九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

カイガラムシ類匍匐幼虫の風力による飛散実験

安松，京三
九州大学農学部昆虫学教室

中尾，舜一
九州大学農学部昆虫学教室

https://doi.org/10.15017/21430

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 16 (2), pp.203-219, 1957-11. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

カイガラムシ類匍匐幼虫の風力による飛散実験

安松 京三・中尾 舜一

Experiments on the dispersal of the crawling larvae of some Coccoidea (Homoptera) by air currents

Keizo Yasumatsu and Shun-ichi Nakao

緒　　言

カイガラムシ類の分散には風の力が大きく働くことは周知の通りであるが，どれ程の強さの風でどんな状態の時にカイガラムシ類の匍匐幼虫が飛散するものであるかに就いては，今日まで実験研究された例を知らない．著者等は，園芸害虫としてのカイガラムシ類に関する他の研究を行う余暇に，カイガラムシ類匍匐幼虫の風力による分散に就いて，若干の簡単な実験研究を試みたので，その結果をここに報告しておきたい．

本研究に当つて，文献の2～3に就いて御教示を賜いた大阪府立大学短期農学部高橋良一博士，菌の学名に就いて教示を願つた九州大学農学部植物病理学教室木場三朗助教授，風力実験等に就いて示教の労を執られた九州大学農学部気象学教室坂上務助教授，材料に就いて御援助を願つた九州農業試験場園芸部田中学技官及び佐賀県農業試験場柑橘分場関道生技師，本文校閲の労を煩うした恩師江崎悌三教授に深謝の意を表する．

カイガラムシ類匍匐幼虫の風力による分散に関する歴史的観察

Felt (1928) によれば，昆虫類の分散に与つて力あるものが風であることは既に Alexander von Humboldt (1850) の記しているところであるが，カイガラムシ類の幼虫が風によつて分散されることは疑いないとの意見を最初に発表したのは Newstead である (Tutt, 1898). Tutt (1898) は *Pulvinaria, Dactylopius, Icerya* 等のような卵嚢を形成する類のカイガラムシでは，それらの幼虫は風によつて伝播されやすいことを述べている．Webster (1902) は，*Aspidiotus perniciosus* Comstock ナシマルカイガラムシの加害は，卓越風の流れる西から東への方向か又は穏やかな気流の通路に当る谷から丘への斜面に，最も急速に現れることを報告している．カイガラムシ類の分散に最も大きな役割を果す因子が風であることを科学的に明かにしたのは Quayle (1916) であろう．彼は California 州に於て，*Saissetia olcae* (Bernard) オリーヴカタカイガラムシの被害の激甚なグレープフルート園の一部5エーカーの地区の木を全部燻蒸してそのカイガラムシを駆除し，1年後にその地区のカイガラムシの分布状態を調べ，それが風向と大きな関係にあ

ることを実証した．Java 又は Sumatra から約20哩の所にある Krakatoa 島が大爆発を起したのは1883年 8 月であり，厚さ90～180呎に及ぶ熱い降灰は島全体の動植物相を全滅させたのであつたが，1908年の調査では Krakatoa 島に5種類のカイガラムシ類が発見されており，その近くの Verlaten 島では5種類，Sebesy 島では3種類のカイガラムシ類が夫々見出された．Dammerman (1922) の意見によれば，これらのカイガラムシ類は大部分が風によつて運ばれたものであろうという．Ehrlich (1933) によれば，*Nectria coccinea* (Persoon) Fries によつて発病するブナの木の病気は，この菌類とそれを伝播する *Cryptococcus fagi* Bär が共に風によつて飛散されることにより拡がるという．Wolcott 及び Sein (1933) は，Puerto Rico の一部で，hurricane の為に *Icerya purchasi* Maskell ワタフキカイガラムシが殆んど完全に吹き飛ばされて駆除された例を経験している．Clarke (1938) の記すところでは，ユーカリ樹の害虫である *Eriococcus coriaceus* Maskell は風によつて伝播されるが，New Zealand で最初 1900 年に，South Island の Timaru で発見されたものが，1921年には風によつて North Island に伝播されたという．Glick (1939) は，1926年8月から1931年10月まで Louisiana 州の Tallulah で行われた上空浮遊生物相の調査を発表したが，その中でカイガラムシ類が，地上 200呎で1匹，1,000呎の上空で1匹採集されたことを記録している．Strickland (1950) はアフリカの Gold Coast でカカオの virus を伝播する因子は，乾燥期に風によつて吹き流された *Pseudococcus* やその近縁のカイガラムシであることを研究した．Bodenheimer (1951) は Palestine に於て，カイガラムシ類の風力による伝播に就いて若干の例を示している．即ち，*Icerya* 属のカイガラムシ類の被害地から，少くとも4粁も離れた Haifa と Akko の中間地帯の丘上の *Juncus* の灌木林で *Icerya* の類が発見されたことを報告し，これは風による伝播以外には考えられない現象だと述べ，この種の観察が度々行われたことを記している．*Pseudococcus citriculus* Green は春季に産卵前の成熟雌成虫が大量に移動を行うが，その最盛期は hamsin の卓越期に一致していることを観察し，更にカイガラムシ捕殺用のバンドを調べると，多くの雌が地上に近い位置のバンド上よりも，より高い位置のバンド上に多く附着捕殺されていることを報告している．又，*Pseudococcus citri* Risso ミカンコナカイガラムシの若令幼虫の大量が風によつて分散し，その一部分の個体が適当な寄主植物に定着するに過ぎないこと，*Mytilococcus beckii* Newman 及び *Chrysomphalus aonidum* Linné についても，それらの幼虫の分散に風が大きな役割を果すことを述べ，更に *Ceroplastes floridensis* Comstock の匍匐幼虫の分散が同様に風によるものであることを四つの理由から推論した．

実験材料及び方法

本実験に供したカイガラムシ類は下記の5種類で，何れも孵化後24時間前後の匍匐幼虫である．

1. *Icerya purchasi* Maskell
   ワタフキカイガラムシ（イセリヤカイガラムシ）
2. *Phenacoccus aceris* Signoret
   オオワタコナカイガラムシ（オオワタカイガラモドキ）

3. *Pulvinaria aurantii* Cockerell
   ミカンワタカタカイガラムシ（カメノコカイガラムシ）
4. *Eriocerus pela* Chavannes
   イボタロウカタカイガラムシ（イボタロウムシ）
5. *Ceroplastes rubens* Maskell
   ルビーロウカイガラムシ（ルビーカイガラムシ）

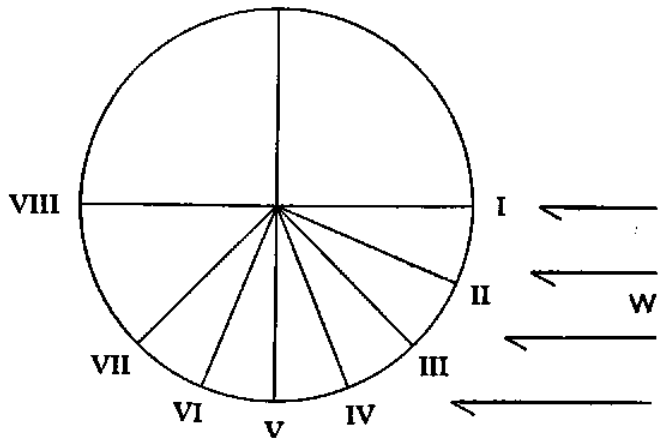

Fig. 1. A transverse section of a glass cylinder, showing the sites on which crawling larvae of experimental Coccids were put.
W : Showing the direction of the wind or air current.

風は扇風器を用い，風洞は直径 15 cm，長さ 81 cm のものを作製使用し，風力の測定は中浅測器株式会社製風向風速計により，時間測定はスイスの Minerva ストップウオッチを使つた．カイガラムシ類の孵化幼虫を配置する基物としては直径 52.5 mm (tube A), 22 mm (tube B) 及び 6.8 mm (tube C) の3種のガラス円筒を用い，予めガラス円筒上に8つの位置を想定し，その各々の位置に幼虫を並べ，これに風を作用させ3分間以内に飛散した幼虫数を数えた (Fig. 1).

実 験 結 果

1. *Icerya purchasi* Maskell (Figs. 2 and 3)

Table 1. Number (%) of larvae of *Icerya purchasi* blown off by the wind. In this experiment 301 larvae were used (May 20, 1954, 22° C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube A (diameter 52.5 mm)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.98	100	100	100	100	100	100	100	75
3.13	100	—	—	—	—	—	—	—
2.60	30	75	70	60	25	15	20	35
1.84	—	—	—	80	—	—	—	—
0.99	—	—	—	80	—	—	—	—
0.46	0	30	10	20	0	0	0	0

Table 2. Number (%) of larvae of *Icerya purchasi* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (May 24, 1954, 24.3 °C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube B (diameter 22 mm)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0.46	15	25	35	40	20	0	0	0

Table 3. Number (%) of larvae of *Icerya purchasi* blown off by the wind. In this experiment 100 larvae were used (May 24, 1954, 24.3 °C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube C (diameter 6.8 mm)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0.46	30	—	45	—	10	—	0	0

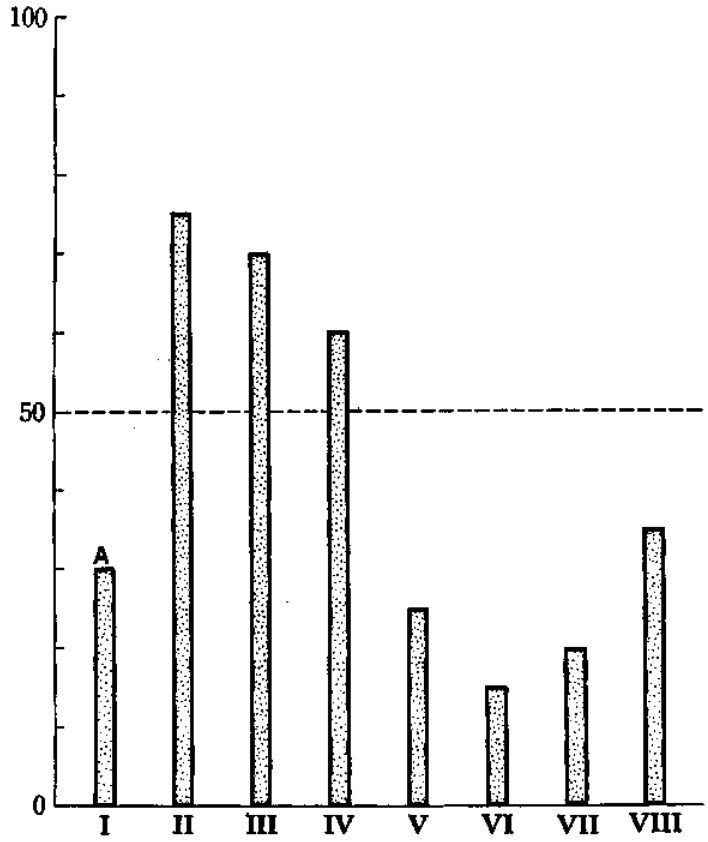

Fig. 2. Percentage of crawling larvae of *Icerya purchasi* blown off at various sites by 2.60 m/sec wind within three minutes after the beginning of experiments. A : Tube A.

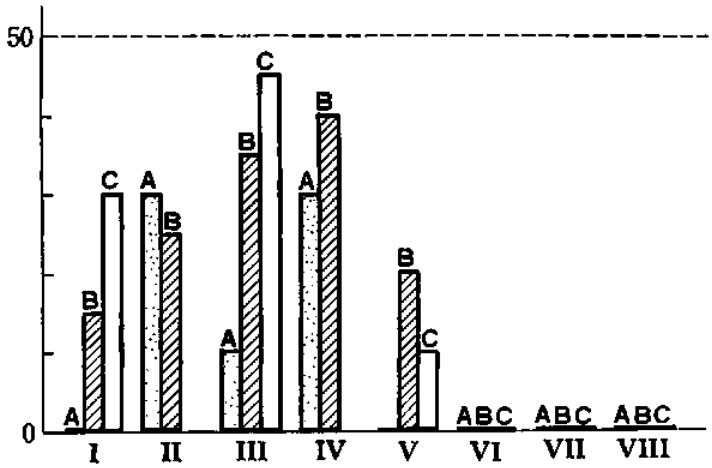

Fig. 3. Percentage of crawling larvae of *Icerya purchasi* blown off at various sites by 0.46 m/sec wind within three minutes after the beginning of experiments. A : Tube A. B : Tube B. C : Tube C.

2. *Phenacoccus aceris* Signoret (Fig. 4)

Table 4. Number (%) of larvae of *Phenacoccus aceris* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (May 18, 1954, 22°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube A							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	15	10	5	10	10	5	10	5

Table 5. Number (%) of larvae of *Phenacoccus aceris* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (May 18, 1954, 22°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube B							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	15	10	25	30	10	5	0	0

Table 6. Number (%) of larvae of *Phenacoccus aceris* blown off by the wind. In this experiment 100 larvae were used (May 15, 1954, 22°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube C							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	30	—	40	—	50	—	0	10

この実験中に，若干の個体はガラス管上を自由に這い廻つた．

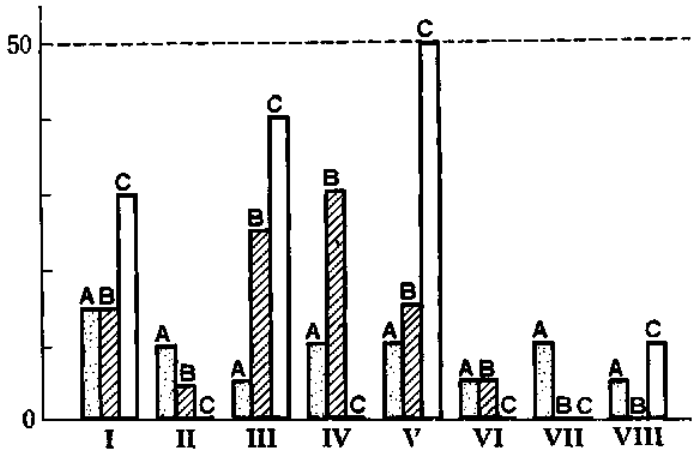

Fig. 4. Percentage of crawling larvae of *Phenacoccus aceris* blown off at various sites by 5.97 m/sec wind within three minutes after the beginning of experiments. A : Tube A. B : Tube B. C : Tube C.

尚，ガラス管Bを使用し，その面上に幼虫を置いたものを，ゆるく前後左右に振つたり回転させたりしたが，それらの場合 10～15 秒間 に飛散した数は次の如くである．

風 速	5.97 m/sec	70 %	(10 個体実験)
	5.26 m/sec	40 %	(10 個体実験)
	4.88 m/sec	0 %	(10 個体実験)

3. *Pulvinaria aurantii* Cockerell (Fig. 5)

Table 7. Number (%) of larvae of *Pulvinaria aurantii* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (August 31, 1953, 27°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube A							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	55	40	55	85	55	65	35	20

Table 8. Number (%) of larvae of *Pulvinaria aurantii* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (September 1, 1953, 27°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube B							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	35	20	35	60	50	25	10	45

Table 9. Number (%) of larvae of *Pulvinaria aurantii* blown off by the wind. In this experiment 140 larvae were used (September 1, 1953, 27 °C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube C							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	80	—	95	—	95	—	30	20
5.26	—	—	—	—	60	—	—	—
4.88	—	—	—	—	40	—	—	—
4.33*	—	—	—	—	25	—	—	—
3.87*†	—	—	—	—	0	—	—	—

* September 2, 1953 (31 °C).

† この実験では，ガラス円筒を回転させても幼虫は自由に歩行し全く飛散しなかつた．

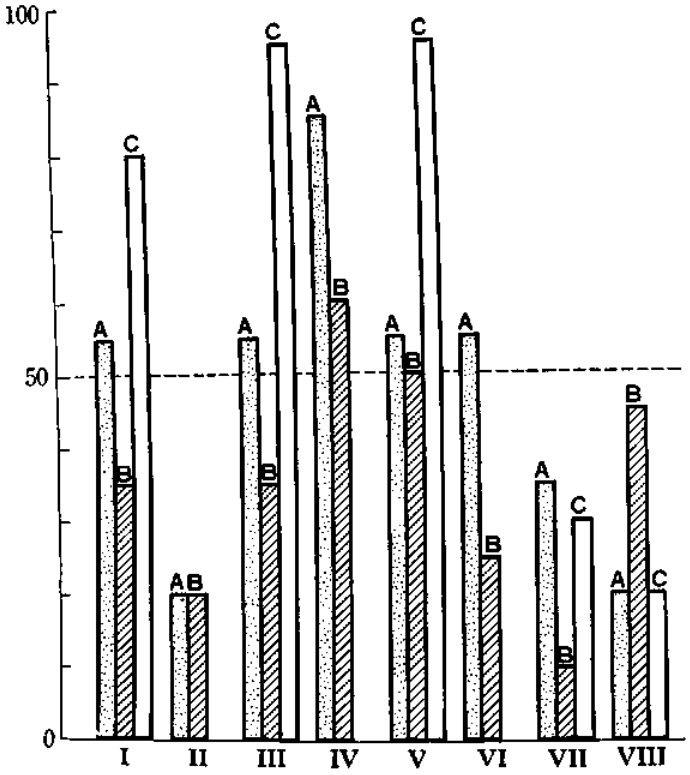

Fig. 5. Percentage of crawling larvae of *Pulvinaria aurantii* blown off at various sites by 5.97 m/sec velocity wind within three minutes after the beginning of experiments. A: Tube A. B: Tube B. C: Tube C.

4. *Eriocerus pela* Chavannes (Fig. 6)

Table 10. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (June 3, 1954, 22.5°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube A							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	25	30	70	90	60	5	10	10

Table 11. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (June 4, 1954, 23°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube B							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	65	45	70	70	40	0	20	25

Table 12. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 100 larvae were used (June 5, 1954, 23°C)

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube C							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5.97	85	—	75	—	75	—	5	0

Table 13. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 60 larvae were used (June 5, 1954, 23°C).

Position of larvae on the tube C	Wind velocity m/sec							
	5.26	4.88	4.33	3.87	3.41	2.88	2.63	2.05
I	60	70	100	80	60	60	60	20

Table 14. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 80 larvae were used (June 11, 1954, 22.5°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube A							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4.20	8	—	28	—	8	—	—	—
3.22	—	—	0	—	—	—	—	—

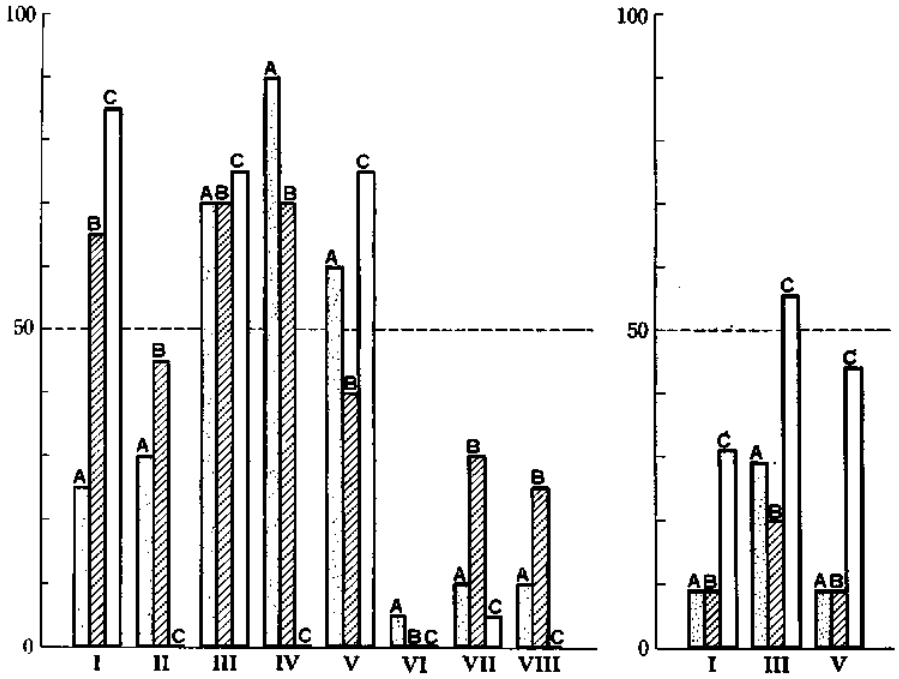

Fig. 6. Percentage of crawling larvae of *Eriocerus pela* blown off at various sites by the wind within three minutes after the beginning of experiments. Left: 5.97 m/sec wind. Right: 4.20 m/sec wind. A: Tube A. B: Tube B. C: Tube C.

Table 15. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 85 larvae were used (June 11, 1954, 22.5°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube B							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4.20	8	—	20	—	8	—	—	—
3.22	—	—	0	—	—	—	—	—

Table 16. Number (%) of larvae of *Eriocerus pela* blown off by the wind. In this experiment 115 larvae were used (June 12, 1954, 22.5°C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube C							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
4.20	32	—	56	—	44	—	—	—
3.66	—	—	32	—	—	—	—	—
3.22*	—	—	0	—	—	—	—	—

* この実験では，ガラス円筒を前後左右にゆるく振つたり廻転させても，幼虫は全く飛散しなかつた．

5. *Ceroplastes rubens* Maskell (Fig. 7)

Table 17. Number (%) of larvae of *Ceroplastes rubens* blown off by the wind.

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube A							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
6.38*	0	13.3	20	46.6	26 6	26.6	6.6	0
6.38†	20	30	20	10	20	10	0	0

* June 29, 1953, 22 °C, 130 larvae were used.
† July 2, 1953, 25 °C, 85 larvae were used.

Table 18. Number (%) of larvae of *Ceroplastes rubens* blown off by the wind. In this experiment 160 larvae were used (July 3, 1953, 28 °C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube B							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
6.38	35	40	55	50	40	7.5	30	7.5

Table 19. Number (%) of larvae of *Ceroplastes rubens* blown off by the wind. In this experiment 118 larvae were used (July 4, 1953, 30.5 °C).

Wind velocity m/sec	Position of larvae on the tube C							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
6.38	63.7	—	60	—	55	—	20	25
5.76	0	—	—	—	20	—	—	—
5.00	40	—	—	—	40	—	—	—

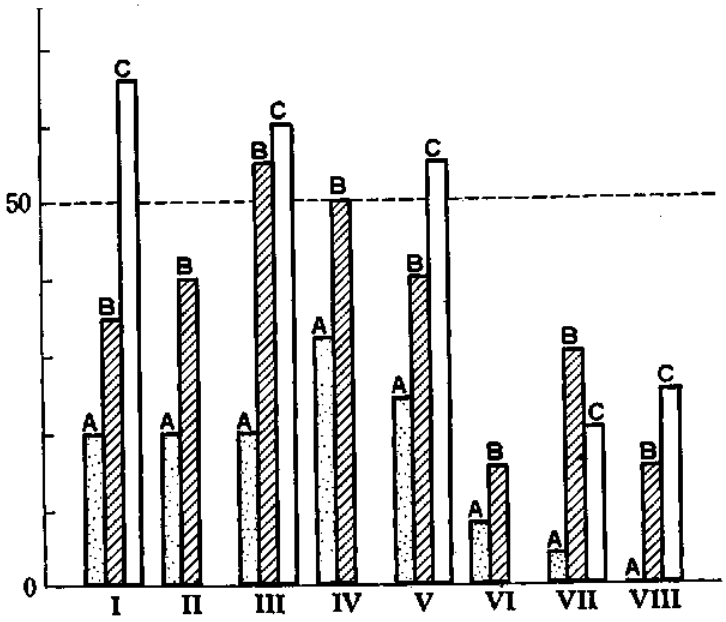

Fig. 7. Percentage of crawling larvae of *Ceroplastes rubens* blown off at various sites by 6.38 m/sec velocity wind within three minutes after the beginning of experiments. A: Tube A. B: Tube B. C : Tube C.

尚，参考までに，ミカン樹の小枝又は葉に幼虫を附着させ，6.38 m/sec の風を当てる実験を行つたところ，45～50 % の個体が飛散した（使用個体 40 匹）．以上各種に就いての実験を行つた時に，1匹の幼虫毎に，風を当て始めた時から飛散するまでの時間をストップウオッチで記録したが，これを表示することは煩雑であるから，まとめて Fig. 8 に示した．又 ガラス円筒上のどの位置でどれ位に幼虫が飛散したかをまとめて示したのが Figs. 9, 10 及び 11 である．

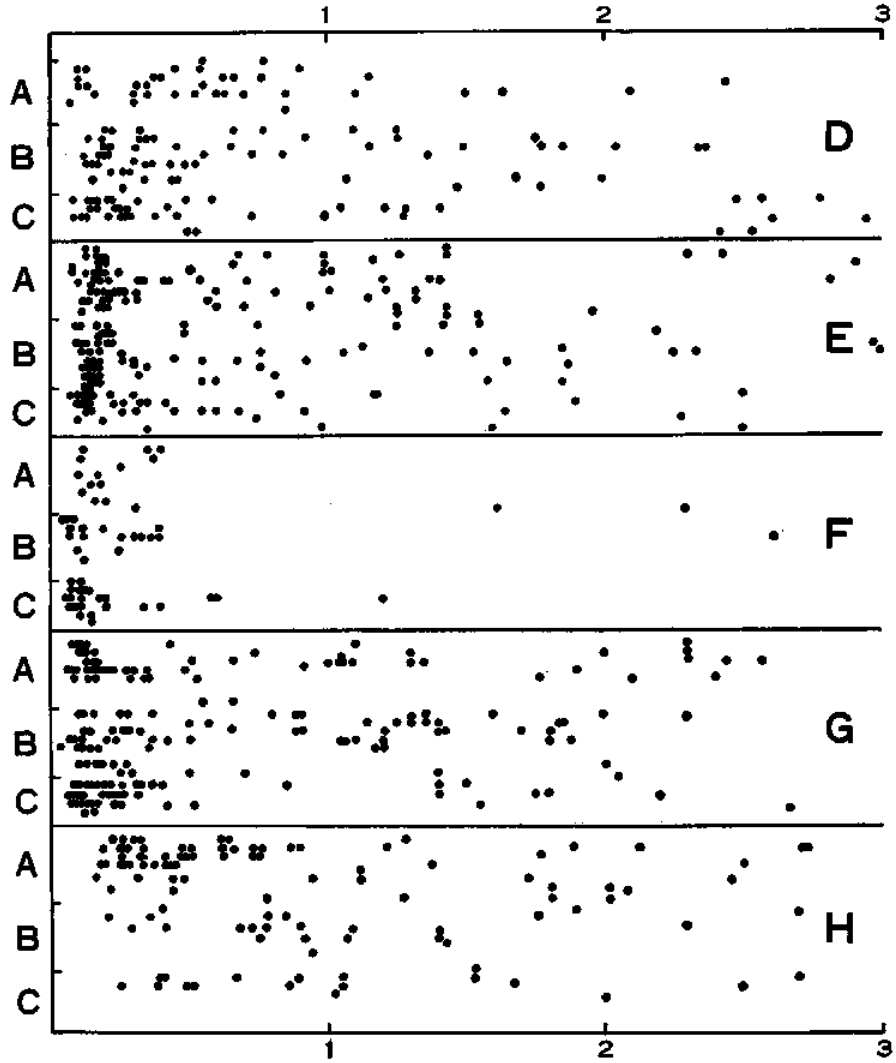

Fig. 8. Number of crawling larvae blown off by winds of various velocities within three minutes after the beginning of experiments.
A : Tube A. B : Tube B. C : Tube C. D : *Ceroplastes rubens*. E : *Pulvinaria aurantii*. F : *Phenacoccus aceris*. G : *Eriocerus pela*. H : *Icerya purchasi*.
Abscissa represents time in minutes.

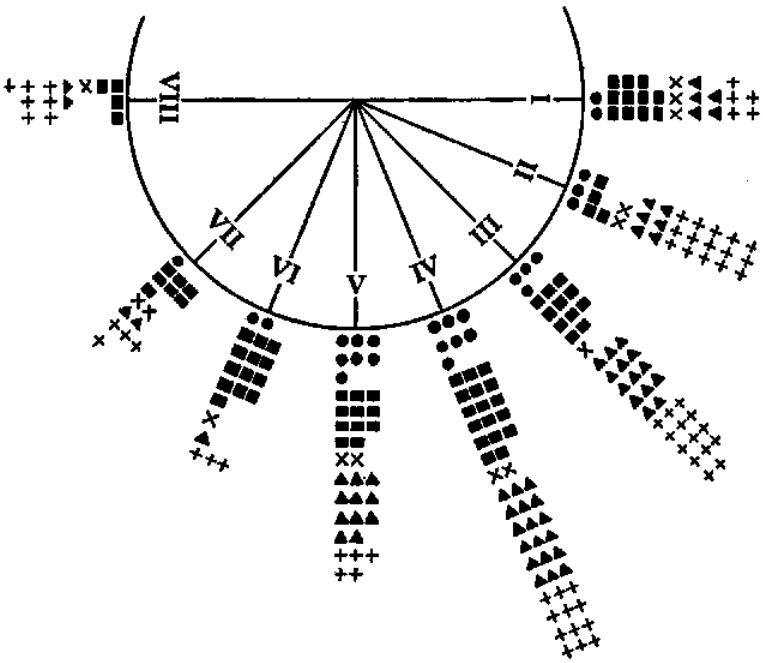

Fig. 9. Sites of crawling larvae blown off by winds of various velocities within three minutes after the beginning of experiments on the tube A.
● : *Ceroplastes rubens.* ■ : *Pulvinaria aurantii.* × : *Phenacoccus aceris.*
▲ : *Eriocerus pela.* + : *Icerya purchasi.*

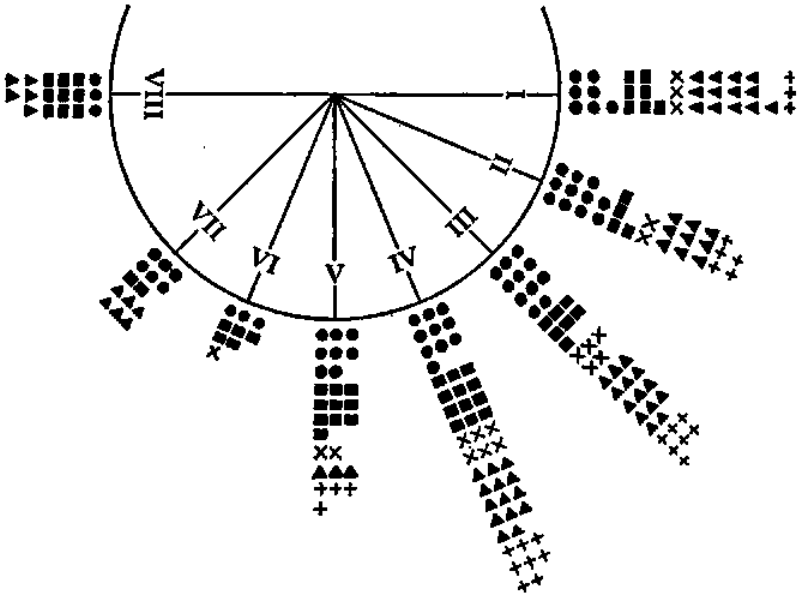

Fig. 10. Sites of crawling larvae blown off by winds of various velocities within three minutes after the beginning of experiments on the tube B.

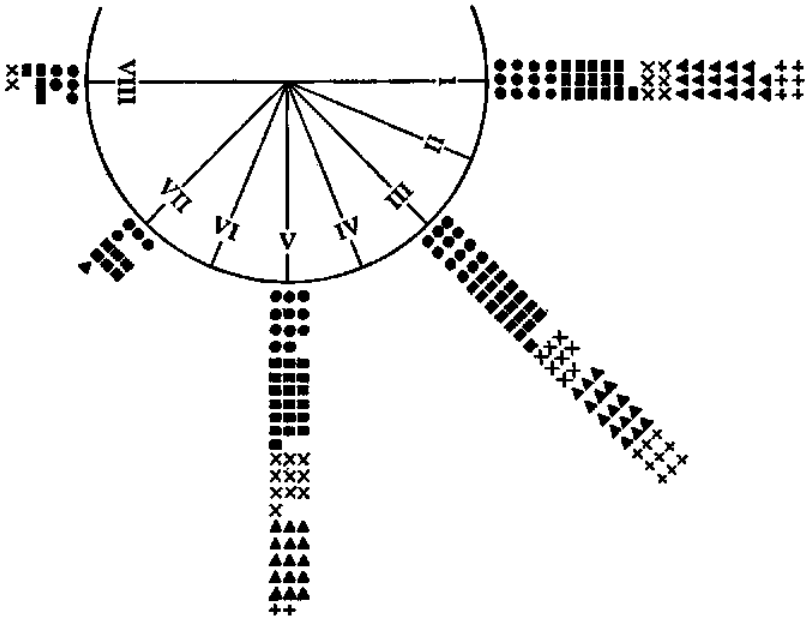

Fig. 11. Sites of crawling larvae blown off by winds of various velocities within three minutes after the beginning of experiments on the tube C.

論議及び考察

本実験には，カイガラムシ類5種の幼虫の元気な個体を，取扱い中に負傷することのないように注意して使用したが，得られた結果からは最少限の推論と結論を下すにとどめた．

本実験を開始する前には，各種の風速を起して予備実験を行つたのであるが，その結果，毎秒 6.38 米の風よりも弱い風を利用することに決めた．著者等が使つた風の種類は，次に掲げた Beaufort の風力階級表の風級 0 — 4 に含められる．尚，風を当てた時間は 3 分間である．

Table 20. Beaufort scale of wind force.

Beaufort number	Wind velocity m/sec	Remarks
0	0.0—0.5	Calm（静穏，煙はまつすぐに立昇る）
1	0.6—1.7	Light air（風向は煙がたなびくのでわかるが，風見には感じない）
2	1.8—3.3	Light breeze（顔に風を感じる．木の葉が動く．風見が動き出す）
3	3.4—5.2	Gentle breeze（木の葉や細い枝が絶えず動く．軽い旗が開く）
4	5.3—7.4	Moderate breeze（砂ほこりが立ち，紙片が舞い上る．小枝が動く）

本実験によつて，先ず知り得たことは，カイガラムシの種類によつて，それらの匍匐幼虫の風に対する反応状態が非常に異ることである．即ち使用した5種類のカイガラムシの中で，最も飛び難いものはルビーロウカイガラムシであつて，極めて弱い風に遭遇しても飛散するのはワタフキカイガラムシであつた．その順位を示すと次のようである．ルビーロウカイガラムシ≧オオワタコナカイガラムシ＞イボタロウカタカイガラムシ＞ミカンワタカタカイガラムシ＞ワタフキカイガラムシ．

ルビーロウカイガラムシは，moderate breeze で匍匐幼虫の半分位が飛散し，gentle breeze では半分以下が飛散するが，light breeze では殆んど飛散しないようである．オオワタコナカイガラムシでも同様なことが言えるが，ルビーロウカイガラムシよりもよく飛散する．イボタロウカタカイガラムシの匍匐幼虫は，moderate breeze で 90％位まで飛散し，gentle breeze では半分位まで飛散するが，light breeze では飛散する個体数が著しく減少する．ミカンワタカタカイガラムシの匍匐幼虫は，moderate breeze で 95％位まで飛散し，gentle breeze で 60％位飛散するが，light breeze では殆んど飛散しないようである．ワタフキカイガラムシの匍匐幼虫は，gentle breeze で 100％飛散，light breeze 乃至 light air で 80％も飛散し，更に calm の状態（この場合 0.46 m/sec）で半分近くも飛散することがある．これらの実験は殆んどが，幼虫の匍匐する基物が静止の場合のことであるが，基物が動揺する場合には更に飛散する個体数の増加が推察出来るのは勿論のこと，fresh breeze の風力では恐らくどの種類のカイガラムシの匍匐幼虫も 100％飛散するであろう．以上の結果はガラス円筒上の I, II, III, IV, V の位置に幼虫が居る場合に就いてのものであるが，VI, VII, VIII の位置のものに就いては次の結果が導かれる．

風に対する反応の順位は前述の場合と全く同様である．ルビーロウカイガラムシの匍匐幼虫は，moderate breeze で 10％まで飛散するが，gentle breeze では全く飛散しない．この関係はオオワタコナカイガラムシでも同様と考えてよい．イボタロウカタカイガラムシの匍匐幼虫は，moderate breeze で 25％まで飛散するが，gentle breeze では飛散しないようである．ミカンワタカタカイガラムシの匍匐幼虫は，moderate breeze で 65％まで飛散するが，gentle breeze では同様に飛散しないようである．ワタフキカイガラムシの匍匐幼虫は，moderate breeze で 100％飛散し，light breeze でも 35％も飛散することがあるが，light air では飛ばない．VI, VII, VIII の位置の場合，fresh breeze では，ルビーロウカイガラムシでも相当数の個体が飛散することが考えられる．

ガラス円筒に一方から風が当る場合，I～V の位置は風当りが最も強いが，VI～VIII の位置では，より弱い風が渦をなして流れるわけである．各種の実験を綜合して考えて見ると，III 及び IV の位置で匍匐幼虫が飛散する率が最も大きく，I, II, V の位置がそれに続き，VI, VII, VIII の位置では飛散率は最も小である（Figs. 9, 10, 11）．直接風を体に受ける部位の場合，これを匍匐幼虫の扁平な形態の上から考えて見ても，I, V の両位置に於て幼虫が最も安定性を保ち得ることが推察される．

次に，風が吹き始めてから匍匐幼虫が飛散するまでに要する時間は Fig. 8 によつて一見して判明するように，3分間の観察の中で，最初の1分間内に飛ぶものが最も多いのであ

る．更に最初の1分間でも，その前半に飛散するものが大多数である．以後3分間が経過する迄の間は，飛散する個体数は少し宛と言つた状態で，風を3分間以上当て続けるならば，恐らく同じ状態を続けて少し宛飛散するものと思われる．

極めて単純な場合を取扱つた本実験からもわかるように，カイガラムシ類の匍匐幼虫の分散に風の果す役割は大きい．ワタフキカイガラムシが世界中どこでも非常な速さで分散繁殖したのも，その風に対する極めて大きな反応力から容易に頷かれるし，又，Puerto Rico の一地方でこのカイガラムシが hurricane (above 29.1 m/sec) の為に吹き飛ばされ姿を消したことも当然なことである．若し匍匐幼虫の発生する時期に，全く風が無かつたならば，その分散は極めて徐々に行われるであろうから，その駆除も徹底的に行うことが容易となる筈である．然し実際には，カイガラムシ類の幼虫が孵化する頃は，強弱種々の風が吹く頃である．それに本実験から，意外に弱い風によつてカイガラムシの匍匐幼虫が分散することが実証された．ワタフキカイガラムシの場合などでは，人間の皮膚には，風があるかないかに感じる程度の僅かな気流によつてさえ分散する個体がある．弱風で空中に飛散した幼虫の中で，適当な寄主植物上に漂着し得る個体数の多少は，果樹園に例をとれば，果樹の栽植密度の大小に関係する．果樹が密植であればある程適当な寄主場所に漂着し得る個体数は多くなることが考えられる．即ち，風によつて空中を漂流するカイガラムシ幼虫をより少く寄主植物に漂着させる為にも粗植園が好ましいことになる．

摘　　要

カイガラムシ類の匍匐幼虫が，風によつて分散させられることは，従来間接的な方法によつて調べられていた．本研究では，それらの幼虫に，実験的に直接に風を当て，風力に対する反応を調べた．実験に使つた5種類のカイガラムシの匍匐幼虫は，夫々 Beaufort の風力階級4以下の弱い風に実によく反応し，ワタフキカイガラムシでは階級0の部分に属する気流の動きにも敏感に反応する個体が認められた．

参　考　文　献

Bodenheimer, F. S. 1951. Citrus entomology in the Middle East with special references to Egypte, Iran, Irac, Palestine, Syria, Turkey. The Haague.

Clarke, A. F. 1938. A survey of the insect pests of eucalyptus in New Zealand. N. Z. J. Sci. Tech., 19: 750—761.

Dammerman, K. W. 1922. The fauna of Krakatau, Verlaten Island and Sebesy. Treubia, 5: 61—112.

Ehrlich, J. 1933. *Nectria coccinea* on beech. Phytopath., 23: 10.

Felt, E. P. 1928. Dispersal of insects by air currents. New York State Mus. Bull., 274: 59 to 129.

Glick, P. A. 1939. The distribution of insects, spiders, and mites in the air. Tech. Bull. U. S. Dept. Agric., 673, 150 pp.

Quayle, H. J. 1916. Dispersion of scale insects by the wind. Jour. econ. Ent., 9: 486—493.

Quayle, H. J. 1938. Insects of citrus and other subtropical fruits. New York.

Strickland, A. H. 1950. The dispersal of Pseudococcidae by air currents in the Gold Coast. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A), 25 : 1—9.

Tutt, J. W. 1898. Migration and dispersal of insects : Coccids and Aphides. Ent. Rec. & Jour. Var., 10 : 233—238.

Webster, F. M. 1902. Winds and storms as agents in the diffusion of insects. Amer. Nat., 36 : 795—801.

Wolcott, G. N. and F. Sein, Jr. 1933. A year's experience with the cottony cushion scale. Jour. Dept. Agric. Puerto Rico, Bull., 17 : 199—221.

Summary

It is well known that winds play an important part in the spread of Coccids. Especially interested readers may refer to Tutt (1898), Webster (1902), Quayle (1916), Dammerman (1922), Ehrlich (1933), Wolcott (1933), Clarke (1938), Glick (1939), Strickland (1950) and Bodenheimer (1951). But the literature reveals that not a single experiment has ever been carried out on the dispersal of Coccids by artificial air currents generated by an electric fan.

The experiments reported herein on the dispersal of the crawling larvae of five species of Coccids by air currents were conducted in the Entomological Laboratory of Kyushu University at Fukuoka, Japan, from 1953 to 1954. In all experiments more than 1,500 crawling larvae of 0—24 hours age were used. The larvae were put on glass tubes of three different diameters (Tube A : 52.5 mm. Tube B : 22.0 mm. Tube C : 6.8 mm.). A wind tunnel was set between the glass tube and the electric fan so as to make uniform currents to the tube. The larvae were oriented on eight imaginary positions on the surface of the glass tube to allow the fan to blow a current of air (Text-figure 1). The fan was regulated to deliver winds of desired velocities to the tube and allowed to run three minutes under room conditions, illumination being entirely natural. In the process of becoming familiar with the velocities of air currents which were sufficient enough to disperse the larvae, winds of various velocities were tested.

The results were summarized in Tables 1—19, 20 and Text-figures 2—11.

The percentage of the crawling larvae blown off by air currents was the highest on the sites III and IV—a remarkable contrast to the sites VI, VII and VIII. Judging by the flat structure of the larval body, the sites I and V seemed to be more stable for the larvae against air currents than the sites II, III and IV (Text-figures 9, 10 and 11). The experiments showed that many of the crawling larvae were blown off as insect drift within one minute after the beginning of each experiment as shown in Text-figure 8. The reaction of the larvae to winds was quite different according to the species of Coccids. All the

Table 21. Percentage of crawling larvae blown off by winds of various velocities within three minutes after the beginning of experiments.

Beaufort scale of wind velocity	Wind force	Wind velocity m/sec		*Icerya purchasi*	*Phenacoccus aceris*	*Pulvinaria aurantii*	*Eriocerus pela*	*Ceroplastes rubens*
0	Calm	0.0 — 0.5	*	(α)50	0	0	0	0
			†	0	0	0	0	0
1	Light air	0.6 — 1.7	*	80	0	0	0	0
			†	0	0	0	0	0
2	Light breeze	1.8 — 3.3	*	80	0	0	>0	0
			†	35	0	0	0	0
3	Gentle breeze	3.4 — 5.2	*	100	<50	60	(α)50	<50
			†	—	0	0	0	0
4	Moderate breeze	5.3 — 7.4	*	100	(α)50	95	90	(α)50
			†	100	10	65	25	10

* This line indicates the sites I to V on the tube.
† This line indicates the sites VI to VIII on the tube.

crawling larvae (on sites I—V) of five species of Coccids used in this experiments reacted fairly well to much weaker air currents which correspond to No. 4 of Beaufort scale of wind velocity. The experiments suggested that the wind of the velocity No. 5 (fresh breeze) could carry almost all the crawling larvae (on sites I—V) from their crawling surface to the air as insect drift. The dispersal of the larvae of *Ceroplastes rubens* required much stronger air currents than those required by four other species. It is highly interesting that the crawling larvae of *Icerya purchasi* were very sensitive to the slightest movements of air and responded even to such wind as No. 0 of Beaufort scale of wind velocity. The sensitiveness of the crawling larvae among five species of Coccids was arranged in the following order from strong to weak : *Icerya purchasi, Pulvinaria aurantii, Eriocerus pela, Phenacoccus aceris* and *Ceroplastes rubens.*