蚊幼虫の生物的防除のための数種粘液性 アブラナ科種子の効果

江下 優樹* 伊藤 弘文** 栗原 毅*

* 帝京大学医学部寄生虫学教室 (〒 173 東京都板橋区加賀 2-11-1)

** 玉川大学農学部昆虫学研究室 (〒 194 東京都町田市玉川学園 6-1-1)

(受領: 1978年7月24日)

Effects of some mucilaginous plant seeds on mosquito larvae
as a biological control agent

Yuuki ESHITA,* Hirofumi ITO** and Takeshi KURIHARA*

* Department of Parasitology, Teikyo University School of Medicine,
Itabashi-ku, Tokyo 173, Japan

** Laboratory of Entomology, Faculty of Agriculture, Tamagawa Uni-
versity, Machida-shi, Tokyo 194, Japan

蚊の防除に天敵生物を利用することは、殺虫剤に代わる、環境を汚染しない方法として開発が期待されている (Anonymus, 1973). その中でも、魚類・線虫類など各種捕食性あるいは寄生性動物が研究対象となってきたが、それらに対してアブラナ科植物の種子から分泌される粘液 mucilage に着目して、種子を水中に投与し、幼虫を付着させ殺す (Reeves and Garcia, 1969) という方法は異色といえよう。この粘液の成分や性状については、Reeves and Garcia (1969) の報告以降とくに検討が進み、蚊幼虫捕捉には粘液中の cellulose や polysaccharide の含有物が重要で、種子を加熱しても効果のすること (Barber *et al.*, 1974, 1976), 一部の粘液性種子 mucilaginous seed 自体が蚊幼虫を誘引すること (Page and Barber, 1975) などが報告されている。

こうして、すでにアメリカで実験に供され検討されてきたものと類縁のアブラナ科植物は、本邦にも多数栽培または自生しているが、わが国ではまだその検討例に乏しい (栗原, 1974). そこで、当教室の蚊天敵研究計画の一環として、われわれは、本邦産のそれらが、同じような効果をもつか否か、また野外で蚊防除に利用するとしたら、どのように種子を用いたらよいかについて検討を加えた。

材料と方法

供試種子はアブラナ科、次の和名または商品名をもつ栽培種 8 通りと、野生種 6 種である。

栽培種 (()) 内は採種販売会社名、または採種地名)
アブラナ *Brassica campestris* L. cv. Aburana (ピーコック)

ナタネ *B. c. oleifera* L. cv. Natane (東京・町田市)
ヨリイカブ *B. c. rapifera* L. cv. Yorii-kabu (第一園芸)

カナマチコカブ *B. c. rapifera* L. cv. Kanamachi-kokabu (トンボ)

コマチコカブ *B. c. rapifera* L. cv. Komachi-kokabu (ピーコック)

タイビョウヒカリカブ *B. c. rapifera* L. cv. Taibyo-hikarikabu (タキイ)

ハボタン *B. oleracea* var. *acephala* DC. cv. Habotan (東京・町田市)

ミノワセダイコン *Raphanus sativus* L. cv. Minowase-daikon (ピーコック)

野生種 (()) 内は採種地名)

ナズナ *Capsella bursa-pastoris* (L.) (東京・町田市)

ヤマタネツケバナ *Cardamine scutata* Thunb. (神奈川県箱根)

** 現所属: 読売ランド・キディ牧場生物研究室

タネツケバナ *C. flexuosa* With. (東京・町田市)

ジャニンジン *C. impatiens* L. (箱根)

グンバイナズナ *Thlaspi arvensa* L. (東京・町田市)

イヌガラシ *Rorippa indica* (L.) (箱根)

これらの種子は、植物体より採集後、充分乾燥して発芽能力をもつものである。殺幼虫剤としての利用にあたり、雑草の繁殖を防止する意味で発芽力を削ぐ必要があり、このため供試種子は、無処理と特記した場合を除き、120°C 20分間の加熱高圧滅菌処理（以後熱処理と略す）を施したものを実験に供している。

供試蚊は、継代飼育しているヒトスジシマカ *Aedes albopictus* (Skuse) (長崎産55~56代, 25°C, 16時間照明)で、孵化後24時間以内の1齢幼虫を、種子とともに水中に投入した。すべての実験中の餌は、乾燥ビール酵母（エビオス薬品工業株式会社製）粉末を、幼虫1個体あたり0.05mgの割合で、毎日1回投与した。すべての実験は、25~28°Cで振動の加わることが少ない台上で行なった。

実験1は、前述14種のアブラナ科植物の種子から粘液が分泌されるか否か、また、その厚さを調べた。各種別別に種子10粒を、口径25mmのシャーレに6mlの蒸留水とともに入れ、経時的に双眼実体顕微鏡下で粘液質の厚さを、接眼マイクロメーターにより測定した。なお、ナタネについては、無処理の種子を比較に供した。

実験2-1は、実験1で粘液の分泌が認められた5種の種子のおおのちに蚊幼虫が付着するか、またそれが致死要因となるか否か比較した。口径55mmのシャーレに20mlの蒸留水を入れ、100個体の幼虫と32粒の種子を放ち、24時間後に種子に付着している幼虫数を記録し、さらに48時間、72時間後の死亡数を観察した。ここでは、無処理の種子も並行して比較した。

実験2-2では、供試種子の中で粘液層のもっとも厚いヤマタネツケバナを用いて、種子の投与数と幼虫の付着ならびに死亡数との関係を調べた。口径55mmのシャーレに20mlの蒸留水とともに、2, 8, 32粒または128粒の種子を入れ、幼虫100個体を投入して3日間飼育した。この間経時的に観察して、種子に付着している幼虫数およびその中で付着したまま死んでいる幼虫数を記録した。死亡幼虫は除去しないで放置した。

なお、実験2に供した5種の種子の大きさ、重量比などについてはTable 1に示す。

成 績

実験 1

実験に供した14種類の種子の中で、24時間浸漬しても、ナタネ、ヨリイカブ、ナズナ、ヤマタネツケバナ、

Fig. 1 Development of mucilaginous layer around plant seeds soaked in water. Solid and open circles show width of the layer with 99% confidence interval, and the percentage of seeds produced the layer, respectively. The plant seeds examined were *Brassica campestris oleifera* cv. Natane in Japanese (A and B), *Cardamine scutata* (C), *Capsella bursa-pastoris* (D), *B. c. rapifera* cv. Yorui-kabu (E) and *Cardamine flexuosa* (F). All the seeds were heat-killed except B.

タネツケバナの5種以外のものは、粘液の分泌を観察できなかった。これに対して分泌を認めた前述5種では、水につけて直ちに、種子を囲んでゼリー様の粘液が分泌され、6時間にわたって次第にその層を厚くし、24時間でその厚みがほぼ安定した域に達した。Fig. 1は、無処理のナタネと、熱処理を行なった5種についてその層の厚さを経時的に測定した成績である。粘液層は厚いものから順に、ヤマタネツケバナ、ナズナ、ヨリイカブ、ナタネ、タネツケバナであった。

実験 2-1

粘液性種子5種類の幼虫付着状況を、種子の大きさ、重量、粘液層の厚さとともにTable 1にまとめた。種子1粒あたりの付着幼虫数は、4種とも平均2個体前後であったが、とくに多いのはヤマタネツケバナで、その最高は、1粒の種子に13個体の幼虫が付着し、また24時間後に無処理種子で77%の付着率となった。付着率は粘液層の厚いものに高率となる結果を示している。いずれも無処理の種子の方が、熱処理を行なった種子より付着率が高い。しかし、タネツケバナは粒が小型で、粘液層も他に比べ薄く、観察期間中にこれに付着した幼虫数は、無処理のものでもゼロであった。

Table 1 Size of the seeds, width of mucilaginous layers and percentage of larvae attached to 32 heat-killed seeds after 24 hrs soaking with 100 larvae

Seed species	Size of a seed	No. seeds in 1 g	Width of mucilaginous layer	No. of larvae attached to a seed	% larvae attached to 32-seeds
Cruciferae					
<i>C. scutata</i>	1.08×0.59 mm (1.03×0.67)**	8368	0.25±0.029 mm* (0.30±0.014)**	2.19±0.432* (2.41±0.404)**	70 (77)**
<i>C. bursa-pastoris</i>	0.95×0.51 (0.94×0.50)	10741	0.17±0.016 (0.23±0.009)	1.53±0.242 (1.88±0.283)	49 (60)
<i>B. c. rapifera</i> cv. Yorii-kabu	2.21×2.11 (2.04×1.81)	285	0.14±0.010 (0.17±0.011)	1.22±0.317 (2.19±0.499)	39 (70)
<i>B. c. oleifera</i> cv. Natane	1.83×1.70 (1.69×1.54)	495	0.09±0.011 (0.10±0.013)	1.47±0.386 (1.91±0.470)	47 (61)
<i>C. flexuosa</i>	0.69×0.49 (0.72×0.47)	18939	0.03±0.003 (0.02±0.004)	0 (0)	0 (0)

* Mean ± standard error

** The number in parenthesis shows the data on untreated seeds.

Table 2 Cumulative mortality of the larvae observed at 48 and 72 hrs after exposing 100 larvae to 32 seeds

Seed		Mortality	
Species	Treatment	48 hrs	72 hrs
<i>C. scutata</i>	Heat-killed	72	77
	Untreated	91	91
<i>C. bursa-pastoris</i>	Heat-killed	60	65
	Untreated	66	70
<i>B. c. rapifera</i> cv. Yorii-kabu	Heat-killed	70	70
	Untreated	83	85
<i>B. c. oleifera</i> cv. Natane	Heat-killed	45	60
	Untreated	55	70
<i>C. flexuosa</i>	Heat-killed	0	0
	Untreated	0	0
Control		0	0

実験開始から24時間以降、これら容器は放置し、48時間、72時間目に観察し、幼虫の累積死亡率を Table 2 にまとめた。ヤマタネツケバナでは、すでに24時間経過時に死亡幼虫を観察していたが、48時間以降ではタネツケバナを除いて、50%以上の死亡率が認められた。無処理のヤマタネツケバナが、死亡率でも高い値を示し、以下死亡率は付着率の高いものほど高率となる傾向を示す。

実験 2-2

ヤマタネツケバナの種子の投入数別に、各観察時に種子に付着している幼虫総数と死亡幼虫数を記録した。短時間の間隔をへて観察をくり返しても、1度付着した幼

虫が種子から離れている現象が、しばしば認められた。しかし、種子に付着する幼虫の頻度およびその延べ数は、種子の投入数が多いほど増加する傾向を示している (Table 3)。種子を多量に投入した場合には、24時間後に種子に付着したまま死んでいる幼虫が認められるようになり、とくに128粒の種子を入れた場合は、36時間後に100個体の供試幼虫中、わずか5個体のみが自由に泳ぎ、91個体が死んでいた。なお、この観察期間中、種子を投入した容器では幼虫の死亡がみられたが、種子の入っていないコントロール容器では、その死亡は認められなかった。

考 察

粘性性種子の殺幼虫効果は、Reeves and Garcia (1969) によりアブラナ科野生植物について認められ、その後シソ科植物 (Khan *et al.*, 1974) にも同様な現象が観察された。今回実験に供した中で、邦産の比較的入手しやすい市販のアブラナ科植物であるタネネヨリイカブなど、栽培種にも粘液の分泌および殺幼虫効果が確認されたことは、意義がある。ただ、この2種は、野生種のヤマタネツケバナやナズナよりも効果が劣る。しかし、栽培種は種子の大量入手が可能なので、より選別を重ねたい。粘性性種子は、表皮細胞の厚く膨大した特徴をもち、ショウゴインカブ *Brassica rapa* L. やテンノウジカブ *B. rapa* L. などこのような特徴を備えている (猪野, 1964) といわれるので、今後検討の対象となろう。ただ、これらは同一種のもので、いわゆる地方品種や栽培系統により、必ずしも同じ効果を示すとは限らないので、邦産各地のものについて検討する必要がある。

Table 3 Number of larvae attached to the seeds at each of the observation times
100 larvae were reared for 72 hrs with various numbers of the seeds of *C. scutata*

Time after exposure	No. seeds soaked				
	<i>C. scutata</i>				control
	2	8	32	128	0
2 hrs	2	56	68	81	0
4	6	74	78	80	0
6	7	71	83	78	0
24	23	64	60(3)*	82(59)*	0
36	16	76(15)*	73(55)	95(91)	0
48	15(10)*	76(62)	75(72)	92(91)	0
72	15(10)	76(73)	77(77)	91(91)	0
Total no. larvae died	10	73	77	91	0

* Cumulative no. of dead larvae out of the larvae attached to the seeds

ろう。本調査の発端は、養蜂場のミツバチの水のみ場に発生するヒトスジシマカを、殺虫剤を使わずに殺す意図にあった。前述のような栽培種から、この意図にかなった種子が見いだされれば、かなりの効果が期待されよう。

熱処理種子が、無処理のそれより付着率が多少低下したことは、今後処理法の改善が必要である。これらの種子は、化学的に幼虫を誘引する効果があるといわれるので (Barber *et al.*, 1976), 誘引性を損わない処理法が必要であろう。ただし今回観察した範囲では、種子に付着する幼虫の部位は、おもにその口器付近であり、また幼虫は付着しても離脱することもあるので、この付着のメカニズムについて検討する必要があると思われる。

粘液性種子の最終的評価は、幼虫の死亡率であらわされる。ナズナには幼虫を殺す毒性はない (Supavarn *et al.*, 1974) ことから、幼虫は行動を妨げられ呼吸困難で死にいたると思われる。処理後24時間頃から死ぬ個体が急速に増加することは、かなり長時間行動の自由を奪われた個体が死亡することを意味しよう。そして、今回の実験から予測されたことは、種子は多数投入するほど効果が大きいことであった。Reeves and Garcia (1969) は、1 kg の種子で殺しうる幼虫数により効果の表現を試みているが、幼虫の生息密度や対象蚊種によって、適切な必要量の算出法について検討することも必要であろう。

ま と め

本邦産アブラナ科植物14種類の種子の粘液性があるかどうかを調べたところ、5種にそれが認められた。粘液層の厚い順に、ヤマタネツケバナ、ナズナ、ヨリイカブ、

ナタネ、タネツケバナであり、前4者に付着したヒトスジシマカ幼虫の死亡率は、それぞれ77, 65, 70, 60%と高率であったが、粘液層のもっとも薄かったタネツケバナには、幼虫の付着も致死効果も認められなかった。ヤマタネツケバナ種子を蚊幼虫に処理して3日間放置したところ、投与種子数の多いほど、付着死亡する幼虫も多くなる傾向が観察された。

謝 辞

玉川大学農学部 岡田一次教授の実験上の御助言、同学部 杉本和永氏の種子採集と同定の御協力を感謝する。

文 献

- Anonymus (1973) : Mosquito control some perspective for developing countries, 63pp., National Academy of Science, Washington, D. C.
 Barber, J. T., C. R. Page, III and A. S. Felsot (1974) : Interactions between mosquito larvae and mucilaginous plant seeds. I. Carbohydrate composition of mucilage in relation to the entrapment of larvae. *Mosq. News*, 34(4) : 394-398.
 Barber, J. T., C. R. Page, III, A. I. Berger and L. D. Hohenschutz (1976) : Interactions between mosquito larvae and mucilaginous plant seeds. III. Factors influencing attachment of larvae to seeds and their subsequent mortality. *Mosq. News*, 36(3) : 301-307.
 猪野俊平 (1964) : 植物組織学. 604pp., 内田老鶴園新社, 東京.
 Khan, M. S., S. Waheed and S. H. Ashrafi (1974) : Effectiveness of some mucilaginous seeds as biological control agents for mosquito larvae. *Pakistan J. Sci. Ind. Res.*, 17(4/5) :

143-145.

栗原毅(1974) : 蚊の天敵, 生活と環境, **19**(4) : 21-26.

Page, C. R., III and J. T. Barber (1975) : Interactions between mosquito larvae and mucilaginous plant seeds. II. Chemical attraction of larvae to seeds. *Mosq. News*, **35**(1) : 47-54.

Reeves, E. L. and C. Garcia(1969) : Mucilaginous plant seeds of Cruciferae family as potential biological control for mosquito larvae. *Mosq. News*, **29**(4) : 601-607.

Supavarn, P., F. W. Knapp and R. Sigafus(1974) : Biologically active plant extracts for control of mosquito larvae. *Mosq. News*, **34**(4) : 398-402.

Summary

The seeds of 14 species, belonging to Cruciferae family, which are commonly available in

Japan, were observed for the exudation of mucilage in water and for the ability of trapping and killing *Aedes albopictus* larvae. The seeds of two cultured Cruciferae, *Brassica campestris rapifera* L. cv. Yorii-kabu in Japanese, and *B. c. oleifera* L. cv. Natane, as well as seeds of uncultured *Cardamine scutata* Thund. and *Capsella bursa-pastoris* (L.) were proved to produce the mucilaginous layer and to trap and kill the larvae.

Thirty-two heat-killed seeds of the above four species were soaked in the water together with mosquito larvae. The percentage of larvae attached in 24 hours were 39, 47, 70 and 49 %, respectively. The mortality of these larvae in three days were 70, 60, 77 and 65 %, respectively. Various numbers of seeds of *C. scutata* were soaked together with 100 larvae for three days. It has been shown that the mortality increased as the number of seeds soaked were increased.