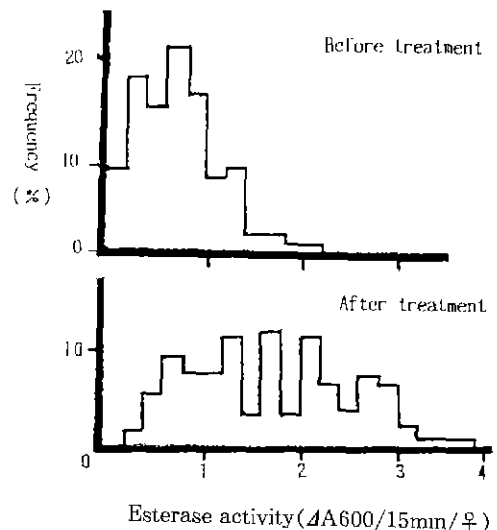


Fig. 1. Histogram of Carboxyl esterase activity variation for green peach aphid on Red pepper seedling before and after treated insecticide of acephate

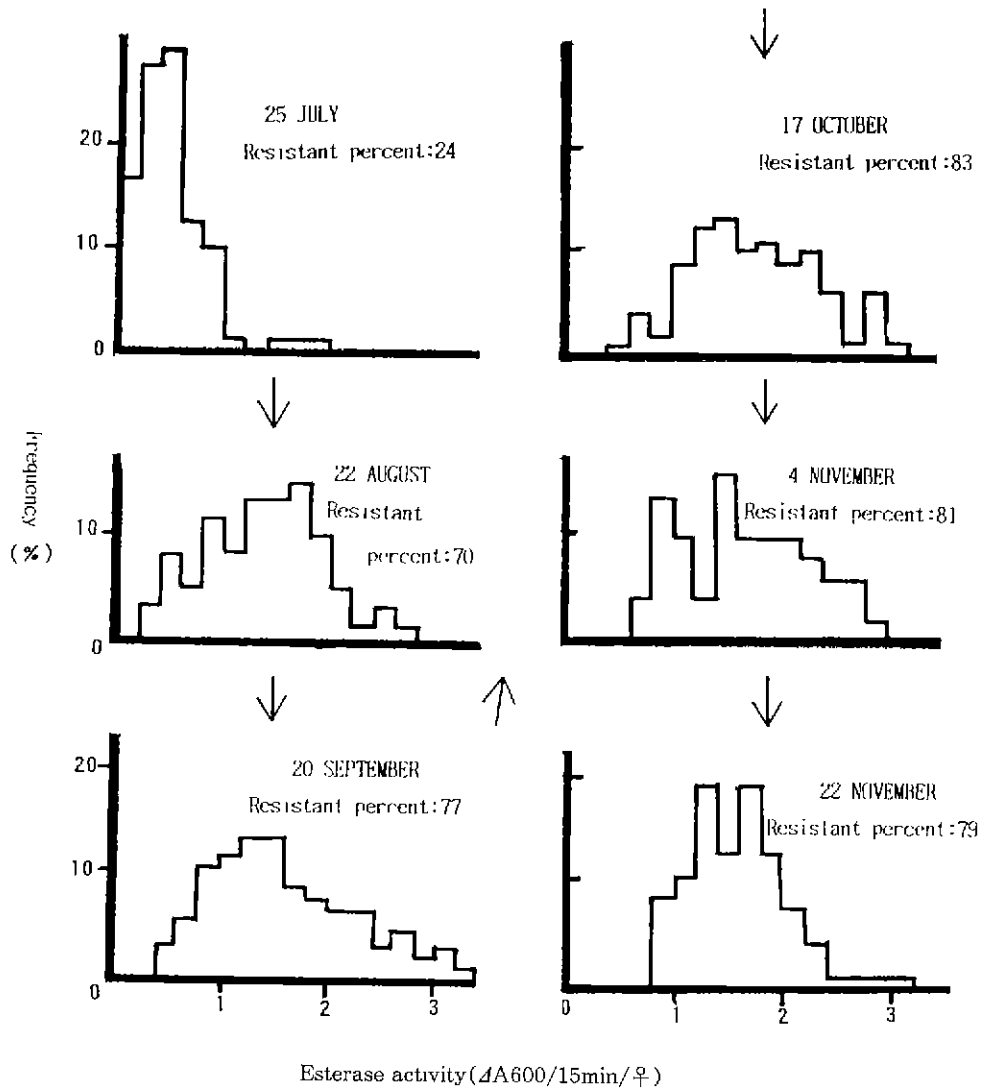


Fig. 2. Histogram and resistant percent of Carboxyl esterase activity variation for green peach aphid on the insecticideless kale field

에서도 抵抗性度의 차가 있었다. 이로서 복숭아혹진딧물의 CE활성이 살충제의 살포와 시험 시기에 따라 달라 抵抗性度의 변화가 나타나고 있음이 확인되었다.

진딧물크론중 핵형이 정상이고 어느 사육환경에서도 CE활성의 변화가 없는 油日같은 크론이 있는가 하면, 염색체수는 동일하나 핵형의 전좌등으로 이상이 생겨 동일한 사육환경

하에서는 CE의 활성은 변함이 없으나 기주식물이 다르거나 살충제의 처리에 의한 자극이 없을 경우에는 CE의 활성이 떨어져 감수성 개체화하는 F-33크론(柳原 1985)도 있다. 本山等(1981)은 약제저항성이 콩시충이 생육하는 일장과 관계가 없음을 보고한 바 있다.

이와같이 포장에서 약효가 변동할 수 있는 요인은 여러가지 있겠으나 계절이 변화함에 따

Table 2. Local population for Carboxyl Esterase activity analysis of green peach aphid

Population	Locality of collected population	Host plant	Calendar of sprayed insecticide
TKB	Daegu city Bukku donghodong	Radish	Few times of organo phosphorus
KNJ	Kyungsangnamdo Jinju city Chojeundong	Radish	Once of organo phosphorus
BBK	Busan city Bukku Kangdongdong	Chinese cabbage	Few times of organo phosphorus
JBK	Junrabukdo Iksankun Kummamyun	Radish	Once of organo phosphorus
JNG1	Junranamdo Gohungkun Gwayokmyun	Sesame	Nothing
JNG2	Junranamdo Gohungkun Dasomyun	Radish	Once of organo phosphorus
JNK	Junranamdo Khocseungkun Sokkocmyun	Radish	Once of organo phosphorus
JNH	Junranamdo Haenamkun Okchunmyun	Radish	Few times of organo phosphorus
CNH	Chungchongnamdo Hongsunkun Hongsung	Red pepper	Nothing
CNY	Chungchongnamdo Yesankun Yesan	Sesame	Nothing
CNC	Chungchongnamdo Chunwonkun Songgaup	Sesame	Nothing
CNT	Chungchongnamdo Daejuncity Jungku	Sesame	Once of organo phosphorus
CBC	Chungchongbukdo Chungwonkun Bukilmyun	Sesame	Nothing
CBK	Chungchongbukdo Kesankun Doanmyun	Sesame	Twice of organo phosphorus
KKP	Kyungkido Pyungtaekkun 0-seungmyun	Sesame	Nothing
KKA	Kyungkido Ansungkun Ieju myun	Tobacco	Twice of organo phosphorus
KKI	Kyungkido Iechunkun Janghowone	Tobacco	Nothing
SDH	Seoul city Dongdaemunku Whikyungdong	Chinese cabbage	3 times of organo phosphorus

Table 3. Insecticide resistant percent for local population of green peach aphid by activity index on the absorbed light analysis of Carboxyl Esterase activity

Hot season(summer)			Cold season(late autumn)		
Population (Locality)	Collect Day	Resistant Percent	Population (Locality)	Collect Day	Resistant Percent
CNH(Hongsung)	9/16	32(0)	KNJ(Jinju)	11/26	66(1)
JUG-1(Gohung)	9/15	35(0)	BBK(Busan)	11/26	69(?)
CBC(Chungwon)	7/28	38(0)	JBK(Iksan)	11/15	78(1)
CNC(Chunwon)	7/27	45(0)	TKB(Taegu)	11/25	83(?)
KKP(Pyungtaek)	7/26	46(0)	JNG-2(Gohung)	11/16	84(1)
KKI(Iechun)	7/26	47(0)	JNK(Khocseung)	11/15	90(1)
CNY(Yesan)	7/27	51(0)	SDH(Seoul)	11/22	90(3)
CNT(Dae Jhun)	7/27	63(1)	JNH(Haenam)	11/15	96(3)
KKA(Ansung)	7/21	69(2)			
CBK(Kesan)	7/28	75(2)			
Mean		50±14	Mean		82±10

1) Inside numeral of () is no. of sprayed aphicide

라 왜 저항성도의 변동이 나타나는지는 공시충의 사육온도 차에 의한 증체내 효소의 활성변동을 조사하는 시험이 진딧물 크론별로 검토되어야 하겠다.

인 용 문 헌

Attia F.I. & J.T. Hamilton, 1978. Insecticide resistance in *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: aphididae) in Australia. Entomological society of

America. 76(6): 851~853.

Bauernfeind R.J. & R. Keith Chapman, 1985. Nonstable parathion and endosulfan resistance in *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) journal of Economic Entomology, 78 (3): 516~522.

Beranek A.P. 1974a. Stable and non-stable resistance to dimethoate in the *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). Ent. Exp. & Appl. 17 : 318~390.

Beranek A.P. 1974b. Esterase variation and organophosphate resistance in populations of *Myzus*

- persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). Ent. Exp. & Appl. 17: 129~142.
- Beranek A.P. & F.J. Oppenorth. 1977. Evidence that the elevated Carboxyl esterase(Esterase2) in organophosphorus-resistant *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) is identical with the organophosphate-hydrolyzing enzyme. Pesticide Biochemistry and physiology. 7: 16~20.
- Choi S.Y. 1985. Studies of insecticide resistance in *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) (I) 大韓民國學術院論文集 24: 285~226.
- 崔承允, 金吉河. 1986a. Studies on the resistance of *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae) (II)-Local differences in susceptibility Kor. J. PL. Por. 24(4): 223~230.
- 崔承允, 金吉河. 1986b. 복숭아혹진딧물의 살충제 저항성에 관한연구(IV)-Oxydemeton-methyl 도태에 의한 抵抗性發達, 교차저항성 및 Esterase Isozymes-. Kor. J.P.L. Prot. 25(3): 151~157.
- Devonshire A.L. 1977. The properties of a carboxyl esterase from *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: aphididae), and its rol in conferring insecticide resistance. Biochem. J. 167: 657~683.
- Dunn J.A. & D.P. Kompton, 1966. Non-stable resistance to Demeton methyl in a strain of *Myzus persicae*, Ent. Exp. Appl. 9: 67~73.
- Ismail Sudderuddin K. 1973. An *in vitro* study of esterases hydrolysing specific substrates of an OP-susceptible and an OP-resistant strain of *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae). Comp. gen Pharmac 4: 219~223.
- 本山 直樹, 野村 健一. 1981. モモアカアブラムシの各種殺蟲劑に對する交叉抵抗性のパターンと抵抗性のメカニズム. "1980年科學研究補助金によるアブラムシ類の藥劑抵抗性に關する生理. 生態學的研究報告書.: pp. 6~9.
- 村田 榮. 1983. モモアカアブラムシの殺蟲劑抵抗性に關する研究: 抵抗性, 感受性クローンの増殖率の比較. 千葉大園藝學部卒業論文 47.
- Needham P.H & A.L. Devonshire, 1975. Resistance to some organophosphorus insecticides in field populations of *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae) from sugar beet in 1974. Pestic. Sci. 6: 547~551.
- 野村健一. 船城衛介, 1977. モモアカアブラムシの有機リン製劑抵抗性. 千葉大學園藝學部學術報告 25 別刷. pp. 83~87.
- Oppenorth F.J. & S.Voerman. 1975. Hydrolysis of paraoxon and malaaxon in three strains of *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Pphididae) with different degree of parathion resistance. Pesticide Biochemistry and physiology. 5: 431~443.
- Oh H.K., S.S. Song, C.S. Lee & Y.W. Kim 1986. Sensitivity of various insecticide on *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae). Annual reports of biological inspection on the chemicals of NAMIO in Korea. pp. 23~30.
- Sawicki R.M., A.L. Devonshir, R.W. Payne & S.M. Petzing. 1980. Stability of insecticide resistance in *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae) Pestic. Sci, 11: 33~42.
- Song S.S., H.K. Oh, N.J. Choi & Y.W. Kim. 1986. Sensitivity of various insecticide on *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae). Annual reports of biological inspection on the chemicals of NAMIO in korea. pp. 50~62.
- Takada H. 1979. Characteristic of forms of the Aphid *Myzus persicae* Sulzer(Homoptera: Aphididae) distinguished by colour and esterase differences, and their occurrence in populations on different host plants in Japan. Appl. Ent. Zool. 14 (4): 370~375.
- 柳原節子, 本山直樹. 1985. モモアカアブラムシの殺蟲劑抵抗性梁色體異常とエステラーゼ活性の關係. 千葉大 園藝學部卒業論文.
(1993년 6월 23일 접수)