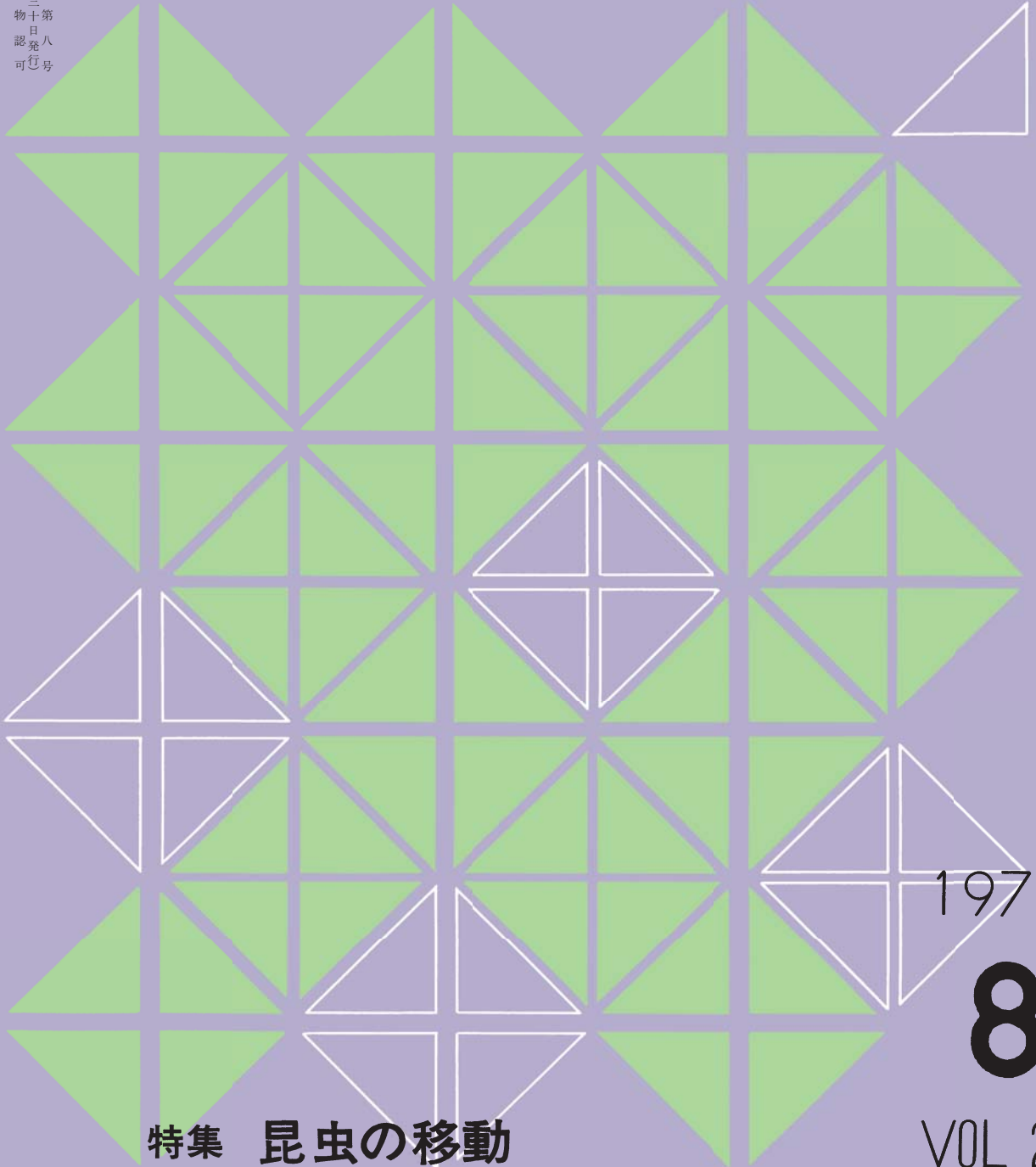


疫防植物

昭和四十七年
八月二十九日
第三行刷
（每月一回）
第二十六卷
第八号
（認可）
（郵便物）



1972

8

VOL 26

特集 昆虫の移動

NOC

果樹・果菜に

■有機硫黄水和剤

モハックス

りんご…うどんこ病・黒点病の同時防除に

■有機硫黄・DPC水和剤

モハックス-K

ゴールデンデリシャスの無袋化に

■植物成長調整剤

被膜剤 サビハック

■ジネブ剤

ダイファー 原体

■ファーバム剤

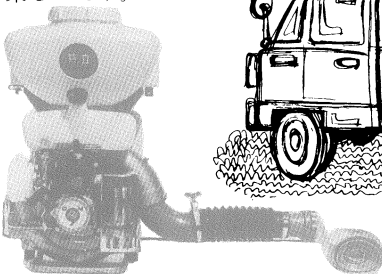
ハックメートF75

大内新興化学工業株式会社

〔〒103〕東京都中央区日本橋小舟町1の3の7

もう、 お使いになりましたね！

いそがしい時期です。
今年は、共立のDM-9を使って微粒剤散布をしています。ムラがなく、能率のよい徹底防除ができるので、これなら良質米の確実な増収ができそうです。今から秋の穫り入れが楽しみです。



共立背負動力防除機DM-9

株式会社 **共立** KIORITZ

共立エコー物産株式会社

〒160 東京都新宿区西新宿1-6-8 ☎03(343)3231(大代)



「らく 楽しんで、おいしい米づくり」

「ひとまき3得」のキタジンP粒剤ならできます

効力・省力・うまい米

もんがれ病、小粒きんかく病に効く…いもち水面施用剤

■一回散布するだけ…キタジンP粒剤は効き
めを永く保ちます。一回散布するだけで、
茎葉散布の二〜三回の効果があり、大幅に
省力化できます。

■機械刈りに適合…キタジンPは稲を丈夫に
育てます。そのため倒伏を防ぎ、バインダ
ーでの刈取りも非常に楽になります。

■おいしい米が穫れる…いもち病のほか小粒
きんかく病、もんがれ病、害虫などの被害
もおさえます。そのため米がきれいになり
おいしい米がつくれます。

(もんがれ病・小粒きんかく病に
適用拡大しました)



水稲病害総合省力

キタジンP®粒剤

新しい技術・新しいサービス



クマイ化学工業株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-6-2 〒100

種子から収穫まで護るホクコー農薬



お求めは農協へどうぞ

葉いもち病、穂いもち病に
強力な防除効果とすぐれた安全性
予防・治療にもすぐれた効果

カスラフサイド[®] 粉剤



●速効的効果とすぐれた安全性

ウンカ類・ツマグロヨコバイに

マクバール[®] 粉剤 微粒剤

●施設園芸・野菜類のきんかく病

はいろかび病の防除に

スワレックス[®]

くん煙錠

(いちごトマト・ピーマンの適用追加が認可)

●みかん・りんご・桑園などの

ホクコー 樹園地、牧草地の雑草防除に

カソロン 粒剤 6.7



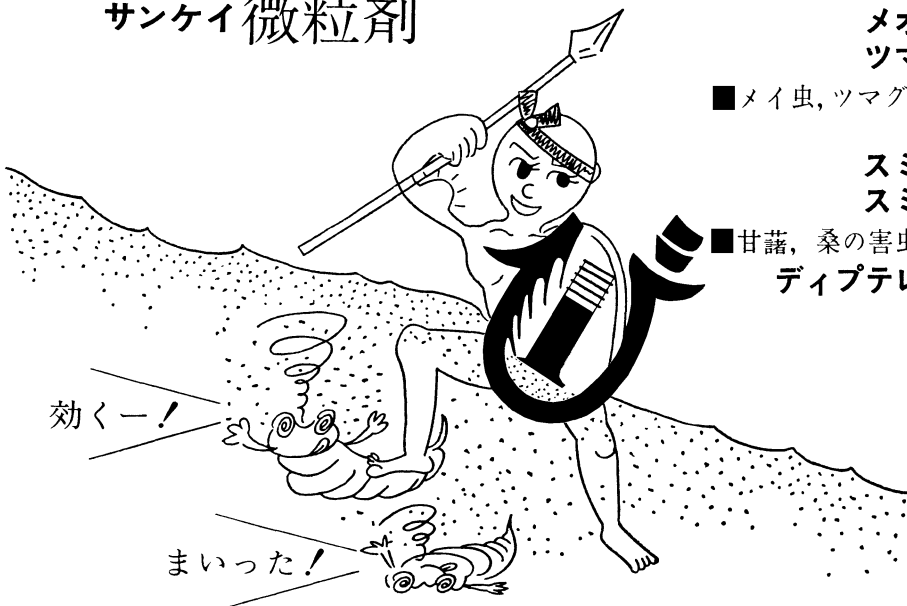
北興化学工業株式会社

東京都中央区日本橋本石町4-2 ☎103

支店：札幌・東京・新潟・名古屋・大阪・福岡

農家のマスコット

サンケイ微粒剤



■ツマグロヨコバイ、ウンカ類に

メオバール微粒剤

ツマサイド微粒剤

■メイ虫、ツマグロヨコバイ、

ウンカ類に

スミバール微粒剤

スミバッサ微粒剤

■甘藷、桑の害虫に

ディプテレックス微粒剤



サンケイ化学株式会社

本社 鹿児島県鹿児島市郡元町880番地

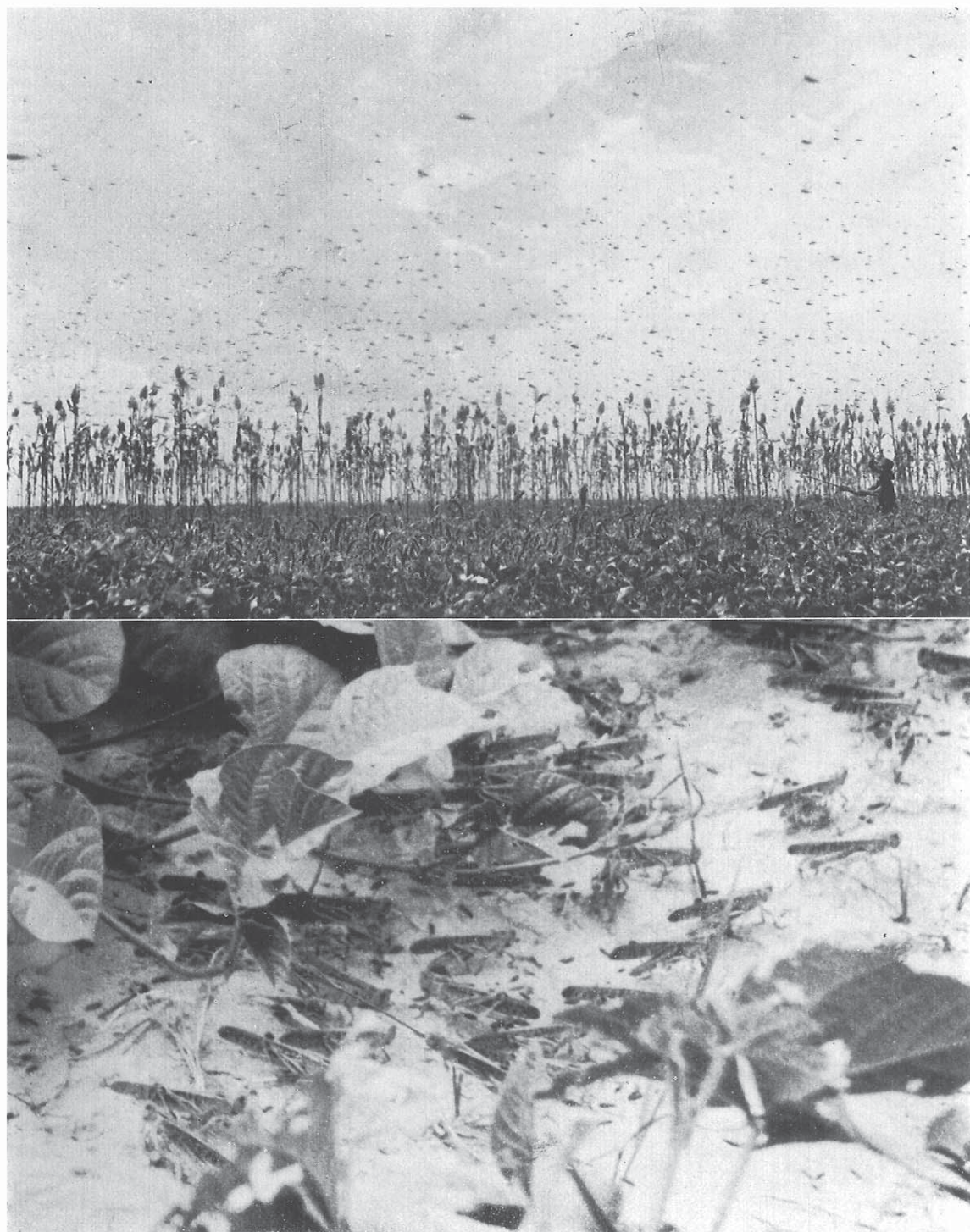
東京支店 東京都千代田区神田司町2-1 神田中央ビル

鹿児島工場 鹿児島県鹿児島市南栄2-9

深谷工場 埼玉県深谷市幡羅町1-13番地

華北(開封)の飛蝗 (*Locusta migratoria migratoria* LINNÉ)

日本植物調節剤研究協会 河 田 黨 (原図)



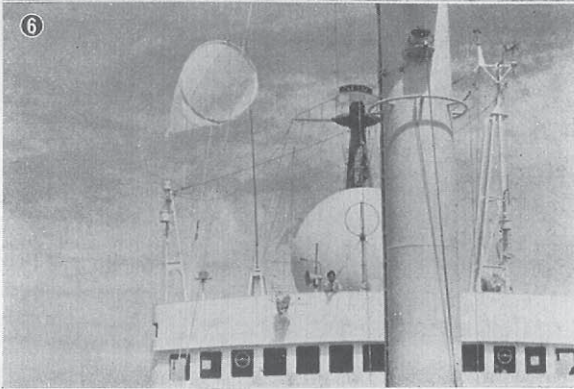
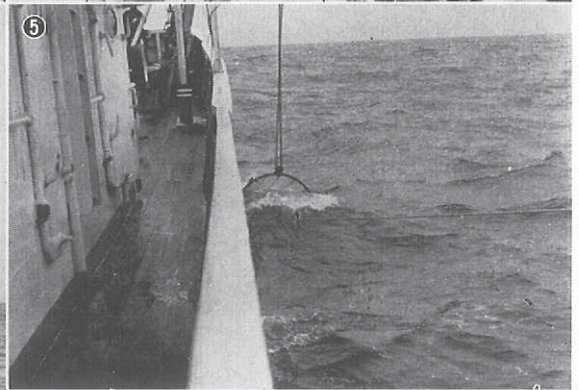
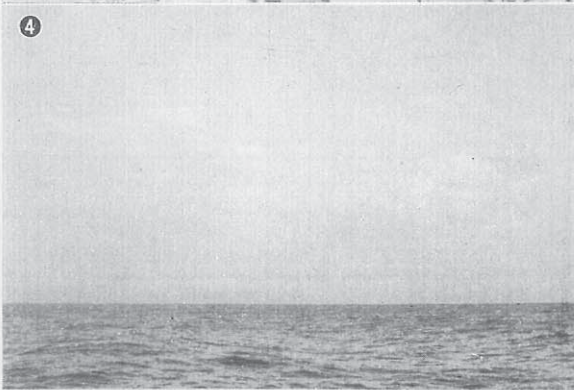
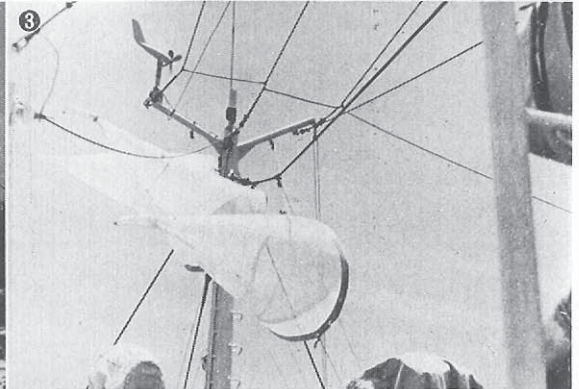
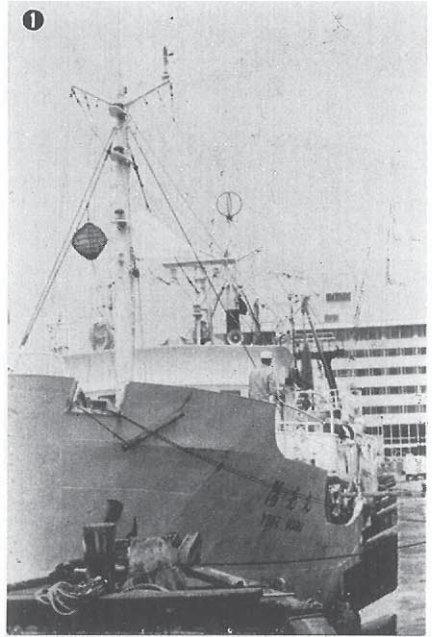
上：飛しょう中， 下：日中日陰に集まっているところ

船上でのウンカの飛来調査

農林省九州農業試験場

岸 本 良 一

(原 図)



<写 真 説 明>

- ① 長崎港停泊中の水産庁陽光丸
- ② 陽光丸船上での飛来昆虫採集作業（このような快晴時には採集虫はほとんどない）
- ③ マストにあげられたネットトラップ3個
- ④ 前線帯に接近中
- ⑤ プランクトンネット（これでウンカ類が多数採集されるときもある）
- ⑥ 気象庁凌風丸船上のネットトラップ

植物防疫

第 26 卷 第 8 号
昭和 47 年 8 月号

目 次

特集：昆虫の移動

昆虫の移動.....岸本 良一..... 1

昆虫の飛しょう行動とその解析.....岩橋 統..... 5

ウンカ類の長距離移動.....岸本 良一.....10

昆虫の集団移動

バッタ類.....松本 忠夫.....17

カメムシ類.....中村 浩二.....23

ヤガ類.....宮下 和喜.....26

植物防疫基礎講座

昆虫の分散機構の分析.....井上 民二.....32

新しく登録された農薬 (47. 6. 1~6. 30).....40

沖縄復帰に伴う特別措置により農薬取締法によって受けた登録とみなされた農薬.....41

中央だより.....38 学界だより.....37

人事消息.....39 換気扇.....39



世界にのびるバイエル農薬
今日の研究・明日の開発

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋室町 2-8 103



武田薬品



新時代にふさわしい

稲もんがれ病防除剤

バリダシン

粉剤・液剤

新発売

特長

- もんがれ病菌の病原性をなくさせる。
- 的確な防除効果。
- 稲にいつまいても薬害なし。
- 人・畜・蚕・魚・天敵に極めて安全。
- 米にも土にも残らない。

使用方法 粉剤 10アール当り 3～4 kg 液剤 500～1,000倍

土から海から……あらゆる資源を求めて武田薬品は、安全な新農薬の開発にたゆまざる努力を続けています。

兵庫県明石市の土から分離した放線菌をもとに全く新しいもんがれ病防除薬剤（バリダシン）が誕生しました。

全く新時代に即した“安全農薬”です

● ニカメイチュウに

パダン® 粒剤 4

● メイ虫・ツマグロ・ウンカ類の同時防除に

パダンミクス® 粒剤

昆虫の移動

—その概観と問題点—

農林省九州農業試験場 ^{まし}岸 ^{もと}本 ^{りよう}良 ^{いち}一

正常な飛しょう機能をもった昆虫が、いろいろな飛しょう活動性を示すのは当然であるが、数千mもの高空や、大洋の中で多数の昆虫を発見したというようなことはたいてい非常なおどろきをもって迎えられる。これは結局は人間が地上生活者であり、飛しょう能力を欠くためからくる1種の偏った考え方によるものであり、目で見ただけを強く信じ、それを中心に考えを組み立てて行く傾向が強すぎる場合があるためだと思われる。また、非常に長距離を移動する例とか、特異な移動の型を示す例が見つかり、さらに複雑で、特異な型の例が追跡され、移動現象の概念や定義も次第に特異化される傾向がある。このような傾向をもとにもどして、ある程度あたりまえと思われる線まで引き下げ、また、一方では、各種の調査法、観測法を利用して、視覚にたよりがちな移動現象解析の分野を拡大する必要がある。

I 古典的な移動の例

姿の美しいチョウやトンボなどの移動、それに破壊的な被害を大面積にわたってもたらすバッタの侵入は、最も古くから記録が残されているものである。とくにチョウやトンボの場合、自然愛好者の博物学的興味の対象として、ヨーロッパ諸国や、ヨーロッパ人の活動した植民地や旅行地などでの観察記録が多く残されている。WILLIAMS(1958)はこれらを集成したがその中で、昆虫の長距離にわたる旅行を二つに分け、能動的なものと受動的なものとし、能動的なものが移動とよぶにふさわしいもので、これは、ある程度連続的な動き(movement)であり、多かれ少なかれ定った方向をもっていること、しかも、移動の季節、方向を定めること(orientation)、目的とする生息場所の選択などは昆虫自身が決定するということが重要な要素とされている。さらに一つの個体群が、違った季節に行きと帰りの両方向の動きが見られるかどうかという点に興味もたれ、たとえば、カメムシとかテントウムシの中にこのような場合が報告された。生育地から越冬地または越夏地へとび、そこで何カ月か経過した後再びもとの生息地へ帰り、そこで増殖する。さらに複雑な例として *Eurygaster* の場合には、越夏と越冬を別の高度の山地で行なうため、1世代で1回の摂食期2回の静止期と3回の移動期が見られる。この

ような複雑な移動を示す種には必然的に長い寿命、強い飛しょう能力や探さく能力をそなえていることが要求されるが、短命であるが増殖能力の高いような型の害虫にはそのような移動の型は見られないのが当然であろう。鳥の渡りや魚の回遊などのような複雑で精巧な機構をもったものが一つの典型的な移動であるという考えが強く働いているように思われる。

一方、日常的な動き、偶然的なもの、さらに風や水の力など外部要因の働きによって受動的に運ばれるものは単に movement, displacement, dispersal, dissemination などと呼ばれ、migration とはかなり強く区別されて来た。

典型的な移動を示す昆虫の場合でも、方向を定めるメカニズムは十分わかっていない。比較的表面上に近い高さをとぶ場合には、地上の物体、形状に対する視覚や、太陽の位置による、コンパスのような方向の決定に加えて、本能的な方向感覚が重要な役割をもっていると考えられている。出発時にかなりはっきりと方向を定め、その後風を横切ったり、風に逆ってほとんど一直線に目的地にとぶという記録が多く残されている。しかし、これらの昆虫が高い空中で発見されることもあり、そのような時には自ら方向をコントロールすることはほとんど不可能である。

このような典型的な移動には確かに偶然的な飛しょう行動とは違ったいくつかの特長が見られ、すでに述べたことがらのほかに、移動中の昆虫では摂食、産卵、交尾などに対する反応は一時抑制されており、移動行動に全機能が集中されているものと思われる。移動個体群を構成するのは本質的には雌であり、雄は雌と全く同じ行動をするものから、全く移動しないものまでであるが、その様式は種によって定まっている。

このような目による観察をおもな調査方法としている限り、対象昆虫にもある程度限度があり、活動範囲もおおのずから地表面に近いものとなる。小型昆虫、とくに害虫として重要なものについて、その発生源の探さく、侵入の予測、動物、植物のウイルス病の移入、媒介経過など、経済的要求から出て来た各種昆虫の飛しょう活動性の研究は、目による随時的な観察の蓄積の段階から出て、積極的に各種調査法の開発、調査範囲の拡大へと進み、

昆虫全体の飛しょう活動の研究、把握へと進んだ。

II 自然界における昆虫の飛しょう活動範囲

昆虫がいかに空中に分散しているかという点で、アメリカ合衆国、フランス、イギリスにおける航空機利用による高空での昆虫の採集はとくに重要な意味をもっている。たとえば Glick (1939, 他) によれば、数百mから数千mの高空にも各種の昆虫、クモ類が浮遊していることがわかったが、これらは明らかに上昇気流によって運ばれたものと考えられる。夜間にも相当採集され、時には昼間よりも多い場合もあるという。これら小型昆虫の中ではとくに Diptera (ハエ)、Coleoptera, Hymenoptera, Homoptera (アブラムシ、ウンカ、ヨコバイ) が多い。一般に高い空中で浮遊している小型昆虫は「空中プランクトン」と呼ばれ、小型で飛しょう力は弱いが、体重に比して体表面積が大きく、大型昆虫より浮力が大きいため浮遊しやすいと考えられている。しかし、Johnson (1969) によれば、この考えは再検討の必要があり、単なる浮遊物体ではそのような考えも成り立つが、高空でも昆虫は自力で翅を振動させており、受動的な浮力だけで空中を“浮遊”していると考えるのは考慮の余地があるとしている。実際昆虫が空中を飛んでいるのは生活の中の一部で、長時間滞るわけではないので、水中プランクトンと対比するのは単なる比喩にすぎないであろう。

平面的には大洋を航行する船舶を利用して陸地からはるかになれた洋上で飛しょう中の各種昆虫の採集調査が行なわれた例がいくつか報告されている。たとえば、Bishop Museum の 1957 年から 10 年間の、世界各地の洋上で採集された約 13,000 の標本の中では、Hemiptera と Diptera がとくに多く、前者ではアブラムシ、ヨコバイ、ウンカ類が多く、後者ではショウジョウバエ、ユスリカが主力をなしている。高空での採集結果と比べて、Coleoptera, Hymenoptera が少ないのが注目されるが、筆者らが行なっている東支那海での梅雨期の調査結果でもこれに似た傾向が見られる。今後調査回数、地点が増すにつれて、垂直分布と水平分布との対比が可能となるであろう。水平移動では、発生源からの距離やその間の気象条件の影響によって昆虫相や密度に大きな変動が見られると予想され、各季節、各地における多数の調査例の蓄積が必要であろう。

III 昆虫の飛しょう活動の解析

以上述べた空中での小型昆虫の活動状況、高度別分布、移動距離などを理解し、それを組み立てるためには、昆

虫の飛しょう活動の解析が必要となるが、KENNEDY, JOHNSON らはアブラムシ、frit fly などを用いて、多方面にわたる研究を行なった。飛しょう活動は有翅成虫の羽化に始まり、飛しょう能力の喪失によって終わるが、その間には各種の生物学的プロセスと、これに関与する環境要因があげられる。

羽化後、飛び立つまでの期間は period of maturation for flight または teneral period と呼ばれるもので、移動性の高い昆虫ではかなりはっきりした期間が見られる。この期間の長さには気温の影響が大きいが、次の飛び立ちを刺激する要因の不在が大きく作用する場合もある。たとえばアブラムシではこの teneral period は普通数時間ないし 10 数時間で、温度が高いと短くなる。一定の温度の累積値に達すると飛び立ちの準備はできたことになるが、そのときの外界の各種要因の影響を強く受ける。温度が低すぎると飛び立ちは不可能で、ある閾値以上の温度が必要である。湿度も種によってきまった好適範囲のあることが示されている。風はあまり強いと飛び立ちを抑制するが、弱い風ならばむしろ飛び立ちを刺激する。温度、湿度、風などは、その昆虫の実際に生息している場所のミクロ気候について考えることが必要で、通常の意味の観測値とは相当かけはなれている場合が多い。とくに温度については、昆虫の体温について測定する必要があるとされている。光の強さも種によって特徴的な影響を及ぼす。アブラムシ、バッタの群生相などは明るいときに飛び立ち、夜になると止むが、ウンカ、ヨコバイ、メイチュウなどでは薄暮に集中して飛び立つ。ここで注意すべきことは、飛び立ち数は各種外界要因が閾値以上であれば、そこに存在する teneral period を過ぎて飛び立ち可能な個体の密度をかなりよく反映するが、これと空中で飛んでいる個体の密度とは同じではない。飛び立った個体の累積、飛しょう継続時間と分散との総合されたものが飛しょう中の密度を示す。夜間飛んでいるものがすべて夜飛び立ったものとは限らない。たとえば、予察燈に入る数の時刻別変化と、飛び立ち数の時刻別変化とは同じではない。その間には気温、温度などが強く働くので、誘殺数から直ちに季節的、地域的な密度の違いを論ずるのは注意しなければならない。

移動性昆虫の飛び立つ衝動は、非常に強いものと思われるが、たとえば、生育した場所が、その後の増殖にとって不適当とは見えなくても羽化後の有翅成虫は一度は飛しょうしようとする内的衝動にかりたてられているように見える。しかし、これが外界要因によって長く抑制され続けられると結局はそのまま次の生殖機能が発達する。また、移動性アブラムシの種の中にも全然移動性を示さ

ない個体が出現する場合があります、また、選抜によって移動性個体の出現率を高めることができるという報告もあり、移動性にも遺伝的基礎があると考えられる。たえず移動性の高い個体がある個体群から流出するとすれば、発生源での個体群の移動性に関する因子の頻度は次第に低下するのではないかと考えられる。各種害虫の長距離移動と平行してこのような集団遺伝学的見地からの研究も興味深い。

飛び立った個体がどれくらい飛び続けるかということは、まずその個体のもっている飛しょうを継続しようとする内的衝動、体内に蓄積されている貯蔵栄養（グリコーゲンと脂肪）の消費程度と飛しょうを維持するに必要な気温、光、その他の環境要因の持続によって左右される。内的衝動はたとえばバッタの群生相やその他典型的な移動種では非常に強く、飛ぶことに集中しているように見うけられる。卵巣は未発達なものが一般には持続期間は長いとされているが、種によっては、性的には成熟しているが、産卵はしていない程度のものが高いという場合もある。バッタでは、幼虫後期に活性の高い前胸腺およびそのホルモンが羽化後間もなく消失すること、また、卵巣の発達が抑制されていることなどから、飛び立ちや飛しょう継続における内分泌機構は興味ある問題である。

飛しょうを継続させるに必要な温度は一般に飛び立ちに必要な温度閾値よりかなり低いとされており、飛び立ち後かなり高空に上昇して気温が低下しても飛しょうをすぐに停止するということはないように思われる。これは運動の継続によって体温がかなり上っていることも原因となっているので、単に気温だけの問題ではないであろう。また、昆虫を上空に運ぶのは暖かい地表面の空気の対流による上昇であり、また、後に述べる低空ジェット気流でも、上空での気温はかなり高い場合がしばしばみられ、とくに夜間逆転の起こった場合には上空のほうが飛しょうに適している場合も起こりうる。事実、イギリスでは夜間は低温のため、アブラムシはほとんど全部降下してしまい、日中の浮遊個体は毎日補給されるものと考えられるのに対し、アメリカ・カンサス州の研究では610mの上空でも気温はアブラムシの飛しょうを可能ならしめる程度に高く、夜通し飛び続けているといわれている。

高度と昆虫の密度の関係は一般には、高さの対数値と密度の対数値との間には負の直線関係があるとされている。この直線の傾きの急な場合は、大気が安定して、対流が少ないため浮遊昆虫の分散があまり行なわれていないことを意味し、傾きがゆるやかな場合は、対流や乱流

がはげしくて、昆虫がよく攪はん、分散されていることを示す。

飛しょう中、あるいは飛しょうの終わった個体が着陸し、生息場所を選択するメカニズムも重要な問題である。一般に飛び立つ時の昆虫はたいてい趨光性が強く、重力に対して逆の趨性を示すのに対し、飛しょうを終わったものではこれらが逆になるといわれる。また、摂食などに関係する感覚の活性が高まるともいわれている。しかし、これらは地表面近くで飛しょうしているものについては容易に想像されるが、相当な高度ではほとんど作用しないのではなかろうか。とくに高空での気流に運ばれている場合には、気流の日変化に伴う下降気流、前線帯での降雨や下降気流、地形などに伴う乱流などによって受動的に地表面近くに運ばれてくる場合が多いと考えられる。

結局昆虫の飛しょう活動は全体としてみれば地表面から数百 m、数千 m 上空に至る大規模な拡散系と見なすことができる (JOHNSON, 1966)。そこで最も重要な役割を果たすのは飛しょう活動の媒体である空気の動き、風であり、局地的なものや天気図的スケールのもの、対流、乱流がそれぞれ特有な作用をしている。風によって運ばれるということは WILLIAMS によれば受動的なものとして、移動の定義から強く区別されたが、昆虫全体の飛しょう活動から見れば、風との関係を軽視することは不可能である。移動の最も重要な生物学的意義を、古い生息場所から新しい生息場所への移り行き、とくに次世代以降の増殖場所の探さくという点に注目すれば、この移行が種の存続にとっていかなる価値があるかによって、本来の意味における移動と、偶然的、日常的な動きとの区別すべきものである。JOHNSON (1969) はこの意味において、Adaptive dispersal という語を用い、Migration と同義語として用いている。

IV 天気図と害虫の長距離移動

害虫の大量出現や侵入が、天気の変化、中でも低気圧の通過と深い関係にあるという指摘は多く見られ、大規模な移動で注目されるバッタについて、このような見地から注目すべき考えを出したのは RAINEY (1951) で、西アフリカからインドに至る間でのバッタ群の発生と当時の天気図を対比させた。熱帯での大規模な風向その他これに伴う気象要因の変化を示す指標として注目されるものが、熱帯収斂帯 (Intertropical Convergence Zone = ITCZ) で、これは赤道の両側から吹き込む貿易風とモンスーンとが収斂する地帯で、この地帯で風は結局は上昇気流になる。収斂帯では広範囲にわたる降雨が見ら

れるのが特徴で、天気図上では、地面上の前線と上空にある北風の侵入南限線との間に実際に降雨が見られる。バッタの侵入地点はまさにこの区域内に集中していることが示された。バッタがこのような天気図程度のスケールでの風によって運ばれるということは結局は収斂帯へ集められるということの意味し、そこで水分、植生を利用して増殖を可能ならしめるという適応的意義 (survival value) は大きいことがわかる。

この ITCZ は熱帯アジア諸地域でも気候変化、とくに降雨に関連して注目されるもので、7～8月に最も北上したときには、沖縄から、東支那海を経て黄海に至る南北の方向に走るとされているが、これら諸地方で、昆虫の移動と結びつけるような試みはいまだなされていない。

亜熱帯から温帯にかけて各地方でみられる前線も小型昆虫の移動にとって ITCZ と同様注目される場所であり、HUFF(1963) は、いまでは定説とされているアメリカ合衆国の potato leafhopper (*Empoasca fabae*) のミシシッピデルタ地帯から北部諸州への侵入と、気象要素との関係を分析し、南の熱帯海洋性の暖かい南風が36時間以上連吹した場合、イリノイ州へのこのヨコバイの侵入が見られること、さらに前線とりわけ寒冷前線の存在、これに伴うわか雨や雷雨は侵入にとって好都合であると述べている。日本での梅雨期のウンカ類の長距離飛来と前線との関係もこれに近いものと考えられる(岸本：本誌)。

昆虫のとくに長距離の移動にとって重要な側面として風の速度が興味深い問題である。たとえば古典的な ELTON (1925) の発見したスピッツベルゲンのアブラムシの場合、最も近い発生源から800マイルを24時間以内で飛来したと想像されている。時速33.3マイル(=53.6 km) に相当するが、最近注目されている低空ジェット気流によって運ばれたとすれば、さらに時間は短くなる。この低空ジェット気流 (Low level jet) は、アメリカ合衆国中部での研究によれば、午後形成され始めて真夜中で最高に達し、朝おとろえるという。800ないし2,000フィート(240mないし600m)で風速は最高になり、時速50ないし80マイル(約80～128 km) という相当な速さに達する。3,000ないし4,000フィートでは風速は10ないし20マイル、地上では0である。高層ジェットとは違って、局地的なものであるが、時には1,000

マイル程度の広さに達することもあり、普通は40～50マイルないし、500マイルの広さに達するので、昆虫類の移動と関係は深いものと想像される。最近までこのような強い風が発見されなかったのは、通常の観測では目が粗すぎたものと考えられている (BARAD, 1961)。この低空ジェットは日没後の気温の逆転によって生じたものであるから気温も高く、乱流もないスムーズな流れであるといわれており、夜間飛び続けている昆虫や、薄暮にとび立つ型の昆虫にはとくに意味深いものではなからうか。

空中を飛んでいる昆虫や鳥などをレーダーで捉えることができるかどうかということは、逆にレーダー研究者の側から出された。反射物体のない Clear air から不思議なエコーが返ってくる場合があり、これをエンジェルエコーと呼んでいるが、これが一部の人々からは大型の昆虫ではないかという考えが出されていた。

RAINEY (1955) は、夜間ペルシャ湾上を探索していた海軍のレーダーで得られたエコーはバッタの大群であると考えており、同時刻に投光器の光の中で飛んでいるバッタが観察され、また、翌日海上に浮んでいる多数のバッタの死体を発見したという。波長数 mm という超高感度のレーダーではさらに小型の物体を捉えることも可能であり、これによってウンカなどの小型昆虫の長距離飛来現象を探知し、その密度や移動方向、高度なども捉えることができそうだという期待がもたれている (井上, 1972)。

引用文献

- BARAD, M. L. (1961) : *Scient. Amer.* 205 : 120～131.
 GLICK, P. A. (1939) : *Tech. Bull. U. S. D. A.* 673 : 1～150.
 HOLZAPFEL, E. P. & J. C. HARRELL (1968) : *Pacific Insects* 10 : 115～153.
 HUFF, F. H. (1963) : *J. appl. Meteorol.* 2 : 39～43.
 井上栄一 (1972) : 今月の農薬 7月号 : 34～40.
 JOHNSON, C. G. (1966) : *Ann. Rev. Entomol.* 11 : 233～260.
 ——— (1969) : *Migration and Dispersal of Insects by Flight.* Methuen, London.
 RAINEY, R. C. (1963) : *Tech. Note Wld met. Org.* 54 : 1～115.
 WILLIAMS, C. B. (1958) : *Insect Migration.* Collins, London.

昆虫の飛しょう行動とその解析

——小笠原におけるミカンコミバエの事例を中心として——

東京都小笠原支庁 ^{いわ}岩 ^{はし}橋 ^{おきむ}統

はじめに

ほとんどの昆虫には翅があり、その動きの大部分は飛しょうによるといっても過言ではあるまい。飛ぶということはごくあたりまえのことではあるが、いざ飛しょうとは何ぞやと開き直してみると、多くの読者は言葉つまってしまうことだろう。飛しょうの結果生じる種々の現象、たとえば分散とか移動とか呼ばれるものについての行動学的あるいは生態学的側面からの考察は断片的なものが多く、飛しょう行動そのものに焦点をあてた議論はあまりないように思われる。従来マーキング法などによる研究の主たる目的は最大飛しょう距離を知ることであった(伊藤, 1963)。一方、ある種の昆虫が羽化しその後どのように分散して独自の分布型を形成していくかという研究は主として数学的アプローチによって進められて来ている。井上(1972)は飛しょうをも含めて“動き”という言葉を用いてその研究史を紹介しているので参照されると一層理解も深まらう。

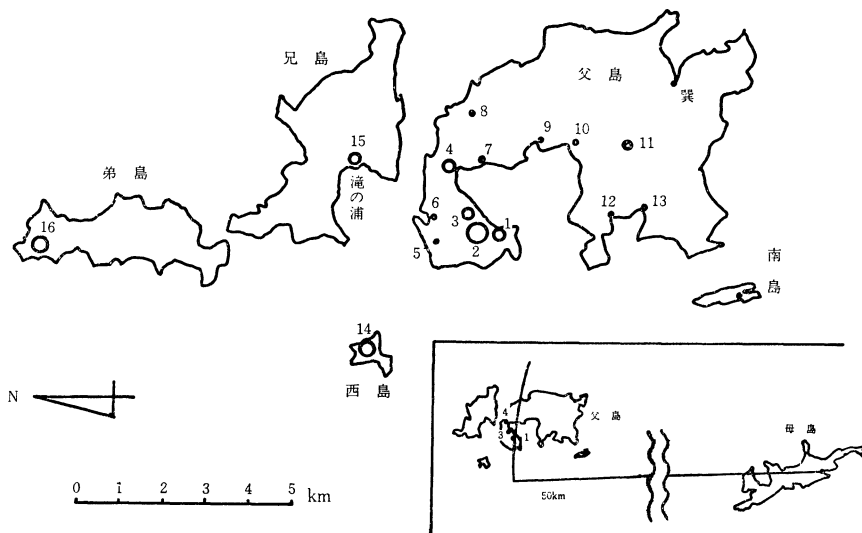
近年フェロモンなどの誘引剤を用いて害虫を効率的に防除しようとの試みがなされている。誘引剤が従来考えられていたほど遠距離まで有効ではないらしく、害虫防除への実用化は意外とはかどらない。たとえば日高ら(1972)はアメリカシロヒトリでは1匹の雌から放たれている性誘引物質の有効範囲はせいぜい2m程度であることを報告している。ではどのようにして雄と雌が会って交尾するのかという疑問は飛しょう行動の解明が真剣になされて初めて理解の糸口がつかめよう。

1968年日本へ返還された小笠原では、雄の誘引剤メチルユージノールを用いたミカンコミバエの根絶計画が進められている。しかし、誘引剤の使用も(それへの抵抗性は別として)このハエの飛しょう行動との関連で評価していかないと、ただ有効であったという現象面の満足に終わってしまうかもしれない。今までに、昆虫の分散や移動に関する報告は枚挙にいとまがないが、紙面の都合もあるので、ここでは小笠原でなされたミカンコミバエの事例(IWASHI, 1972)を中心に昆虫の飛しょう行動を解析してみた。

I 小笠原におけるミカンコミバエ成虫の島間移動

小笠原諸島は太平洋上に散在する約30の島からなるが、通常小笠原(群島)とは父・母・聳島の各列島の総称をいう。父島列島は大小九つの島よりなるが、試験が行われたのは父・兄・弟・西・南島である。さらに母島でもマーク虫の放飼がなされた。第1図に父島列島内におけるトラップの設置場所と、母島一父島の概念図を示した。各地点における円の大きさは、比較的近くに設置してあるトラップをひとまとめにしたものである。南島・巽母島は放飼のみでトラップは設置されていない。結果は第1表のとおりである。すなわち父島列島内では成虫は、各島が海で隔離されているにもかかわらず、まったく自由に島間を移動していることがわかり、父島での撲滅実験は中止された。南島から弟島北端までは約17kmあるが、南島で放飼したもののうち、4匹が弟島で回収された。弟島にいるハエの一部しかトラップでは誘殺できないから、実際にはその数倍以上がこの距離を移動したのだろう。また、西島で放飼されたハエはトラップを設置したほとんどすべての場所で回収されている。このことから、この程度の距離の移動(これを移動と呼ぶにふさわしいかは別問題であるが)は特別な方向性をもっていない日常的な移動であると考えられる。移動、分散などの言葉の使い分けについては多くの研究者がいろいろな定義や概念を述べてきたが、ここではある地域から比較的離れた別の地域への飛しょうを一応移動と呼んでおく。飛しょう行動の質的問題に関してはあとで考察してみたい。父島の南約50kmにある母島で6月29日3,000匹のマーク虫が放飼され、9月16日までに9匹が父島の3個のトラップで回収された。すでに述べたとおり移動したハエのすべてが回収されたのではないので少なくともその3倍ぐらい、すなわち30匹程度*が父島に移動したのではないかと思われる。この異常に高い移動率についてはランダム飛しょうの問題とも関連してあとで考察する。また、別の時期(冬期)には父島→母島の移動が2例ではあるが確認されている。このよ

* 別のマーキング試験で父島内での回収率は30~40%であった。



第1図 父島列島内におけるトラップ設置地点, 右下図は母島の放飼点と父島での回収場所

第1表 異なった島におけるミカンコミバエ雄の放飼と回収 (IWAHASHI, 1972)

放飼場所	放飼数	回収数	回収率 (%)	回収数と回収場所																		
				父島												西島	兄島	弟島				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
西島	2,275	102	4.5	7	31	17	23															
滝ノ浦	1,801	44	2.4	3	12	6	13	1	1	1												
異父島	1,572	22	1.4	3	1	1	3				1											
南島	1,458	88	5.5	12	17	4	15															
母島	3,000	9	0.3	4		2	3															

うな遠距離飛しょうやあるいは生息場所内での日常のハエの飛しょうはいかなる要因がそれに関与してなされているのだろうか。種々の要因について一つ一つ考えて、ハエの(さらには昆虫の)飛しょう行動の解析の手掛りとしてみよう。

II 飛しょうに関与する種々の要因

1 風

STEINER (私信), MITCHELL (私信) らは母島一父島のような遠距離飛しょうはミカンコミバエにとってごく可能なことであろうと述べている。彼らはそのような飛しょうは台風のような強風が母島一父島を一直線に通過したとき起こるであろうと述べている。第2表は母島でマーク虫が放飼された6月29日から父島で最初の1匹が回収された7月6日までの父島における風速と風向を示したものである。二つの島はほぼ南北に位置しており、この飛しょうがハエの自力によらないとすれば南風が必

要となる。8日間のうち6日は南風(S, SSW, SSE)が吹いたことになり風に乗って遠距離飛しょうがなされた可能性が高い。父島大村地区における実験では、放飼後3時間での最長飛しょう距離は425mであった(岩橋, 未発表)。これを成虫が自力で飛べる最長距離とすれば、その速度は150m/hrとなる。母島を飛び立ったハエが昼も夜も飛び続けたとして(一度島を離れば間は海であるから休むことは許されまい)、1日に3.6km飛べる。50km飛ぶには実に14日を要する。これは常識的に考えられないし、父島での最初の回収が放飼後7日目であったという事実にも反する。風に乗ったとすれば平均風速2.0m/secの場合でも約7時間で可能である。また、7月6日の4.0m/secでは3時間半で父島まで飛んだことになる。第2表はさらにこの間には一度も強風がなく、風速はまったく平常であったことも示している。以上のことから数十kmに及ぶ遠距離飛しょうには、たとえそれが強風でなくても一定方向へ風が吹く

第2表 母島での放飼日から父島で初めて回収された日までの風向と風速 (IWAHASHI, 1972)

月 日	風 速 (m/sec)		
	平 均	最 高 (風向)	瞬間最大
6月29日	2.0	6.3 (SSE)	8.1
30日	3.0	10.0 (S)	17.1
7月1日	2.1	5.5 (NNN)	8.4
2日	2.3	4.5 (S)	6.7
3日	2.0	8.0 (SE)	13.0
4日	1.2	3.3 (N)	5.2
5日	2.4	5.2 (S)	7.8
6日	4.0	6.7 (SSW)	10.3

ことが不可欠であると結論されよう。

では台風のような強風に乗ったそれ以上の遠距離飛しょうは可能であろうか。この場合ハエは風に乗ると言うよりはむしろ風に飛ばされるといったほうが適当であろう。1971年9月25日父島を襲った台風は瞬間最大風速50m/secを越える超大型であった。もし台風によりかなりのハエが飛ばされるとすれば、台風の通過前と後とである地域の個体数に変動が見られよう。大村地区の10個のトラップの誘殺数は通過前の5日間(9月20~24日)が103, 191, 175, 246, 153であった。通過後(27~30日, 26日は調査不能)は189, 137, 164, 153であった。1日1トラップ当たりの平均で比較すると通過前が173.6, 通過後が160.8とほとんど差がない。23日の246はこの日とくに好適な条件に恵まれたのだろう。すなわち従来考えられていたように、ミカンコミバエが強風で飛ばされるということはあまりなさそうである。さらにこのとき網室内のハエはすべて床に降りていた。これが強風によるのか、あるいは気圧など別の要因によるのかは現在のところ不明である。しかし、強風時には上にいたハエのほとんどが下に降りてくる習性があり、風の抵抗を最少限にしていたように思われる。不

幸にも床(コンクリート)には水がたまり、ほとんどのハエが死んでしまった。以上のことから強風時にハエは平常時とは違った行動をとることにより、風に飛ばされないようになっていことが考えられる。これは島に定着したミカンコミバエの成虫が強風のたびに激減し、合わせて寄主植物までが打撃を受ける(実際に植物は常に被害を受ける)というこの種にとって2重の不利益から一方を守ることになろう。

2 温度

ミカンコミバエの飛しょうは温度と密接な関係にある。分散も移動も飛しょうが誘起されない限り起こり得ない。1970年2月下旬から3月上旬にかけての父島大村地区の2個のトラップでの捕獲数と温度の関係を調べ(IWAHASHI, 未発表)、一部を第3表に示した。朝7時から夕方7時まで1時間ごとの温度と誘殺数を調べたが、午前中に大部分が誘殺されるので、7, 9, 12時の温度のみを記した。午前中に20°Cを越えると誘殺数が200匹以上となるが、19°C以下では数匹である。このことからミカンコミバエの飛しょうは、この時期では午前中の温度が20°Cを越えるか否かでほぼ決定されるといえる。また、1972年5月下旬の大村地区20個のトラップでの誘殺数と温度の関係はかなり異なっている(第3表)。すなわち通常、1日20トラップで100匹以上が誘殺されているが、5月23日には1匹も採れていない。3月2日には午前の最高が17.9°Cであっても8匹が誘殺されている。5月24日は9時がやや低い(19.7°C)、その前後は20°C以上である。しかし、この日の誘殺数はわずか2匹であった。表からこの時期は午前中の温度が23°C以上であればハエは正常に活動できることがわかってい。すなわちミカンコミバエにとって温度は絶対的なものではなく、比較的低温の低い時期には活動可能温度はかなり低く、高い時期にはちょっと温度が低下してもハエはかなり寒く感じるのだろう。このように

第3表 トラップにおけるミカンコミバエ雄の誘殺個体数と温度の関係 (岩橋, 未発表)

	温 度 (°C)			誘 殺 個体数		温 度 (°C)***			誘 殺 個体数
	7時	9時	12時			6時	9時	12時	
1970年 2月26日	—	20.5	20.7	270	1972年 5月27日	22.5	23.9	24.7	199
2月24日	16.0	20.0	22.6	240	5月28日	23.8	24.7	25.9	142
2月25日	18.0	21.5	23.0	227	5月26日	22.4	23.1	23.8	117
2月27日	20.0	21.5	22.0	200	5月21日	24.2	25.2	23.3	108
2月28日	—	19.8	19.4	29	5月25日	19.7	22.8	23.8	66
3月5日	17.5	18.0	19.3	23	5月22日	19.9	20.0	18.8	16
3月2日	15.0	16.6	17.9	8	5月24日	21.3	19.7	20.3	2
3月3日	14.5	18.0	18.8	4	5月23日	16.9	18.5	19.3	0

* 2個のトラップ, ** 20個のトラップ, *** 父島気象観測所調べ。

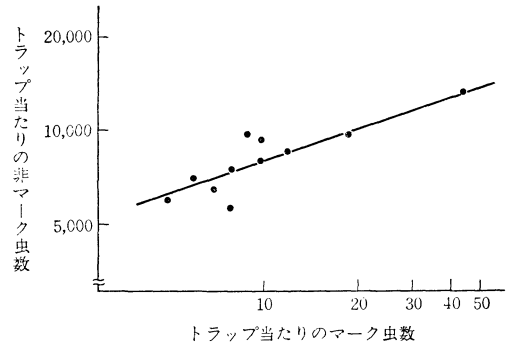
時期により活動適温が異なり、それがハエにとってどのような意味を持つかはさらに検討する必要がある。また、冬季人工飼育したハエ (25°C 下で) を野外に放飼したりする場合は十分に考慮しなければならない問題でもあろう。

3 生息場所の環境

第1表を放飼場所の環境と回収率から考察してみよう。西島は面積 49ha の小島でその樹木は大部分がモクマオー、リュウキューマツ、タコノキでミカンコミバエの寄主植物であるモモタマナがわずかにある植生の貧弱な島である。兄島は父島列島内では父島に次ぐ大きな島で、植生もかなり豊かである。この島は西島に比べハエの生息には好適であると思われた。父島の巽はこの島でもっとも急で深い谷の入口にある。植物は非常に種類に豊み、このハエの寄主植物も多い。南島は岩でできた小島で中央に池を擁する小笠原一の美しい島であるが、おもな樹木はタコノキだけである。これらの各地点で放飼されたマーク虫の回収率は南島の 5.5% を筆頭に西島が 4.5、兄島が 2.4 で巽は同じ父島内に多数のトラップがあるにもかかわらずわずか 1.4% の回収率であった。このように各島で放飼されたハエの回収率は、放飼場所の環境の好適さに反比例している。これは好適な場所に放たれたハエはかなりの数がそこに定着するが、不適な場合には大部分が出ていくものと考えられよう。すなわち環境によりハエの収容能力が異なることを意味する。逆に回収された場所を考えてみよう。第1表は各地点におけるトラップの設置数が同一でないで直接は比較できない。そこで父島の二見湾にそった居住地区の 11 個のトラップにおけるマーク虫 (放飼個体) と非マーク虫 (野外個体) の捕獲数の関係を対数でプロットしてみた (第3図)。マーク虫と非マーク虫の捕獲数は直線関係にある。すなわち他島で放飼されたマーク虫は非マーク虫の多い所で多く採れている。移動してきたハエはまったく機会的にトラップに入るのではなく、まず好適な場所に誘引され、次にそこにあるトラップに誘引されるのだろう。同様のことは ANDREWARTHA と BIRCH (1954) が指摘しており、最近 FARIAS と NAKAGAWA (1970) もチチュウカイミバエ、*Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) でこの事実を観察している。しかし、飛しょう中のハエがどのようにして好適な場所へ行きつくのかという疑問に対する解答は依然として出せない。母島から 50km 飛んできた 9 匹のハエが数あるトラップのわずか 3 個で回収されたこともまことに興味深い事実である。

4 個体群密度

密度に依存して分散が起こるといふ考えと気候こそが



第2図 父島大村地区の 11 個のトラップでのマーク虫と非マーク虫との関係
1970年2～9月 (IWAHASHI, 1972)

重要であるという考えはいろいろ意見の分れるところであらう。すでにこのハエの飛しょうに温度が重要な役割を果たしていることは述べてきたが、小笠原での実験はさらに分散が密度をまったく無視できないものであることを示唆している。すなわち伊賀 (未発表) は父島三日月地区の比較的平たんな場所に 40m² に 1 個の割で計 36 個のトラップを配置し、中心からマーク虫を放飼して回収率を調べた。放飼数をだんだん増していくとある数までは回収率はかわらないが、それ以上では減少する傾向にあった。さらに調査地域外での回収率は放飼虫数の増加とともに高まった。このことからある地域内のハエの収容能力には上限があり、それ以下での飛しょうはごく日常的な形で行なわれており、密度が高まると外へ出ていくハエが増えてくるものと考えられる。外へ出ていくものと止るものに質的違いがあることは十分考えられる。しかし、その発現機構は生理学的側面からの研究が必要であり、小倉ら (1972) の研究などは生態学をやる者も注目していく必要がある。

5 その他

昆虫の飛しょうに関与する要因は簡単にはいつくせない。たとえ大部分があるいくつかの要因で説明できたとしても残りの持つ比重は大であるといいたい。たとえば温度によって、誘殺数はかなりはっきりした差を示した。しかし、適温であると思われるときでも非常に誘殺数の少ない日や、逆に期待される以上に多く採れる日があることも見逃せない。種々の要因を単に機械的にあてはめていこうとする行き方の限界であるように思われる。ある種にとっての種々の要因に対する評価は 1 匹 1 匹で異なるのだ、というほどの柔軟性が今や必要ではないだろうか。いろいろの要因との相関関係がきれいに出了たからといって必ずや一つ二つはそれに乗らないものが

あることをわれわれはしばしば経験していることを忘れてはならない。

III ま と め

ミカンコミバエが果実について小笠原へ侵入したのは1932年ころといわれている。最初は多分父島に定着したのだろう。当時、父-母島間は頻りに船が往き来していたので母島への侵入は人間による持ち込みか、ハエの移動によるかは不明である。しかし、父島の北50 kmに位置する聳島には、人が住んでいなかったことから移動により土着地域を拡大した可能性が大きい。西島は植生の貧弱な島でハエの生息には不適な島と思われるが、冬季にはわずかばかりの寄主植物に産卵し、そこで次世代を残す。逆にこれからかえったもの以外は年間を通じてすべて他島から飛んできたものである。このハエにとって好適な場所とは不変なものではない。ある果実で育ったハエが羽化したときには、すでにそこに果実は無い。羽化した新成虫は積極的に羽化場所を離れ、別の果実のある所へ行きついでのみ次世代を残せる。SOUTHWOOD (1962) は変わりやすいすみ場所を持つ昆虫は移動のレベルが高いことを指摘している。果実の熟期は1年のうちある限られた時期のみである。このハエの幼虫は多食性で成虫の生存日数が相当長い、そして移動性に豊むことにより断えず新しい繁殖場所に定着できるのだろう。たまたま行着いた所が不適であれば、また他へと移動する。各島での放飼と回収の実験結果はこのことを裏付けている。

JOHNSON (1960 a, b, 1963) は飛しょうによる成虫の移動が、teneral 期(羽化から十分な飛しょう能力を持つまでの期間)の終わりかその直後の新成虫の正常な行動であることを強調している。もし彼のいう移動を飛しょうと考えれば、羽化した成虫が飛ぶのはあたりまえのことで、移動はその距離が伸びた場合である。ごく近くを飛び回るもの、ある距離のものそして遠距離を飛ぶものの違いが何によるかが問題である。伊藤 (1963) は移動が個体群の密度の差、環境の双対的価値、移動しうる環境の遠さないしは移動に対する障害の大きさ、という三つの要因の複合に影響されて起こることを示唆した。昆虫にとって複合された要因の受け方はまちまちで、要因をほぼ決められても、それらをコンピューターに入れば移動が解析できるとは思わない。ただ従来考えられていた飛しょう行動を、羽化時摂食、誘引剤への反応、

交尾、産卵など扱いうる可能性プロセスに分け、プロセスごとに各要因がどう働いているかを厳密に調べ、各プロセスとの相互関係で要因を評価していけば飛しょう行動の質的違いの問題点を明らかにすることはできるのではないだろうか。

最後に飛しょう行動の解析的アプローチとして、有名なランダムウォーク理論について若干触れておこう。これは熱力学での拡散方程式を生物の動きに導入したものである。PEARSON (1906) が2項分布として表わされるランダムウォークを正規分布で近似し、SKELLAM (1951) が二次元へと拡張した。ミカンコミバエの飛しょう行動の解析にこの数学的アプローチを導入してみた。式の変形や証明は紙面の都合で示せないが、ある地点で放飼された個体群は数日間だけランダム飛しょうする傾向にあるが、ある時間を過ぎると一定の分布となり必ずしも中心部で多くない。すなわち好適な場所に多く集まってしまう。ランダムウォークの前提として、環境の均一性が挙げられているが、野外で実際にこのようなことはめったにない。単に頭で考えるだけでなく、野外に出て、実際に飛しょうに関するデータを積み上げることが先決である。

末筆ながら、本文を書くにあたって伊賀幹夫氏、中村寛志氏から多くの助言を受けた。厚くお礼申し上げる。

引用文献

- ANDREWARTHA, H. G. and L. C. BIRCH (1954) : University of Chicago Press, Chicago. 782 p.
 FARIAS, G. J. and S. NAKAGAWA (1970) : J. Econ. Entomol. 63 : 662~663.
 日高敏隆・山河早苗 (1972) : 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨.
 井上民二 (1972) : 個体群生態学会会報 21 : 18~32.
 伊藤嘉昭 (1963) : 動物生態学入門, 古今書院.
 IWASHI, O. (1972) : Environ. Entomol. 1 : 176~179.
 JOHNSON, C. G. (1960 a) : Nature 186 : 348~350.
 ——— (1960 b) : 11 th int. Congr. Ent. III : 50~53.
 ——— (1963) : Nature 198 : 423~427.
 小倉信夫・斎藤哲夫 (1972) : 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨.
 PERSON, K. (1906) : Draperis Campang Research Memoris.
 SKELLAM, J. G. (1951) : Biometrika 38 : 196~218.
 SOUTHWOOD, T. R. E. (1962) : Biol. Rev. 37 (2) : 171~214.

ウンカ類の長距離移動

農林省九州農業試験場 ^{きし}岸 ^{もと}本 ^{りよう}良 ^{いち}一

陸上にすんでいる小型昆虫にとって、海は強力な障壁となるであろうという考えは、多くの研究者の気持ちの中に深く入り込んでいて、容易にぬけ出すことができないうらい。これを打ち破るには常識を越えたような強力な新発見が必要で、ウンカ、とくにセジロウンカ、トビイロウンカの海外飛来問題にとって、鶴岡氏の1967年の発見が、この重大な役割を果たした。その後ウンカの飛来数の割合多い年が続いて、海外からの長距離飛来説もかなり色々なデータを集め、6月から7月にかけてのいわゆる初期飛来虫の主力が海外からの飛来虫であるという考えは、もはや動かしがたいものとなったといえよう。内地越冬の可能性を完全に否定することはもともと非常に困難なことで、しかも兩種ウンカの寄主転換や卵休眠などについての諸報告も出されており、その方面からの長距離移動説批判も当然期待される。鶴岡氏の発見後、南方定点、東支那海上調査も5年になり、その間10数回の調査航海も行なわれたので、その概要を述べ、今後の問題点を考えてみたい。

I 鶴岡氏の発見以前の内地越冬説と移動説

村田・平野(1929)は、古くからトビイロウンカ、セジロウンカの越冬問題を研究し、野外観察や室内飼育実験の結果、越冬世代は厳寒期以前にほとんど死滅してしまい、餌となる植物もイネのほかに見るべきものはないことを報告した。そして、本州以北のような地方においては普遍的に越冬することはなく、少なくとも九州以南またはこれに類する特殊な暖かい所で越冬するものであろうか、あるいは意外に遠隔地において越冬するかもしれない、これについては調査中であると述べて、これが飛来説の始まりと思われる。村田(1941)はその後、前と同様、越冬の困難なことを認めつつも、(内地で越冬するものとすれば)セジロウンカでは幼虫と少数の卵、トビイロウンカでは卵または少率の幼虫態で越冬する可能性が高いと述べ、長距離移動についてはふれていない。平野(1949)も、その後「日本全土にわたる普遍的越冬については勿論、局所越冬の考えをも一応これを否定し、どこか温暖な地域で越冬したものが二期作一期の稲で繁殖をとげ、それが本州以北にも飛来するというウンカ移動説を立てたのであって、南方から風で飛ばされて来るなどとは一度も発表したことがないのである」と述べ、

とくに大規模な移動は考えていなかったように思われる。しかし、これら一連の報告は、その後、内地越冬説に関する諸報告が飛來說派を説得するほどの事実を得られないまま、結局、内地越冬経過の想定図を作る段階まで進んでしまったことと比べると、意味深い記述が多く見られ、ウンカの発生経過に関する研究がずい分回り道をしたという感が深い。

内地越冬説の基礎とされて来た現象にはいくつかあるが、重要なものは、セジロウンカの卵休眠、低温耐性、寄主選択性の季節的变化(三宅, 1962, 1966)、トビイロウンカの移住型の出現(三宅, 1962, 1966)、イネ以外の産卵寄主植物の存在などであるが、これらはいずれも、これを支持するような野外観察例に欠けている。セジロウンカではイネ以外にヒエの上で生育することができることは興味深い、結局は越冬という点から見ればイネと選ぶところはない。例外的に越冬が認められた鹿児島県の温泉湧水地もごく限られた場所で、イネの2番生の冬中枯死しない場合で、これで、広面積にわたる初期飛来虫をまかなっているとは到底考えられない。トビイロウンカの食草についても岸本(1965)の実験によると、イネと同程度に生育可能なものが *Oryza* 属の中にくいつか見られ、とくに現在の栽培稲の祖先と考えられている *O. sativa* var *spontanea*, *O. perennis* はとくに興味深い。しかし、これらは日本内地に分布していない。

8月末以降水田から数十km以上はなれた山間、山麓などで、時には2,000mもの高地で多数のセジロウンカが採集された例が各地で報告され、渡りウンカと呼ばれたが、これも山地での越冬と結びつかず、むしろ気流によって運ばれたものと考えたほうが良く、ウンカの移動性が高いことを示すものと思われる。

このように考えると、内地各地で行なわれた実験の越冬調査はむしろ、越冬の可能性が非常に低いことを裏付けたものと考えたほうが妥当のようで、あまりにも生理的、室内的過ぎたものといえよう。越冬における低温限界はあるいは日本本土の中央部、たとえば神奈川での実験(竹沢, 1961)、あたりにあるかもしれないが、それ以前に、餌植物の分布限界、ウンカの季節的移動習性などについて考慮する必要がある、周年発生から見た生態的分布北限はこれよりずっと南にあるのではないかと考えられる。

一方、予察燈による発生調査の結果では、本土では6月中旬以降、さらに南の島では5月ころから、1夜にして数千、数万頭が誘殺されることも珍らしくなく、しかもその前後に、野外で幼虫を発見したという報告もない。また、年次的発生変動を見ても、大発生といわれるような年には、地方的には軽重の差はあっても、九州、中国、四国一円とか、西日本から東北にかけて北海道を除く日本全体に発生が認められ、一見して大規模な飛来を思わせる。とくに九州西海岸地帯は飛来の時期も早く、しかも誘殺数も他地域、たとえば、九州東海岸、北海岸などに比べても桁違いに多く、相当数の誘殺が見られない年はほとんどない。この事実は非常に興味のあるものだが、これらをすべて含んで異常飛来と呼ぶようになった。

この異常飛来という言葉は高木(1969)の指摘するところ、はなはだあいまいな言葉で、用いる人によって多少とも意味が違っており、とくに問題なのは、予察燈という、間接的手段によるウンカの密度や行動の一側面について常に取扱われて来たことで、後で述べるように、ウンカの飛来には相当な強風が重要な役割をもっており、予察燈への飛来は二次的なものと考えられる。予察燈偏重は、研究が行なわれた時期の後半においては、裏目に出てしまった。今後は、この言葉を使わないでも、具体的に飛来状況を記載すればすむものと思われる。

予察燈への多数飛来は、特殊な気象条件下で起こる場合が多いことは以前から論じられていたようで(末永, 1954)、横尾(1952)は、ウンカ類の大発生は、入梅期がおくれがちの年におこりやすいこと、予察燈へのセジロウンカの多数飛来日には高度500mから2,000mまでの気流が、華南や台湾方面から流れ込んで来たものと考えられるが、トビロウンカの場合には各高度ともいろいろな方面から流れ込んでおり、国内で越冬可能なヒメトビロウンカでもセジロウンカと同じ状態であることから、“南方飛来説は疑わしい”と述べている。この場合、“異常飛来日”として取り扱われたのは8~9月のもので、ここで取り上げたい6~7月のものとは異なるものを取り扱っている可能性もある。桑原(1950, 1956)は、セジロウンカの初飛来は梅雨前線が本土南岸沿いにある、四国から九州南岸の前線上に低気圧があるときに現われ、風は北または北東、あるいは南西の場合などがあること、トビロウンカでは、セジロウンカより概しておそいが、日本海中部に低気圧があり、これより南西にのびる寒前線が通過した場合におこり、これに先立って、南西の強い風が長時間連吹すると述べた。このことから、セジロウンカは当地で生息していたもの、トビロウンカは比較的近い南西方面の暖地から移動して来た

ものと推定した。これらはウンカの飛来と前線との関係について興味ある着目をしたものであるが、どちらかといえば越冬を指向していた。

II 南方定点でのウンカ大群の発見

以上のように、長距離移動説は、これという事実にくまなく、内地越冬説に対する不信感に支えられて、細細とつないでいたと思われる状態であった。こういう中で、鶴岡は南方定点(潮岬南方500km, 北緯29°, 東経135°)での気象観測中にウンカの大群に遭遇し、これが、セジロウンカとごく少数のトビロウンカであることがわかった。鶴岡(1968)の記述によると、1967年7月15日22時40分ころ(WSW, 8.9m/s)、燈火に飛来した2頭を目撃したのが始まりで、16日の夜(WSW 4.8m/s)はさらに数千頭に増え、17日には朝から昼へと次第に数が増え、船上に集中して飛来し、船内をたび回ったり、羽根を休めたり、海面から飛び立つもの、舞いおるもので飛雪のようであったという。18日の屋敷ころ、それまで一様に吹いていた西南西の風が北東の風に変わるとともに、上甲板の一部に2~3cmの層をなすほどの死体をのこして去った。当時の気象は夏型気圧配置で、16~17日には西南西の弱い風が吹き、ほとんど快晴に近い天気であった。16日21時の定点上の気塊を流線にそってもとにもどすと、14日から15日にかけて、石垣島、宮古島、沖縄本島のいずれかの陸地から来たものと推察されるという。同じころ陸上でも各地で誘殺が認められ、たとえば筑後市九州農試の予察燈では、14~16日は誘殺はなかったが、17日にセジロ606、トビ7、18日にセジロ17、トビ0、19日にセジロ25、トビ0であった。黄色水盤でも16日から19日にかけて捕殺が認められ、とくに16日の夕方から18日夕方の間にセジロを主体とする捕殺がみられた。

ここに海を渡るような大規模な長距離飛来は動かしがたい証拠が得られ、これを契機に南方定点や、東支那海を航行する調査船に便乗して、ウンカの海上移動の実態を明らかにしようという機運が高まった。これはGressittらによるBishop Museumの調査計画(Holzappelら, 1968)などに比べると相当なおくれをとったことになるが、それまでの低迷を考えると大変な進歩であった。

III 南方定点での調査

1968年6月19日から7月9日の間、三田が定点付近で前線が近づいた時ウンカを初め多くの昆虫が観測船に飛来することを認め、風は南西あるいは西南西で強かつ

たと述べている (三田, 1968)。同年, 長谷川 (1968) は 7月6日から 26日まで調査したが, 梅雨あけで, 飛来昆虫は非常に少なかったという。鶴岡 (1969) は, 以上のほか, 7月 28日, 定点をややはなれた所で, ウンカの飛来を認めた。

1969年6月22日から7月10日の間, 里見・板倉 (1970) は定点上で, 3回の多数飛来を認め, 大型ネットトラップ3個 (岸本, 1968) を用いて, セジロウンカ 154頭あまり, トビイロウンカ 30頭を捕えた。いずれの場合も, 低気圧が華中から東支那海, 西日本を経て本州東方海上に移動した場合, この低気圧から南西にのびる前線が南方定点に近づいたときに起こっており, 前線付近で, 北側の冷たい気塊の影響をうけて気象が急変したときにあたるという。1970年6月22日から7月8日にかけて石崎 (私信) も調査したが, ウンカは採集されなかった。

IV 東支那海における調査

すでに述べたとおり, 陸上での予察燈による調査では九州西海岸地帯でとくに誘殺数が多く, ウンカ類の飛来説の一つの根拠とされたのであるが, 東支那海上での調

査はとくに興味深い。1969年からはこの方面に出ている水産庁の調査船や気象庁の観測船に便乗し, 調査を行なった。現在までの調査航海の一覧は下の表, 1969年度の調査船の船跡は第1図のとおりである。

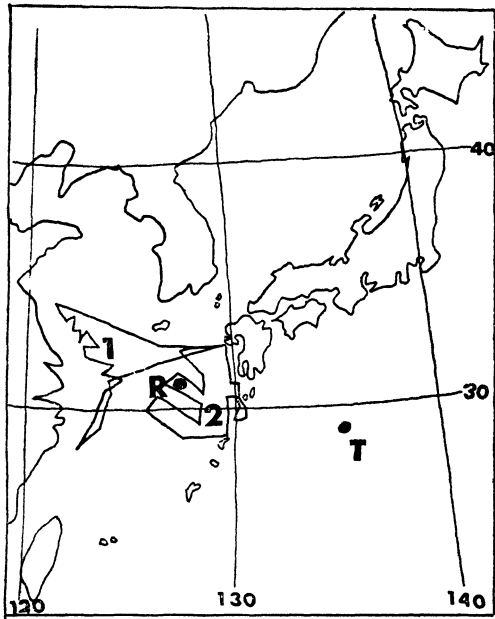
1969年筆者が調査した場合について述べると, 調査期間中, 梅雨前線は東支那海中央部を横切り, 南下, 北上をくり返していた。その間, 調査船が前線に近づいたとき集中的にウンカ類が採集された。天気は本ぐもりのときもあったが, 多くは雨か霧で, 風力も4~6で, かなりの悪天であった。前線帯にあるときは, 多少の差はあってもいつもウンカ類は採集されたが, 3時間ごとの観測で, 数時間ないし10数時間くらい, 観測回数で2~5回くらいの間を一つとするようなピークが見られた。とくに前線をよこぎったとき, 寒冷前線, 停滞前線付近もしくはやや北側で, とくに多いように思われた。前線がずっと北上した場合や船が南下し, 太平洋高気圧圏内に入ると天気は快晴となり, 風は弱く, 東南東ないし南東に変わると, 昆虫はほとんど採集されなくなった。

前線と採集数との関連は, 第2図に示したとおりである。前線は刻々移動し, 調査船も同様であったので, 一応, 前線の小さな変化は無視して定着しているものと仮

各年次, 期間における東支那海におけるウンカ類の移動調査結果と同時期の陸上での調査結果の対比

年次	期間, 地域	調査者	ウンカ種名	採集虫数 (ネット3個)	筑後市における同 期間中の採集虫数 (ネット2個)
1969	Ⅵ 26~Ⅶ 5 中国大陸寄	持田 作	セジロウンカ トビイロウンカ ヒメトビウンカ	1,468 1,056 136	1,674 342 (12)
	Ⅶ 9~Ⅶ 18 中央部~西	岸本 良一	セジロウンカ トビイロウンカ ヒメトビウンカ	1,851 472 90	2,048 11 (49)
1970	Ⅳ 28~Ⅴ 17 中央部 Ⅴ 13~Ⅴ 20 中央部	岸本 良一 岡田 忠虎	ウンカ類 ウンカ類	0 0	— —
	Ⅶ 5~Ⅶ 18 中央部~西	持田 作	セジロウンカ トビイロウンカ ヒメトビウンカ	865 322 39	162 14 (11)
1971	Ⅵ 22~Ⅶ 2 定点(R)	岸本 良一*	セジロウンカ トビイロウンカ ヒメトビウンカ	98 10 45	35 5 (39)
	Ⅵ 25~Ⅶ 3 五島沖~北	持田 作	セジロウンカ トビイロウンカ ヒメトビウンカ	36 9 19	42 4 (31)
	Ⅶ 8~Ⅶ 19 中国大陸寄り	持田 作	セジロウンカ トビイロウンカ ヒメトビウンカ	154 24 48	127 6 (31)

* 調査船は気象庁凌風丸, 他はすべて水産庁陽光丸。

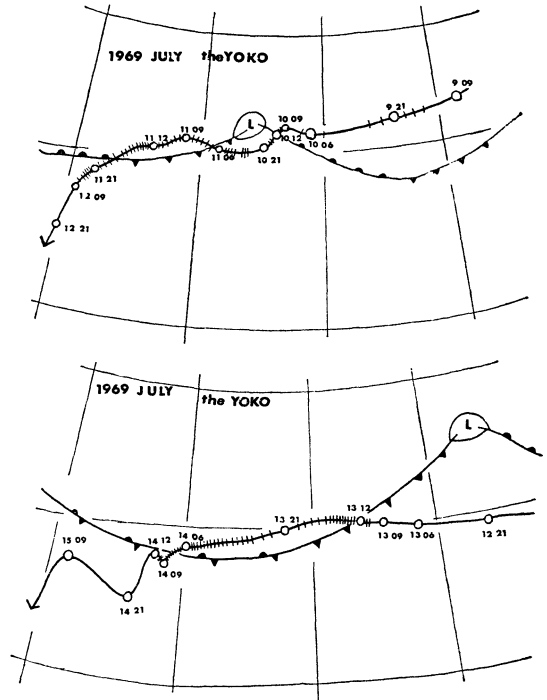


第1図 1969年東支那海における陽光丸(水産庁)の航跡のうち、ウンカ調査のため便乗したものの第1次、第2次と南方定点(T)および1971年凌風丸(気象庁)の観測定点(R)

定し、これに対する調査船の位置を時間的につないだものである。この二つの図では、調査船が、前線の近くの南側にいた期間が短いので、はっきりしたことはいえないが、前線付近で集中して接集されていることは明らかである。そして、前線の北側ではかなり離れていても採集された場合があるが、南側では採集されていない。前線の北側の場合は風は北または北北東であった。そしてたいてい、気温の急低下が見られた。

1970年には4月終わりから5月にかけて、東支那海上を調査したが、前線はまだずっと南のほうにあって、風は常に北または北西で気温も低く、ウンカを初め、南方系と思われる昆虫はほとんど採集されなかった。ハエ、アブラムシは相当採集された。

さらに1970年、1971年と6月下旬から7月中旬にかけて、東支那海のいろいろな地帯を調査したが、この時期には各所で採集された。しかし、その数は1969年に比べて非常に少なく、とくにトビロウンカが少なかった。この両年は陸上でも飛来数が少なく、したがってウンカによる被害も少ない年であった。前ページの表に、東支那海での調査結果と、同期間中、陸上の一地点(筑後市九州農試場内)との調査結果を対比させてあるが、東支那海上での調査地点が相当変化していることを



第2図 1969年東支那海における陽光丸の位置と前線との相対的位置およびウンカ類の多数採集地点(小縦線部)

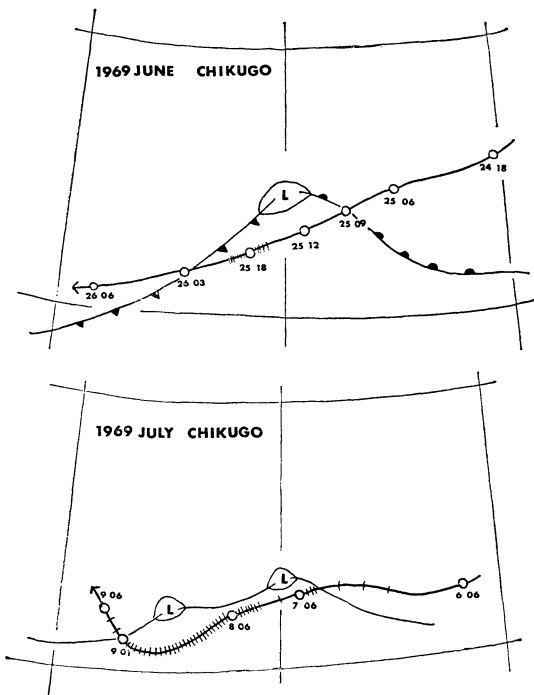
考慮に入れても、かなり良い相関関係が見られる。このことはウンカの飛来が大規模なものであることを示唆する。この場合、ヒメトビウンカの陸上のものは、本土産のものが相当混入しているおそれがあるので()の中に入れた。

V 陸上での調査

岸本(1968)は、予察燈だけに依存するウンカ類の飛来調査に疑問をもち、黄色水盤を併用して比較したが、セジロウンカ、トビロウンカともに黄色水盤によく捕殺されることがわかった。1967年には黄色水盤で4回の多数捕殺のピークが認められたが、そのうち2回は日没後も強風が続き、予察燈には誘殺されず、他の2回には両方に誘殺がみられた。この4回とも、その前には南西の強い風が10時間以上ないし、2~3日にわたって連吹し、これがおさまって後の日の出、日の入りころに黄色水盤に多数入ることがわかった。この長時間の南西の風がウンカの飛来に重要な役割を果たすことが示唆されたので、1968年からはさらにネットトラップをも併用して、飛んでいるウンカを直接捕えようと試みた(岸

本, 1969)。その結果, 強い南西の風の連吹するときには多かれ少なかれウンカが捕えられることがわかった。

1969年6月25日夕方から26日にかけて, 一つの典型的な飛来がみられた。梅雨前線上にあった低気圧は対馬から日本海へ抜けたが, これから南東にのびる温暖前線が25日9時に筑後市上を通過し, 暖気帯特有の南西の強風が12時ころから吹き始め, 風程は25~35km/hrに達した。この強風は翌朝3時ころ寒冷前線が通過するころまで続いた。この間気温は夜間にもかかわらず大した降下はなく22~23°Cを維持したが, 18時ころより0.5~1.0mmの降雨が始まり, これにつれて1.0~1.5°C降下した。降雨はその後, 翌日12時ころまで続いた。さらに気温は寒冷前線の通過に伴って1.0~1.5°C降下した。このような気象条件下で, 25日16時ころから20時にかけて非常に濃厚なウンカの飛来が見られた。とくに18時から19時の間には一つのネットでセジロウンカ86~93, トビロウンカ18~24が捕えられた。翌26日夕方の圃場のよみとり調査によると100株当たりセジロ約190頭(♀+♂), トビロ約74頭に達し, ここ数年間の調査でもとくに記録的な高密度であった。このときの前線と多数飛来との関係は第3図に示し



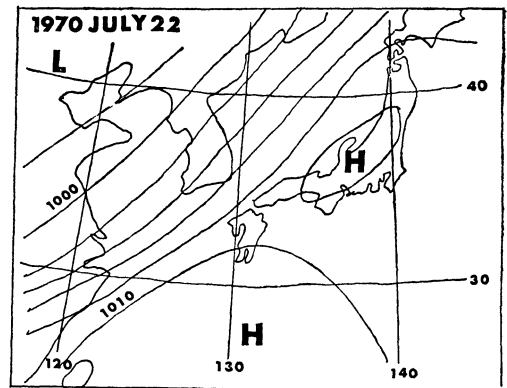
第3図 1969年6月24~26日, 同7月6~9日筑後市における前線の動きとウンカ類多数飛来との関係

たとおりで, 明らかに前線の南側で, 寒冷前線寄りであることを示している。同年7月7日から9日にかけても多数飛来がキャッチされたが, 前線上の低気圧が2~3個連って進んだため前回ほど単純ではないが, 同じく, 前線の南側で, 長時間にわたって多数飛来が認められた(第3図下段)。

VI 多数飛来がおこる時の気象条件

上に述べた海上, 陸上の例は, とくに顕著な多数飛来であるが, その時の気象条件の中で注目されるのは, 前線の接近, 通過で, いわば, 前線帯に入った場合にしばしばおこるという点で, したがって, 天気は概して悪く, 降雨, 霧などが見られ, かなり強い南西の風が吹いている場合が多い。前線は二つの気塊の接触面が地面や海面と接する線で表わしてあるので, 上空では南か北かに偏していることが予想され, 前線のどちら側に飛来が多いかという問題は一概には予想できないだろう。ウンカの飛んでいる高さが解明されればさらに分析は進められよう。かなりの高さを飛んでいるとすれば, どんな機構で降下し, 着陸するのであろうか。この点で, 1969年6月25日の例でも示したように, 前線帯に入った場合の降雨, 気温の降下は注目に値しよう。

次に, 1967年7月13~16日, 1970年7月20~22日には, 梅雨あけ後に明らかな前線が認められない条件下で, やや顕著な多飛来が認められた。その1例を第4図に示したが, 梅雨あけ後, まだ大太平洋高気圧が日本本



第4図 1970年7月22日, 長時間にわたるウンカの飛来がみられた時の天気図

土全体をおおっておらず, 南西一東北方向に走る等気圧線のかたむきが強く, やや強い南西の風(10~20km/hr)が連吹しており, これが, ウンカを運ぶ役目をしたものと思われる。しかし, 気温の急降下, 降雨など前線

が存在するときに見られる現象がないため、顕著な多数飛来、あるいは多数着陸という形をとらず、2~3日にわたって少数の連続的飛来がみられた。

鶴岡の観察した1972年7月の例は、前線のない、快晴に近い天気、南西風もやや弱い点などから見て、相当特殊な場合であるが、このような濃厚なウンカの集団を持続させるような機構は今のところ見あたらない。出発点からよほど濃厚な集団が形成されていて、これが、風による攪乱をうけないまま数日間も、かなりゆっくり海上を運ばれて来たことになる。しかも、前に述べたとおり、同じところ他の地点でもかなりの飛来が認められており、長時間にわたる連続した飛来であったので、相当広い地域をカバーしたものと想像される。南方定点付近で何か大規模な濃縮の過程があったのであろうか。

さらに飛来季節の初期の気象条件について見ると、九州でのウンカの実質的な飛来は6月15日ころに始まるが、前線は概して九州よりずっと南にあり、低気圧の通過に伴って時々九州本土に接近する。このような場合には、観測地点が暖気帯に入る時間は短いのが当然で、たとえば、1968年6月14日から16日の間の前線と観測地点(筑後)との関係を第5図に示す。15日は夜中から弱い北風が吹いていたが、6時ころから南南西の風がやや強まり(11~14km/hr)、さらに11時から13時の間は強い南西の風(19~22km)が吹き、その後次第に弱まった。この間14日夕方から15日夕方にかけてセジロウンカ6頭がネットで捕えられた。

セジロウンカの初飛来のころはこのような経過をたどる場合があり、この点を桑原(1950, 1956)は指摘して

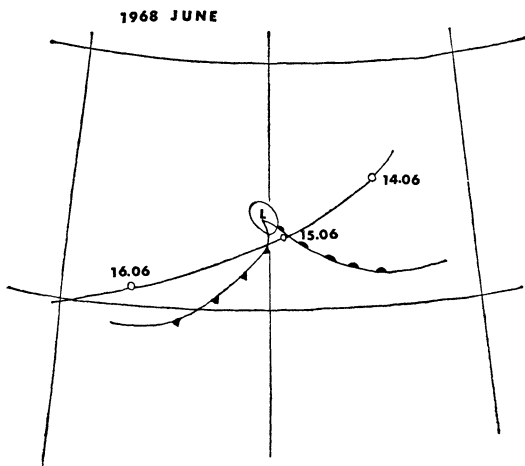
いると思われる。しかし、これらの場合にも初めにあげた前線帯で集中的に飛来する場合と同様、短時間の南西の風が重要な役割を果たしていると考えてよいであろう。

これらを総合すると、ウンカ類の飛来がおこる気象条件として最も重要なものは南西の暖かい風が連続して吹くことであって、このような風は梅雨期前線の南側で、とくに低気圧が観測地点の北側を東北に向かって進むときに最も多く見られるのである。したがって気圧配置によっては前線が見られなくてもこのような風が吹くことは期待される場合もあってよい。梅雨明けに時々見られるのがこの場合にあたる。しかし、前線のもう一つの重要な役割は、前線帯での気温の急降下、降雨などによって、飛んでいるウンカを着陸させるよう働くのではないかという点である。前線帯での飛来数が、かなり集中的であること、降雨中にしばしば多数捕えられることなどはこの点を強く示唆する。これは、予察燈偏重のころには予想されなかったことで、大きな盲点になっていたことは否めない。

VII 飛来虫の生理、行動、習性

上に述べた各種の調査で得られたウンカについて、わかった点をあげると、飛来虫はほとんど全部、活発で、新鮮な成虫であり、雨や風で網にたたきつけられたこと以外は無傷のように思われる。内部生殖器官の発達は低く、雌は未交尾であり、体内寄生虫も小さい。飼育すれば健全な卵をうみ、また、2~3日後に寄生虫(カマバチ)は体外に袋を出すようになった。

ウンカは飛しょう中に海面において休んだり、少なくとも水くらはは摂取するのだろうかという疑問があるが、これについて、鶴岡(1969)はしばしば海面離着水を観察しており、風によって移動中、風がなくなると海面着水してはねを休め、風が吹き出すと再び風によって移動することも考えられ、比較的 low 空を飛んでいるのであろうとしている。大久保(1968)の研究によるとトビイロウンカが飛び立つには18°C以上の温度が必要で、いったん飛び立ったものが、飛しょうを続けるためには16.5°Cでも可能であろうとし、大久保・岸本(1971)の野外での調査でも17°C以下ではほとんど飛び立たないことを明らかにした。飛来期の地上の気温を22~23°Cとすると、地上1,000mではだいたいこの飛しょう可能温度限界になり、これ以上高い所を飛んでいる可能性は少ないということになる。東支那海の数百ないし1,000kmを越える距離を高度1kmで渡るといことになれば、海面付近でおこる降雨、霧、その他の地域的



第5図 1968年6月14~16日、セジロウンカ初飛来時の前線と観測地点(筑後市)との相対的位置

な風の変化の影響を強くうけることは想像にかたくな
ない。着水休止、摂食(水)ということもありえないこと
ではない。

VIII 今後の問題点

ウンカ類とくにセジロウンカ、トビロウンカの長距
離移動説の論拠となるべき、いろいろなデータを示した
が、初めに述べた、海が陸上動物の障壁となるであろう
という考えは強く否定された。海上ではこのほかアブラ
ムシ、ハエ、カメムシ、カなど多数種の昆虫が飛んでお
り、トンボ、チョウなどの自発的移動昆虫の代表とされ
るものよりはるかに多数、多種であることがわかった。
JOHNSON (1969) の Adaptive dispersal の概念がとくよ
うに、一見風にふきとばされるような、受動的分散が、
これらウンカの周年経過の中で、非常に重要な役割を果
たし、種の存続にとって適応的意義をもっていることが
示された。

発生源については、東支那海での採集結果とくに、中
国本土寄りでは採集数が多い傾向から、その可能性は高い
と思われるが、実態が調査されるまで断言はできない。
東支那海上で採集されたウンカ類のうち、休眠の地理的
変異の明らかなヒメトビウンカについて、1971年採集
虫について比較したところ、奄美大島同等かそれよりも
南のものであることがわかった(岸本、未発表)。

台湾、香港、フィリピンの1~4月のウンカの生息状
況を調査したところによると(岸本、未発表)、台湾-香
港線においても冬季には稲株の枯死、代替餌植物の不在
によって普遍的な越冬の可能性は低いように思われ、さ

らに南のほうからの飛来の可能性について調査する必要
があるものと考えられた。これにひきかえ、フィリピン
では周年イネが栽培され、普遍的にセジロウンカの発生
がみられ、トビロウンカは苗代に少数、また、収穫前
の水田に大発生がみられる地帯があった。セジロウンカ、
トビロウンカの移動の問題はさらに広地域にわたっ
て、海上、陸上の調査が必要であろう。

引用文献

- 長谷川 仁 (1968) : 病害虫発生予察特別報告 23 : 7~
10.
HOLZAPFEL, E. P. & J. C. HARRELL (1968) : Pacific
Insects 10 : 115~153.
平野伊一 (1949) : 宝塚昆虫館報 57 : 11~13.
岸本良一 (1965) : 四国農試報 13 : 1~106.
——— (1969) : 植物防疫 23 : 245~248.
桑原正芳 (1950) : 東海近畿農業研究 1・2 : 58~59.
——— (1956) : 病害虫発生予察資料 56 : 46~53.
三宅利雄 (1962) : 広島農試報 13 : 1~73.
——— (1966) : 同上 24 : 1~53.
村田藤七・平野伊一(1929) : 病虫雑 16 : 518~528.
597~611.
——— (1941) : 同上 28 : 398~404.
大久保宣雄 (1968) : 応動昆虫大会講要.
——— ・岸本良一(1971) : 応動昆虫 15 : 8~16.
三田久男 (1968) : 病害虫発生予特報 23 : 1~6.
里見紳生・板倉 博 (1970) : 応動昆虫大会講要.
末永 一 (1954) : 応用昆虫 10 : 88.
高木信一 (1969) : 植物防疫 23 : 503~508.
竹沢秀夫 (1961) : 応動昆虫 5 : 40~45, 148~155.
鶴岡保明 (1968) : 病害虫発生予特報 23 : 11~17.
——— (1969) : 測候時報 36 : 66~72.
横尾多美男 (1952) : 佐賀大農彙報 1 : 123~133.

新刊 図 書

農薬取締法関係法令集

A 5判 56 ページ 100 円 送料 55 円

農薬取締法、同法施行令、同法施行規則などの法令
と農薬取締法の一部改正などの通達を1冊にまとめた
書

農薬安全使用基準のしおり

昭和 47 年版

A 5判 18 ページ 60 円 送料 40 円

農薬残留に関する安全使用基準、農薬の残留基準、
作物残留性農薬および土壌残留性農薬の使用基準、水
産動物の被害の防止に関する安全使用基準を1冊にま
とめた書

昆虫の集団移動

—バッタ類—

都立大学理学部生態学研究室 ^{まつ}松 ^{もと}本 ^{ただ}忠 ^お夫

はじめに

昆虫の集団移動の中で、その移動距離や個体数、移動生物体量などのスケールの大きさからみれば、トビバッタ類（飛蝗）の群飛が最も大きなものであろう。古来より農産物に大害を与え、今日なおアフリカ大陸や中近東、インドなどで大発生をくり返しているトビバッタ類の集団移動とはいかなるものであろうか、Anti Locust Research Center（イギリスロンドンに本部を持つ国際的なトビバッタ類の研究組織）での研究資料を中心に、その概要を紹介してみたい。トビバッタ（ワタリバッタ）とは孤独相と群生相の相変異を顕著に表わし、大移動をするバッタ類の総称である。南ヨーロッパ、全アフリカ、マダガスカル、南アジアに分布し、日本にもいるトノサマバッタの亜種であるワタリバッタ (*Locusta migratoria*)、北西アフリカのモロッコトビバッタ (*Docio-staurus moroccanus*)、南アフリカのアカトビバッタ (*Nomadacris septemfasiata*)、およびチャイロトビバッタ (*Locustana pardalina*)、南米のパンプストビバッタ (*Shistocerca paranensis*)、北米のロッキートビバッタ (*Melanoplus mexicanus*)、オーストラリアトビバッタ (*Chortocetes terminifera*)、サバクトビバッタ (*Shistocerca gregaria*) がそれであり、中でも最後のサバクトビバッタはその被害の大きさによって注目され、最も良く調査されている。トビバッタ類の集団移動を説明するのに有名な UVAROV (1921, 1928) の相変異説をまずとり上げなければならないが、ここでは紙面の都合上、また他に良い紹介があるので（蔽, 1967; 伊藤, 1971）簡単な説明にとどめておく。その要点は次のようなものである。トビバッタ類は低密度下では非集会的で定住型の孤独相 (*Solitaria*) であるが、高密度下では集会的で移動力の発達した群生相 (*gregaria*) に変わる。普通この移行は数世代を経て行なわれ、その中間型を移行相 (*transiens*) といっている。群生相への移行のきっかけは後にふれる風による吹き寄せや、雨量の変動に支配された生息場所の変化の結果としての成虫のよせ集めなどである。そしてそれらの成虫が集中産卵をし、ふ化率が高く、また、天敵も大きく動かず幼虫密度が高くなったとき、いわゆる大発生状態となる。そんな状態のときの幼虫には集合性

や行進行動の学習による発達がおこり、やがて成虫になったときもお高密度であればますます集合性も強化され、群飛行動の発達がうながされる。こうして大発生は相の変化と結びついて、天敵や気象要因による個体数の減少をまねくまで持続する。

本来なら先にあげた全種、あるいは他のバッタ類の移動についても紹介しなければならないが、本文にては、その集団移動のあり様が最も良く研究されているサバクトビバッタに話題をしばらく思う。

I サバクトビバッタの季節移動

サバクトビバッタはサハラ砂漠周辺の草原地帯、中東、インド西部に生息する種で、FAO の調査によれば、その被害国は 40 カ国にも及ぶものである。その集団移動については戦後、A. L. R. C の R. C. RAINEY と Z. WALOFF によりくわしく調査され、数多くの論文が発表されている (RAINEY, 1951, 1958, 1961, 1963, 1969, 1971; WALOFF, 1946, 1946 a, 1951, 1966 など)。とくに飛行機による大規模な観測と多くの気象データから大移動の方向はほとんどのところ、季節的な風の方向に支配されていることがわかっている。

1951年に RAINEY はこのトビバッタの移動に関して大たんな仮説を提唱した。それは Inter-Tropical Convergence Zone (I. T. C. Z.) とよばれる地帯に風によりバッタが吹き寄せられるというものである (第1図 a)。この地帯は、いわゆる熱帯前線 (Intertropical Front) とよばれる大きな停滞前線が夏期に横たわる。季節により南北に移動したり消失したりするが、7月ころちょうどエジプトの南部からアラビア半島の南部を通過してインドス川流域にかけてこの前線が停滞し、そこへ南北から風が吹き込む。その地域にサバクトビバッタの群れを多く見ることを彼は発見した (第1図 b)。しかも前線付近のその地帯は前線によりちょうど雨期になっている。バッタの産卵・繁殖に好適な状態となっているわけである。この地帯は第1図 b にみられるようにさらに西へつながりちょうどサハラ砂漠の南部の草原地帯を東西よこぎっている。こうして、夏期のサバクトビバッタの繁殖にとって、この I. T. C. Z. の果たす役割の大きいことをみごとに示し、その後の多大の観測によってもその

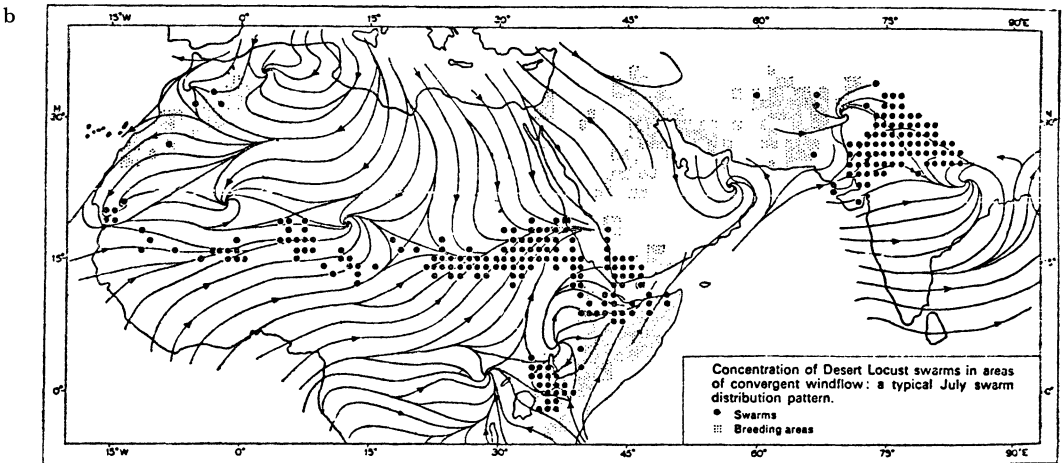
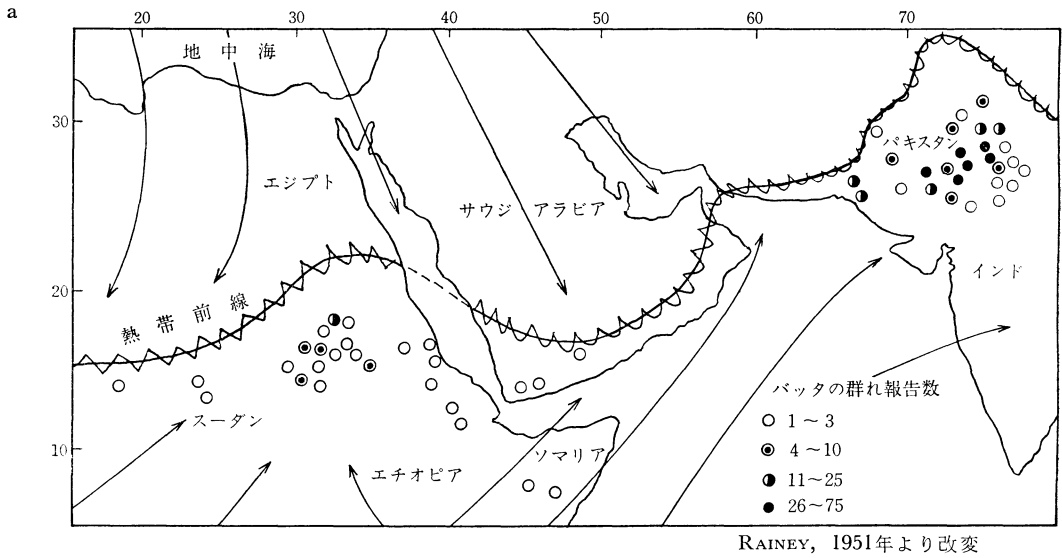
ことは実証されている。I. T. C. Z. には群生相のバッタのみならず多くの孤独相の個体も吹き寄せられることが知られている。そしてその吹き寄せの結果、先に書いた孤独相から群生相への転換のきっかけが与えられたことになり、この地帯で群生相になったバッタは、秋になって季節風が北方へ向って吹くようになると第2図のbのように群れとなって大移動することになる。

WALOFF は 1966 年に 1910 年から 1965 年までの実に 55 年もの間このバッタの調査データを検討し、大移動に関してさらにに詳しい論文を発表した (WALOFF, 1966)。

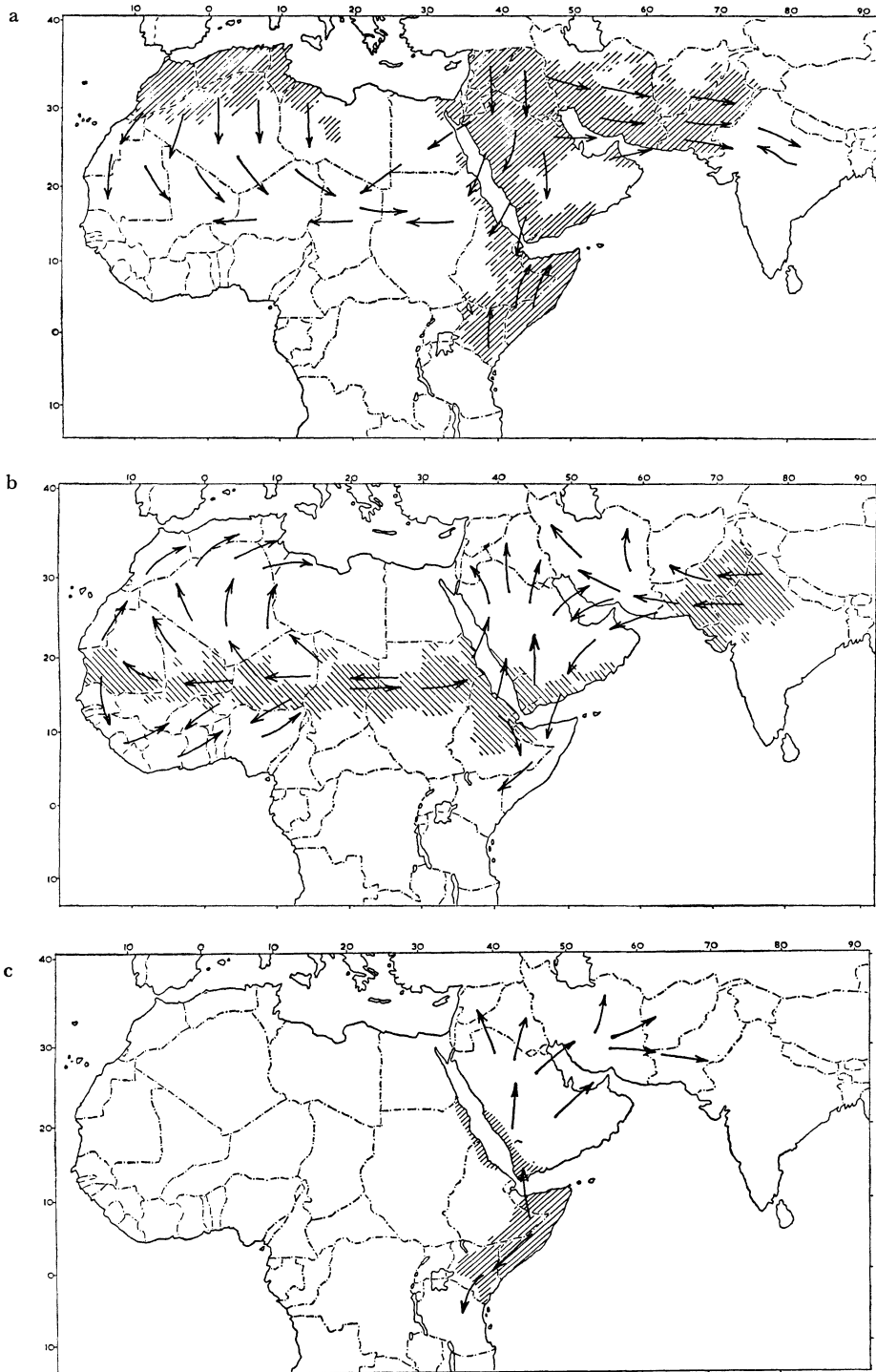
第2図は、それを簡単に図式化したもので、1937年から1963年の春・夏・冬期の群れの移動経路を示した

ものである。図中に示されている繁殖地は産卵場所および幼虫の生息地であり、そこはちょうど雨期になっている。幼虫は雨期中に育った草を食うが成虫になるころは、それらの地域は乾期に入り餌がわずかしかなくなってくる。そうして図中に示した矢印の方向への成虫の大移動が始まる。移動経路はその時の季節風とほぼ一致している。成虫の移動先では乾期から雨期へと移り変わっている時であり、十分な餌にありつけた成虫は、そこを新たな繁殖地として産卵を始める。こうして、季節風と虫の移動と繁殖地での雨がみごとにマッチし、トビバッタの個体群は維持されていく。

しかし、大発生は年によりその様相が大きく変わっていて必ずしも同じように起こるわけではない。1926~



第1図



第2図 a : 春の繁殖地 (3~6月) および春の群れの移動経路
 b : 夏の繁殖地 (8~9月) および夏の群れの移動経路
 c : 冬の繁殖地 (10~1月) および冬の群れの移動経路

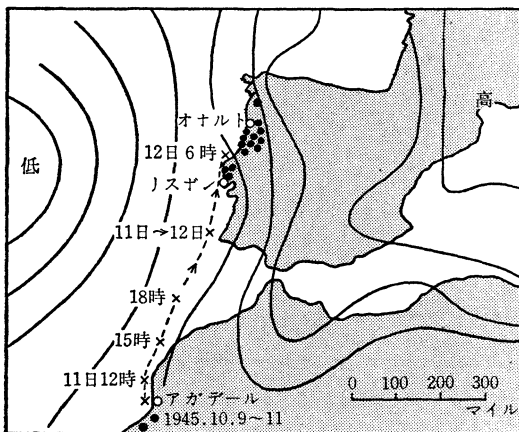
31年, 1939~46年, 1950~62年と数カ年にわたって, 大発生がみられている。これにはいろいろ複雑な要因がからんでいるが, 結論的にいえば, 大発生には雨が決定的な役割を果たしており, とくに I. T. C. Z. に吹き寄せられ, 雨にめぐまれた年には多数の群生相が生じるという。そして, 先に説明したように季節風の動きと, 繁殖地での雨量とがうまくバッタにとって作用した時, その大発生は何年にもわたって持続する。しかし, 風のむきが, バッタにとって生息不能な砂漠の方向へ強く吹いた年や, 雨量が少なかつたりすれば大発生は終息することになる。したがって先に示した図は長年月の平均的なものであり, 実際は年により少しずつ異なっている。

II 成虫の飛しょう能力

群生相の成虫の飛しょう能力は非常に大きく, 実験室で風洞実験を行なっても 6~17 時間はばたき続け最大 20 時間も続いた例が知られている。このことは風にのれば, 1 日にして非常に長距離を移動できることを意味している。とくに羽化後 4~5 週間目の成虫は体の 10~15% もの脂肪を持っており長時間飛行に耐えるようになっていることは, 長距離移動のための重要な性質である。

飛しょう能力が強いことを示すものとして, 北アフリカからイギリスやポルトガルへの海上移動の例があげられよう (RAINEY, 1963; WALOFF, 1946)。

WALOFF はモロッコからポルトガルへ実に 612 マイルの距離を 1 日にして渡った例を調べている。この場合, 第 3 図にみられるように移動方向の西側に強い低気圧があり, その低気圧によりもたらされる風にしたものであろう。



第 3 図

さらに RAINEY によれば, 1954 年に Canary 諸島からイギリスにむけて飛しょうした例では, 1,600 マイルを 1~2 日で渡っており, 途中海上で休んで再び飛び出すということは知られていないから, 風にのればかなりの長距離を連続的に飛しょうして一気に渡ってしまうものといえよう。

III 群れの行動

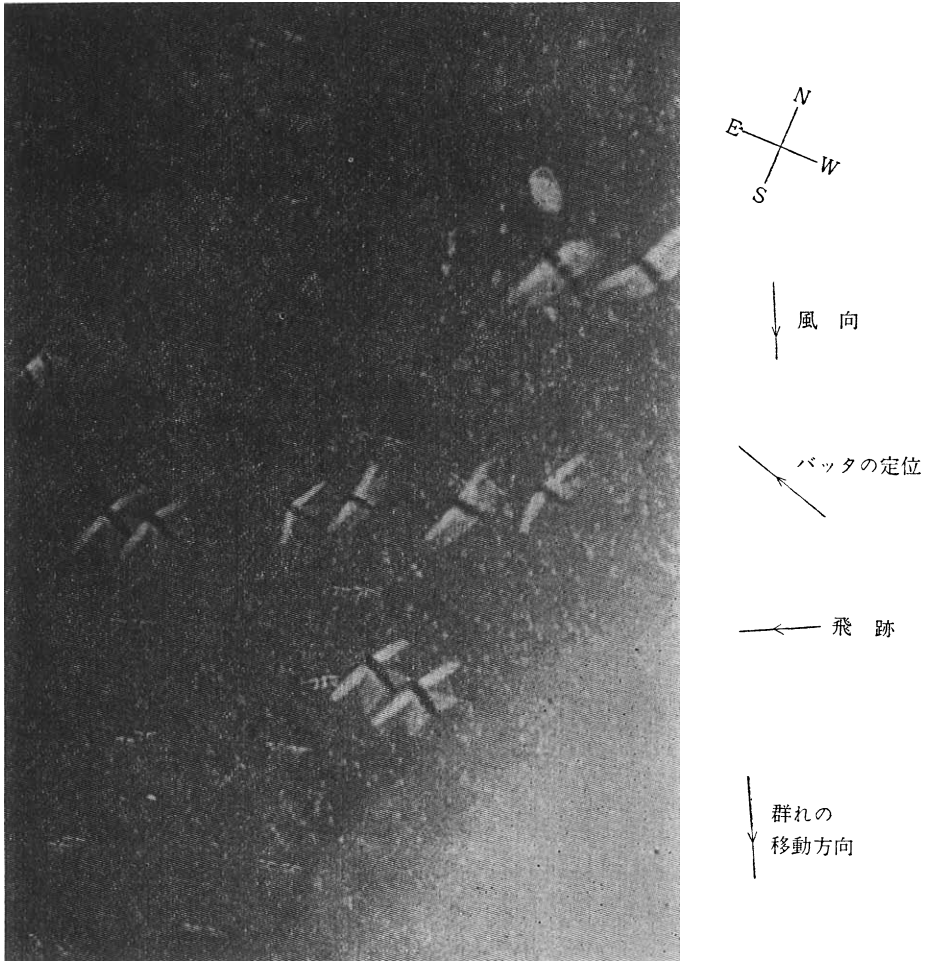
群れの移動方向は何で決っているのだろうか。群れを構成する個体のどれもが太陽コンパスなどを用いて定位しある目標に向って飛行するのだろうか。また, 群れの大きさはどれくらいだろうか。そのまとまりはどのように行なわれているのか。これらの問題は多くの研究者の興味を引くところのものであった。しかし, 長い間諸説があり, 必ずしもまい解答が求められていなかった。これに対して解決をもたらしたのは RAINEY らの業績である。RAINEY および SAYER らは第 2 次大戦終了後まもなくして飛行機や写真機を用いて, 群れの大きさやその動きについて多数の観測を行なった (RAINEY & SAYER, 1953; SAYER, 1956)。その後の多数の観測によっても, 今日ではこの問題はほぼ決着がついているといえよう。それを簡単に紹介する。

群れの移動方向とそのスピードは I, II にもふれたように風によって支配されている。多くの場合はその高さの風速より飛しょう速度は遅い。個体のむく方向は必ずしも風の方向になってはいない。SAYER は 2 回露光写真で, 風の方向と虫の飛しょう方向と群れ全体としての移動方向の関係を調べた (SAYER, 1956)。

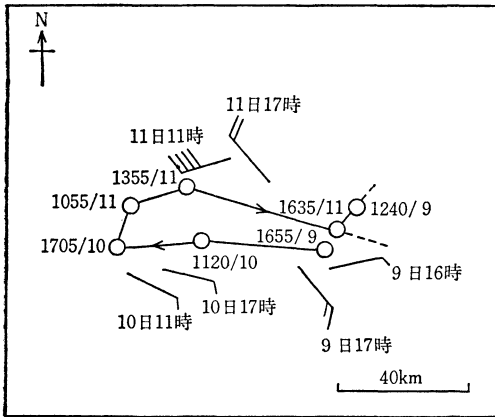
第 4 図がそれを示すものである。群れ全体の移動方向は, 風の向きとほとんど同じである。しかし, 群れの中心部の個体はしばしば飛しょう方向がバラバラである。一方, 群れのへりにいる個体は常に群れ内部へと飛しょうしようとする。こうして群れ全体はいつもあるまとまりを持って移動することになり, しかも風に強く支配されているから, あたかも個体それぞれが一定方向をめざして飛んでいるようになっている。

第 5 図は群れの移動が強く風に支配されていることを示すものである (RAINEY, 1963)。

これはおよそ 20km² の広がりを持つ群れの移動を表わしている。最初の日におよそ 35km 西方へ飛しょうしている。翌日, 11 時 20 分から 17 時 5 分にかけてさらに 25km 西へ移動した。翌々日には風はまったく逆の方向へ変化してしまった。するとバッタもその風によって 65km 今度は東へ移動し, ついには最初の日 5 km しか離れていない所に戻ってしまった。このような



第 4 図
写真中のバッタの左は 2 回目の露光，右は 1 回目の露光



第 5 図

例はその他いくつも観察され (RAILEY, 1966), バッタの移動が鳥の渡りのように、太陽コンパスを用いて、常に一定方向を目ざすものは無いことを良く示している。

群れの大きさは 1 km^2 より小さいものから数百 km^2 にわたるものまで様々である。普通写真観測によれば 1 km^2 当たり 5 千万匹ほど飛行していて群れの全個体数は数万匹のような小さなものから、実に数百億匹のものにまで及ぶ (SHNEIDER, 1962)。群れの形は Stratiform (層雲状) と Cumuliform (積雲状) があり、前者はくもった日や、気温がわりと低く上昇気流のあまり強くないときに多く、最高飛しょう個体でもせいぜい 100 m ほどにしかならないが、後者は日照りが強く上昇気流の発達しているときのもので、 $1,000 \text{ m}$ もの高さに及ぶとい

う (RAINEY & WALOFF, 1951)。

IV どんな個体が移動するか

WEIS-FOGH (1952 b) は性成熟した雌成虫は移動の実験に使えないことに気がついた。バッタの飛び方の研究の大部分は若い成虫でやらなければならなかった。実際、野外の群れの移動は雄雌ともに性的には未成熟のものが行ない、移動の大部分は生殖線が十分発達する前に行なわれている。

POPOV (1954) は南イランのサバクトビバッタ群れで性成熟した個体と未成熟のもの間の移動飛しょうと交尾と産卵の関係について記述している。それによると夜休んだ後、翌日性成熟した個体はそこにとどまり交尾し始め、産卵場所を選び始めた。一方、未成熟の個体は群れとなって飛びたつたという。

これと似たようなことは群生相を生じないツマグロイナゴやイナゴモドキ、ヒナバッタのような小型のバッタ類でもみられる。それは羽化後まだ卵巣の発達していない時期は飛しょう力が強く、分散傾向の強いことである。

移動がその虫にとっては新環境の開拓であり、そのことと定着(栄養摂取および繁殖)とは動物の生活における基本的対立だとする KENNEDY や伊藤 (1971) の指摘には聞くべき点がある。

群生相ばかりでなく孤独相(低密度型)の個体も暖かい日の夕刻暗くなってからしばらくの間は飛しょう続ける。大きなスケールの夜の飛しょうは普通 23°C 以上の気温を必要とする。この孤独相の夜の移動に関してはまだ情報不足でさらにくわしく調査する必要があるという (A. L. R. S. Locust Hand book, 1967)。

おわりに

今までサバクトビバッタの移動をごく概括的に説明してきたが、他のトビバッタの移動はどうなっているであろうか。どのトビバッタも大発生時には多かれ少なかれ発生地外への移動がみられる。たとえばアジアワタリバッタではミンダナオ島南部のコタバト草原や (UICHANCO, 1938 ; OTANES, 1940), 中国の大河の沿岸や三角州の挺水草原に発生源があるが (馬, 1958), 大発生後の大移動が古くより知られている。アフリカワタリバッタの最大の繁殖地はニジェール河の中流域にある大はん乱原

であるが、ここでおこった 1926 年の大発生後、次々と世代を重ねながらまわりの地へ移動していき、実に14年後の終熄までにアフリカ大陸の半分以上の地域に広がったという (UVAROV, 1951)。また、アカトビバッタの繁殖地であるザンビアのステップ地帯やタンザニアのルクワ溪谷の草原での大発生後の移動なども多くの論文がある。北米のロッキートビバッタは 1938 年にサウスダコタで大発生し、翌年にはまわりの 6 州およびカナダの 3 州にまで広がっている (PARKER et al., 1955)。

これらのトビバッタはサバクトビバッタとは異なり群生相の繁殖地からの一方方向の移動があつて、移動先ではだんだん孤独相に戻つて、個体数も減少し集団移動がみられなくなる。

しかし、サバクトビバッタの例で示したように集団移動がおもに季節風などの強い風によってひき起こされるものであることは皆同じであると思われる。そして、移動個体は飛しょう力が極端に強く、群れとしての集合性を持っていて長時間飛行に耐えることが共通点となっている。

おもな文献

- 巖 俊一 (1967) : 植物防疫 21 : 228~237.
 伊藤嘉昭 (1971) : “動物の数は何でできるか” 日本放送出版協会.
 JOHNSON, C. G. (1969) : Migration & Dispersal of Insects by Flight, Methuen, London.
 KENNEDY, J. S. (1961) : Nature 189 : 785~791.
 PARKER, J. R. et al. (1955) : Tech. Bull. U. S. Dep. Agric. No. 1109 46 pp.
 RAINEY, R. C. (1951) : Nature, Lond. 168 : 1057~1060.
 ——— (1960) : Symp. Soc. Exp. Biol. 14 : 122~139.
 ——— (1969) : Quart. J. R. Met. Soc. 95 : 424~434.
 ——— & SAYER, H. J. (1953) : Nature 172 : 224~228.
 ——— & WALOFF, Z. (1948) : J. Anim. Ecol. 17 : 101~112.
 SAYER, H. J. (1956) : Nature, Lond. 177 : 226.
 SCHNEIDER, F. (1962) : Ann. Rev. Ent. 7 : 223~242.
 WALOFF, Z. (1966) : Anti-Locust Mem. no 8. pp 111.
 WILLIAMS, C. B. (1957) : Ann. Rev. Ent. 2 : 163~179.

昆虫の集団移動

—カメムシ類，とくに *Eurygaster integriceps* (PUT.) を中心に—

京都大学農学部昆虫学教室 ^{なか}中 ^{むら}村 ^{こう}浩 ^じ二

はじめに

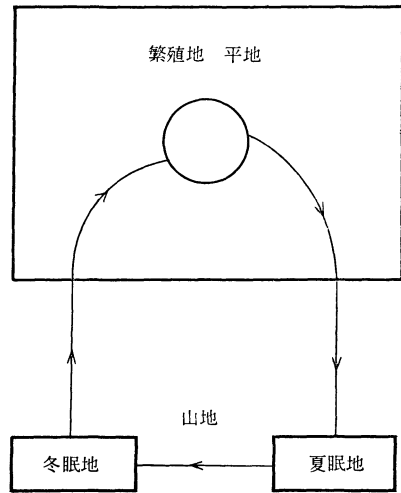
カメムシの集団移動の最も有名なものとしてチャイロカメムシの1種，*Eurygaster integriceps* (PUT.)がある。

本種はソ連中央アジア部・コーカサス地方，カスピ海沿岸地方から中近東各国に広く分布し，各地でムギ畑につく害虫として大発生を続けている。本種は特異な生活史と甚大な被害によって注目をあつめソ連，中近東の国で多くの研究が行なわれている。それらの成果は，ソ連では1947年から1960年までにD. M. FEDOTOVによって編集された全4巻のベI, 160ページに及ぶモノグラフや1958年に全ソ植物防疫協会から発行されたモノグラフに詳しい。G. A. VIKTROV (1967) は本種の生態を個体群生態学的観点からまとめたが，これについて筆者は先に文献紹介したので参照されたい。中近東での研究はE. S. BROWN (1962, 1965) によって詳しく報告されている。今回は*Eurygaster integriceps* の集団移動について，ソ連および中東の仕事を紹介しよう。

E. integriceps の生活史と移動

本論に入る前に混乱をさけるために「移動」という語の表わす内容を明確にしておこう。SOUTHWOOD (1962) によれば，動物の動きには① trivial movement と② migratory movement の2種類があり，前者は動物の集団が生息地やテリトリーの内部であちこちと動きまわるような動きであり，後者はこの生息地やテリトリーからでてゆくような特異な動きであるとされている。また，JOHNSON (1966, 1969) は上の見解を支持しながら migratory movement を成虫の寿命との関係からさらに三つの大きなタイプにわけている。それらは，①短命な成虫で emigrate し，そのシーズン内に死亡する。出発地への return はない。②短命な成虫が emigrate し，同じ成虫が同じシーズン内で出発地へ return するもの。③長命な成虫が羽化した場所から越夏地，または越冬地へ emigrate し，成虫休眠の後，同じ成虫がもとの出発地へかえってくるもの。

これから述べようとする *E. integriceps* の migratory movement は JOHNSON の第3番目のタイプの移動に属するのである。右図にそのシェーマを示しておこう。



E. integriceps 生活史のシェーマ
[C. G. J. JOHNSON, 1969 を改変]

E. integriceps の生活史を簡単に述べておこう。本種は年1化性であり3～4月に越冬地（通常は山地）から平地のムギ畑に集団で飛来し，そこで摂食，産卵，羽化し，新成虫は1週間から10日間の「ためぐい」の後，6月中ごろに山地へと越夏のため出発し，山地で越夏したのち，10月ごろ第2回目の移動によって高度を少し下げ，そこで越冬し，翌春再びムギ畑へと移動するのがソ連，中近東での本種の移動の標準型となっている。

それらはあくまで“標準的”なシェーマであり，地方により，また，地形によってカメムシの生活史や移動の実態が大きく異なっているのである。そこで，移動の各部分について少し詳細に検討してみよう。

1 越夏地（越冬地）への出発（畑から山地へ）

6月の初旬，いっせいに羽化した成虫は越夏，越冬に備えて猛烈に「ためぐい」を開始する。この「ためぐい」終了後，越夏地・越冬地へむけて数日のうちに大移動が始まるのだが，それ以後翌春まで約9カ月間の長期にわたり摂食せずにすませられる原因となる「ためぐい」の意義についてはのちに詳しく述べよう。

越夏・越冬にむけて成虫はどれくらい移動するのだろうか。これは著者によってきわめてばらばらである。

ARNOL'DI (1955) は北西コーカサスのクバンでの研究から最大 200km を移動するとし、SHUMAKOV & VINOGRADOVA (1958) は 10~20km, さらに 150km 以上のこともあるとし、中近東のデータとして、YÜKSEL (1958) は 20~100km, BROWN (1962) は通常 20~30km くらいであろうとしている。また、ラジオアイソトープによる調査では、10~20km との結果がでている。このように中近東やソ連の大部分の個体群は移動するのであるが、BROWN によればイラクのバグダード周辺には越冬・越夏に適当な山地がなく、この個体群は移動しないこと、東トルコのある地区では山地があるのにそのまま平地に残っている個体が個体群のなかに一部あることが知られている。ARNOL'DI はクバンでの報告で常に山地のみで生活する個体群や常に平地のみ生活する個体群の存在を示している。このように、地方個体群により移動しないものがあること、さらに個体群内部にも移動する個体と移動しない個体があることは興味深い事実といえよう。ただ、ムギが早く刈りとられカメムシが十分に「くいだめ」できず、この原因で移動が不可能になってしまうことも知られている。

2 移動距離と生理状態の関係

カメムシの移動距離、移動高度は生理状態(「くいだめ」によって蓄積した脂肪量など)によって左右される。

ARNOL'DI (1955) は北西コーカサスの個体群では山頂付近には十分栄養を蓄積した個体が飛来し、遠い距離に移動するのも生理状態のよい個体であるとしている。

さらに、性比を調べると、山頂付近は♀が多く、ふもとは♂が多くなっているが、これは♀のほうが蓄積脂肪が多く移動力にとんでいることが原因であるとしている。

BROWN (1962) もトルコとイランで同様のことを調査し、ARNOL'DI の結果を支持している。しかし、STROGAYA (1960) によれば平地に越冬する個体でも山頂付近の個体に劣らず生理状態のよいものもみられ、地域個体群による違いがあることが示唆されている。

3 越夏地から越冬地への移動

BROWN (1962) は、中近東の個体群はまず山の高所に移動し、そこで低地の酷暑・酷寒をさげ夏眠し、その後10月ごろに第2回目の移動を行ない、今度は冬の酷寒をさげるために数百m低高度へと下ること、北面にいた個体は南面に移ることを示した。この報告ではさらに、山頂部に近い越夏場所として最も多くの個体の集合する場所は夏の間の死亡率が低く、一方、越冬虫の最も多い、より低高度の場所は秋から冬にかけての死亡が最も少なく、この第2回目の移動の適応的な意義が示されている。テヘラン近郊の Ghara-agadj 山(約 2,300m)で

は 100m の上下移動をする。PEREDEL'SKIĬ (1947) は中央アジアの個体群で同様のことを述べている。しかし、地方によっては第1回目の移動地でそのまま越夏~越冬へと入る個体群もあり、ARNOL'DI (1955) は北西コーカサスの個体群でこれを示しているし、上記の BROWN も、トルコの個体群では第2次移動の確認をしていない。

4 越冬・越夏地の植生

ARNOL'DI (1955), BROWN (1962) に詳しく記載されているが、カメムシはかん木の中やブナ・カシワのブッシュの落葉層の中で数十から数千匹が集合して越冬する。植生の違いによる微気候の違いと、越冬虫の死亡率や選択性が検討されているが、十分な結論には至っていない。

5 越夏・越冬・移動とカメムシの生理状態

ソ連では FEDOTOV を中心として、このカメムシの体内生理の研究が精力的に行なわれてきたが、このカメムシの移動を考える上でもその生理学的な側面が重要なことはいまでもない。STROGAYA (1955) によればこのカメムシの生活史は生理学的に4段階にわかれており、①春の幼虫期(強度の摂食が行なわれ、食料は成長に使われる)、②成虫の羽化から移動への出発まで(10日から2週間までの短期間に脂肪を初め貯蔵物質がつくられ移動・越冬の準備がされる)、③越夏~越冬から春の移動まで(9カ月以上休眠しながら貯蔵物質をつかって生きている)、④春の移動から死亡(強度の摂食と前年度の貯蔵物質の残りでの生殖し、子孫を残す)。

彼女はさらに、カメムシ各期間の脂肪量から、次年度の発生量の予察が可能であるとしている。山への移動前のカメムシは乾量で 40% 内外の脂肪を有している。

USHATINSKAYA (1955) は越冬地でのカメムシの生理をさらに詳しく報じており、カメムシは気温が高いうちは移動後も蓄積物質を消費するが、10°C 以下に気温が下がると、代謝がへり脂肪がグリコーゲンにかかわること、後腸が水分調節をしたり、中腸に貯えられた炭水化物とタンパク質も利用し始められ本格的な休眠に入ってゆくと述べている。彼女によれば♂の体内脂肪の 56.5% が越冬後残るにすぎないが、♀では 64.3% が残り、♂が♀に比して越冬中に消費しやすいことを示している。

この消耗度は越冬場所によっても異なり、山の北側の斜面がかえて消費度が少なく、あたたかい南斜面や平地は休眠中の消費が多いことがわかっている。

STROGAYA (1960) も北西コーカサスの個体群について、移動後越冬地での垂直分布はカメムシの満腹度を反映しており、山の北面の湿ったところが最もよい越冬場所であり、木のない斜面や南斜面が最悪であると報告している。BROWN (1962) は FEDOTOV らによる方法と

ほぼ同様な方式でトルコ・イランの個体群の越冬生理を研究している。彼によれば♀とも蓄積脂肪の消費は全体眠期間を通じて一定で生じているが、中腸にある食料の消費は越冬初期と終期に増加する。しかし、♂♀でいちじるしく異なるのは性的成熟のテンポであり、♂は一貫して成熟してゆくが、♀は春まで成長が、止まっている。この違いが冬期の消耗度～死亡率の違いに現われているらしい。この結果はソ連の著者と一致している。

6 移動の方向の決定 (orientation)

先に述べたように夏と翌春に2回の大移動をし、山と平地を往復しているカメムシの移動方向の決定などのようにされているだろうか。これについては完全な結論には程遠いが、JOHNSON (1966, 1969) が示唆しているように方向を考える時に昆虫の“自主的な”方位づけだけで考えるよりも気候とくに季節風の役割を考える必要があるようである。

ARNOL'DI (1955) はカメムシが太陽に対して一定の角度で飛行することによって目的地に到着し、この方向づけは地方個体群で異なることを主張したが、最近 BROWN (1965) はこれを否定するデータを提出した。彼はトルコで *Quercus* のしげみの越冬地から畑へ春の移動する *Aeria rostrata* (同じくムギの害虫となるカメムシ) と *E. integriiceps* を観察した。彼はカメムシの飛び去った方向と太陽の位置、風の方向、斜面の方向、風速を検討した結果、カメムシの飛ぶ方向と最も関係のあるのは風の方向であり、それは風速が強い時にはより一層決定力をもっているとした。また、同時に中近東の大発生地と越冬地(山地)の分布と季節風のむきを検討してみると、移動する時期にカメムシに都合のよい季節風が吹き、それにのれば適当な越冬地、また、逆に畑にかえられる場所では大発生が生じており、畑の近くに山があっても、季節風が移動に適さない地方では大発生がみられていないケースが多いところから、カメムシの移動の方向は季節風により大部分決定されるとしている。

7 大移動の適応的意義

SOUTHWOOD (1962) によれば、昆虫は不適な環境に直面したとき、それに対して移動または休眠という手段できりぬけるよう進化してきている。彼によれば、昆虫類にみられる移動現象は変動しやすい不安定な環境にすむ種に発達してきている。このような見地にたつとき、中近東・ソ連中央アジア部での夏の酷熱・冬の酷寒というきびしい環境、その気候は餌植物の成長を1年のごく短時間しか可能とせず、本種にそれに対する適応として「くだめ」→長距離移動→休眠という特異な生態が生

じたことが理解される。このことは付近に適当な山地がなく移動しないバグダード周辺の個体群密度がきわめて低いことから示唆されるだろう。近年、中近東・ソ連に本種の慢性的大発生が問題となる背景には本来野草を食っていた本種に栽培ムギという絶好の食草が利用できるようになり「くだめ」期とムギの熟する時期が符合していることがあるだろう。移動しない個体群や、個体がみられることは、本種の生態を考える上で重要な点であろうが、移動は上のような適応的な意義があるが、しかし、移動期間に生ずる死亡は莫大なものがあることを考えれば、移動しない部分の存在は種の存続に対する安全弁になっているのかもしれない。アブラムシやバッタにみられる多型現象のもつ生態的意義をこのカメムシの移動行動の二つのタイプがもっているのかもしれない。

おわりに

本稿では *E. integriiceps* にのみ言及したが、*Eurygaster* 属の他種や、*Aeria* 属のカメムシはこれら地方で移動することが知られている。*E. integriiceps* の被害が甚大な原因の一つに、本種は「くだめ期」に畑から畑へと強い移動力(これは trivial movement)を有していることなど、日本で問題になっているミナミアオカメムシの防除上の難点(桐谷, 1963)と多くの共通点をもっていることを指摘しておこう。

引用文献

- FEDOTOV, D. M. ed. (1947~60): The Noxious little tortoise, *Eurygaster integriiceps* I~IV.
 PEREDEL'SKIĬ, A. A. (1947): 同上 II: 89~270.
 STOROGAYA, G. V. (1955): 同上 III: 68~133.
 ——— (1960): 同上 IV: 33~57.
 ARNOL'DI, K. V. (1955): 同上 III: 171~237.
 USHATINSKAYA, R. S. (1955): 同上 III: 134~170.
 TRUD. Vsesoyuz. Inst. Zashch. Rast (全ソ植物防疫協会) (1958): The Ecology of *Eurygaster integriiceps*. Put. 371.
 SHUMAKOV, E. M. & VINOGRADOVA, N. M. (1958): 同上 19~71.
 VIKTOROV, G. A. (1967): The Problems on population dynamics of noxious little tortoise 271.
 中村浩二 (1972): 個体群生態学会報 21: 8~17.
 JOHNSON, C. G. (1966): Ann. Rev. Ent. 11: 233~260.
 ——— (1969): The migration and dispersal of insects by flight 763.
 BROWN, E. S. (1962): Bull. Ent. Res. 53: 445~514.
 ——— (1965): J. Anim. Ecol. 34: 93~107.
 SOUTHWOOD, T. R. E. (1962): Biol. Rev. 37: 171~214.
 YÜKSEL (1958): BROWN, E. S. (1962) より.
 桐谷圭治 (1963): 植物防疫 17: 299~304.

昆虫の集団移動

—ヤガ類を中心として—

農林省農業技術研究所 ^{みや}宮 ^{した}下 ^{かず}和 ^{よし}喜

まえがき

数年前、気象庁の定点観測船でウンカ・ヨコバイ類が採集されたことからこれらの昆虫がかなり大がかりな移動飛行をしているのではないかという考えが強く主張され、さらに詳しい洋上調査を初めとする各種の調査研究が実施され始めたが、本年4月の学会で、タマナヤガなどのヤガの類も同様な移動飛行をするらしいという研究報告がなされ(布施, 1972)、そのような事例は案外多くの昆虫にも共通して認められるのではなからうかという疑いもたれるようになってきた。わが国においてはヤガの類の大がかりな移動飛行を証明する正確な調査研究はまだ無いが、外国においてははかり多く研究がある。そこで、ここに諸外国におけるいくつかの事例を紹介し、参考に供したいと思う。

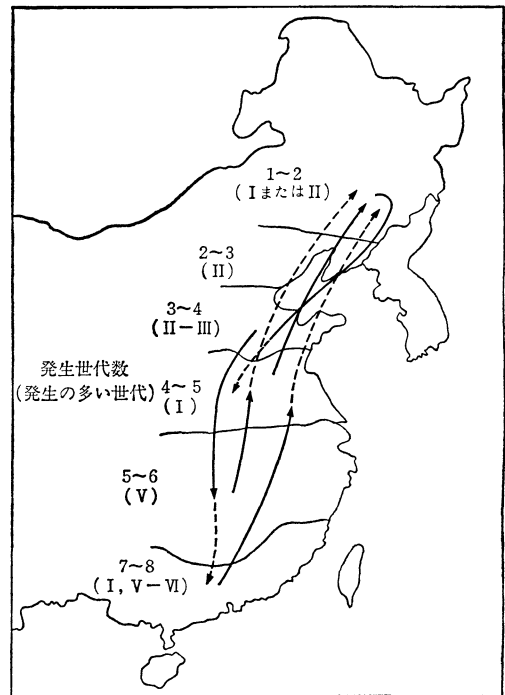
I 移動飛行の事例

1 「帰り」のみられる移動

ヤガ類の移動飛行の事例のうちで、もっとも確実な証拠をあげてその方向と距離が調べ上げられているのは、なんといっても中国のアフヨトウの例であろう。

古くから中国の北半分とくに東北部におけるアフヨトウの発生は、その全国的な発生状況の推移から推して、南部地方からの集団移動が大きく関係しているのではないかという疑いもたれていた。そこで、これを確かめるため 1961 年から 1963 年にかけてきわめて大がかりなマーク虫の放逐と、これを捕獲するための糖蜜誘殺が全国的な規模で実施された。試験のために放されたマーク虫の数は、実に 200 万匹を越えている。このマーク虫は数こそ少ないが放逐地点より 600~1,400 km もはなれた遠い場所で捕獲され、この虫があの大な中国大陸を又にかけて大がかりな移動飛行をしていることがみごとに証明されたのと同時に、大略の移動ルートも明らかになった(李ら, 1964)。いま、それらの調査結果に基づいて画かれたこの虫の移動ルートを示すと第1図のとおりである。

林・張(1964)によると、中国におけるアフヨトウの発生はまず春に南部の広東省付近より始まり、ここで発生した成虫は漸次中部地方へと移動侵入して行くため今



第1図 中国におけるアフヨトウの移動飛行経路と大略の地域別発生世代数

実線は確実な、点線は予想される移動飛行経路(李ら(1964); 林・張(1964)よりえがく)

度はその地方での発生が多くなり、中部地方で発生した成虫はさらに北部地方へと移動侵入して行くという具合に、発生と移動侵入とが世代を追ってくり返されて行くので、ついには北緯45°付近の東北部吉林省にまで発生が及ぶ。このようにして夏には吉林省にまで到達したアフヨトウは、それ以後、今度は南部へ向っての同様な「帰り」の移動飛行をするといわれる。

東北地方でのこの虫の発生世代数は1~2世代であるが、ほとんど年間を通じて発生可能な気象条件を具備している南部地方では、7~8世代もの発生が予想されるという。つまり、南部地方には春の移動飛行に加わらない残留個体が存在し、それが夏の期間中も少数ながら発生をくり返しているのである。また、このような残留個体は南部以外の地域でも生ずるが、その子孫は南部への

「帰り」の移動飛行に加わらない限り死滅するらしい。

このアワヨトウの例では、移動の「行き」と「帰り」が全く違った世代の成虫によって達成されるが、「行き」と「帰り」の両方が全く同じ世代の同一個体によってなされる移動の例もかなり多く知られている。そしてその多くの例は、越冬や越夏という特殊な生活現象と結びついていることが多い。たとえばアメリカ合衆国の中部高原地帯に分布するモンヤガの1種 *Chorizagrotis auxiliaris* の成虫は、晩春に越夏のためロッキー山脈の山岳地方へ向って移動して行き、夏の終わりころ再びもとの地方へと帰ってくる (PRUESS, 1967)。また、オーストラリアの東南部に分布するカブラヤガの1種 *Agrotis infusa* も越夏のためにオーストラリアアルプスの山地へ移動し、洞穴や岩石の下へもぐり込む (COMMON, 1954)。

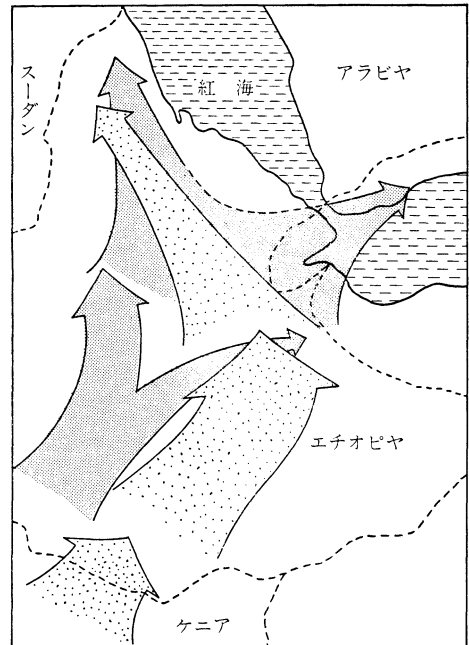
わが国においては、カラスヨトウ (山下, 1965) とウスグロヤガ (奥ら, 1972) がそれぞれ山地で集団をなして越夏している事実が確かめられているので、やはり同じような「行き」と「帰り」のある移動をしているに違いないからう。

これに対し、越冬のために山地に移動して行って集団で冬を越すという例は、カメムシやテントウムシなどで多く認められているのに、ヤガの類ではほとんど無いようである。冬を暖い地方で過し、夏に北方へ帰ってくるという鱗翅目昆虫の例では、北米のオオカバマダラが有名な例であるが、わが国ではそのような例は認められていない。イチモンジセセリが秋に入ると南へ向って移動飛行をすることは良く知られているが、春に北へ向って「帰り」の移動飛行をするという事実はまだ確かめられていない。

2 「帰り」が無いかまたはそれははっきりしない移動

中国におけるアワヨトウと大変良く似ていて、まず南部地方で発生を開始したものが世代を追って漸次北部地方へと移動侵入して行って発生をくり返すが、北からの「帰り」が全く認められないかまたはまれにしか認められず、毎年の移動飛行が「帰り」の無い片道だけに終わるという昆虫の例もかなりある。これの良い例としては北アメリカのフタモンヨコバイ *Macrosteles fascifrons* をあげることができる (CHIYKOWSKI & CHAPMAN, 1965)。

ヤガの類でもこのような例は認められているが、その一つの例としてはアフリカ北東部におけるシロナヨトウの1種 *Spodoptera exempta* をあげることができよう。赤道直下のケニアまたはそれ以南の地方で発生したこの害虫は、しばしばその北部に広がるエチオピアやスーダンへモンsoonに乗って侵入し、時には紅海を越えること



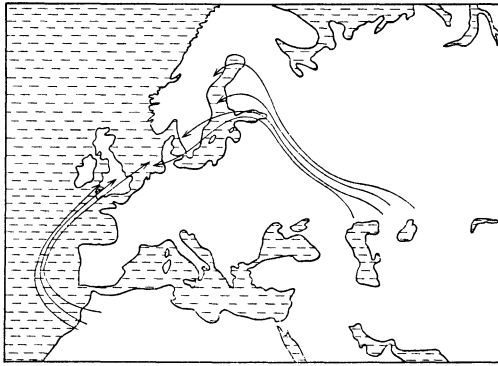
第2図 アフリカ北東部におけるシロナヨトウの1種の移動飛行経路

点をうった矢印は3月から6月にかけての第1波、もう一つの矢印は5月から7月にかけての第2波を示す (BROWN et al. (1969) よりえがく)。

があるという (BROWN et al., 1969)。第2図はその大略の移動ルートを示したものである。「帰り」の移動飛行も時々認められるというが、「行き」に比べればほとんど取るに足らないものようである。

わが国の東北地方におけるタマナヤガの発生も、布施 (1972) が成虫の集団移動らしい現象を観察していることと、千葉 (1972) が関東地方では主として老熟幼虫で越冬しているのに東北地方では越冬がむずかしいらしいという実験結果を報告していることから、関東以南からの行きっぱなしの移動侵入によるのではないかといわれるが、それを証明する確かな証拠は無い。また、ハスモンヨトウも近年北陸や東北地方でも発生が認められるようになったので、同様なことがいわれているが、これもその事実を示す確かな証拠は何一つ無い (内藤ら, 1971)。

ヤガの類ではないが、マメ類の害虫であるウラナミシジミはこの行きっぱなしで「帰り」の無い移動飛行をするのだといわれている (野村・山田, 1954)。もともと暖地産だといわれるこのチョウは、かなり頻りに移動飛行をして行き、到達地に適当な寄主植物があればそれに産



第3図 気団の動きをたどることによって推定されたイギリスおよび北欧へのシロイチモジヨトウの侵入経路 (MIKKOLA & SALMENSUU (1965); FRENCH (1969) よりえがく)

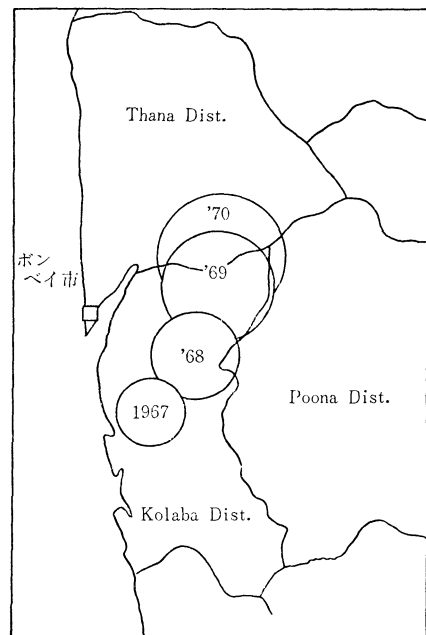
卵して幼虫が発生するというが、その移動飛行の到達範囲は暖地での発生密度の増減と密接な関係があるらしく、普通は東北地方あるいはそれ以南に留ることが多いのに、移動飛行個体がきわめて多くみられる年には北海道にまで侵入することがある(磐瀬, 1955, 1956)。もちろん、関東以北で発生した移動個体の子孫は冬までにすべて死んでしまう。

大変長距離の集団的移動飛行が一時的に認められるけれど、到達地点での子孫の発生がほとんど無いかまたはあったとしても短時日のうちに消滅してしまうという例は、世界各地でいろいろの昆虫について起こっていることが報告されている。たとえば、第3図に示したアフリカ北西部からイギリスへ、ソ連邦からフィンランドなどの北欧諸国へのシロイチモジヨトウの侵入などがその良い例であろう。これらの集団的な移動飛行は、発生源での個体群密度の増加ということにももちろん密接な関係をもつには違いなからうが、多くの場合、そのような集団的移動飛行を起こすのに都合がよく、また、それを長距離なものにするような特殊な気象条件の到来と密接な関係をもっている。FRENCH (1969) と MIKKOLA & SALMENSUU (1965) は、第3図に示したシロイチモジヨトウの移動飛行経路を気象資料に基づいて解析し、いずれも低気圧などの気団の通過に伴う不連続線の動きによって多数の個体の移動飛行が始まり、不連続線の通過に伴って特定地域に多数の移動飛行個体が同時的に出現するようになるのだと考えている。

これらの例に大変良く似てはいるが、その移動飛行の距離がそれほど長くないという例はきわめて数多く報告されている。そしてそのような場合の移動飛行は、大抵ある場所で起こった大発生が隣接地またはそこより少し

離れた場所に飛火するという場合に良く観察されている。また、移動飛行の仕方でもカナダにおけるオビカレハの1種 *Malacosoma disstria* (BROWN, 1965) やわが国のドクガ(加藤ら, 1950) でみられたように、大発生地点を通過した不連続線と密接な関係を持ち、移動飛来虫の到達もある特定の場所内に集中するという場合から、アメリカ合衆国のエダシャクの1種 *Ennomos subsignarius* (LUND, 1965) でみられているように、そうした特殊な気象条件とはあまり関係なしにいろいろの方向への移動飛来がみられるという場合までである。この他に、わが国のアヲトウが洪水を被った地点に集中的に集ってきて産卵するといわれているのと全く同様に、ハンガリーのタマナヤガも洪水によって生じた湿った場所へ集中的に移動飛来して産卵するという (MESZAROS & NAGY, 1968)。

大発生による隣接地への移動飛来が不連続線などの特殊な気象条件とは無関係に起こったとみられる例としては、わが国におけるニカメイガの例とインドにおけるサンカメイガの例をあげることができよう。桐谷・於保(1962)は、1953年に佐賀市付近で始まったニカメイガの大発生が同心円的に隣接県へと年次を追って波及していった事実を報告しているが、この場合、そうした発生をもたらすような成虫の集団的移動飛行を引き起こす気



第4図 インドのKolaba県で起こったサンカメイガの大発生地の年次の推移(奈須(1971)による)

象条件は想定しにくい。また、奈須(1970)は、1967年にインド南西部のボンベイ市郊外のKolaba県の中心付近で起こったサンカメイガの大発生が、翌年よりだんだん北部へ向って移動しながらその規模を拡大していったことを報告しているが、この場合にも、それに関与するような特殊な気象条件を想定することはむずかしい(第4図)。

II 飛しょう活動の特徴

昆虫の移動飛行には、彼らがいつどのようにして移動飛行のための飛しょうを開始し、また、それを終了するのか、あるいはそれらの行動が気象条件を初めとする各種の環境条件とどのような関係をもっているのか、といったいわゆる飛しょう活動の問題がつきまとう。これらの問題は、アブラムシやバクダなどにおいてはかなり詳しく研究されているが、ヤガの類についての研究はきわめて少ない。

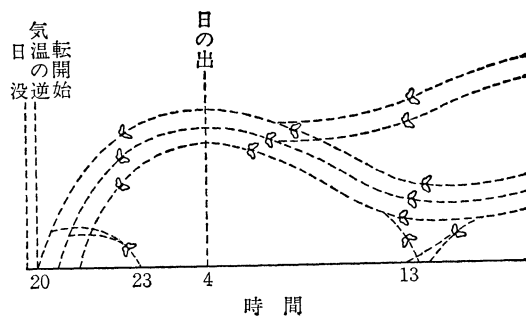
アブラムシを初めとする各種の昆虫における移動飛行の開始は、ほとんどの場合、いわゆる *tenelal stage* と呼ばれる羽化後の時間または日数のまだあまり経過していない若い時期に起こるとされている。このことは、ヤガの類においても同様であるらしい。しかし、越冬または越冬のための移動飛行における「帰り」の飛行については、これはあてはまらない。

黄・侯(1966)によると、 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ の気温下でのアヲトウの単位時間当たりの翅の振動数は雌雄とも羽化後3~5日の間で最高値を示し、それ以後は日数の経過とともに下降線をたどるといふ。一方、雌の卵巣は羽化5日目までに發育を完了するのが普通であるので、移動飛行は羽化1~2日後から5日までの期間中に行なわれると推定された。あまり長距離の移動飛行をするということを開かないウワバの1種 *Trichoplusia ni* で行なわれた KISHABA et al. (1967) の飛しょう実験によると、この虫もやはり羽化後3~4日のものが1~2日目のものより良く飛しょうするという。これらの例では、羽化後1~2日目の時期に食物を与えると、与えない場合より飛しょうが活発に行なわれるようになるというし、ある種のカメムシやハムシなどでは羽化後の数日を摂食に費し、その後初めて移動飛行を開始するようになることが良く知られているので、ことによるとヤガの類においても飛しょうを開始する以前に短い摂食に費される期間が存在するのかもしれない。

空中への飛び立ちは、こうした虫自身の生現的条件ばかりではなく、その時の気温や明るさの日変化、あるいは空気の動きや湿度または降雨などの多くの環境条件と

も密接な関係をもって起こることが多くの昆虫で確かめられており、飛び立ちを引き起こす条件はそれぞれの種によってかなり特異的であることが知られている。夜行性であるヤガの類の飛び立ちおよびその後の飛しょう活動には、夕方から夜間にかけての気象条件が重要な関係をもっているに違いないと思われるが、夜間における各種の活動の調査研究は技術的にも大変むずかしい点が多いため、詳しい研究は少ないようである。

MELNICHENKO (1935) は、ヘリキスジノメイガ *Loxostege sticticalis* の移動飛行について研究し、移動飛行のための飛び立ちが気温と明るさの日変化とくに夕方時のそれと密接な関係のあることを明らかにしている。このメイガはソ連邦内ではしばしば集団的な移動飛行を引き起こし、 $200\sim 300\text{km}$ あるいはそれ以上に及ぶ遠距離の移動飛行をするといわれるが、飛び立ちのための活発な活動は薄暮の到来とともに開始される。他方、日の入りに続いて始まる地表の暖い空気と上空の冷い空気との逆転現象によって引き起こされる上昇気流の発生は、すでにこの時活動的になっているこの虫の上空への飛び立ちに絶好の条件を与える。飛び立ちがもっとも活発に認められるのは地上 10cm の気温が $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ で、地上 2m での気温が $20\sim 31^{\circ}\text{C}$ となった時であり、地上から上空へ向っての飛しょう行動は、この時期における個体がすべて高温に対するプラスの走性をもつようになっていることによって達成される。このようにして地上から上空に飛び立ったものは、 $7\sim 8\text{m}$ 以上の上空に達すると水平飛行に移り、普通 $50\sim 75\text{m}$ 以下の高度で気流に乗って飛しょうし続けるが、一部のものは翌日の昼ころまでに地表に接近し、付近に適当な場所があれば着陸する(第5図)。上空の気流に乗って飛しょう中の個体はあまり翅を動かさないままで滑空していることのほうが多く、飛行して行く方向とその速度はその時の気流の方向



第5図 ヘリキスジノメイガの飛しょう活動の起こり方を示す模式図 (MELNICHENKO (1935) による)

とその速さに一致しており、最低 15~16km/h から最高 20~25km/h の範囲で飛行して行くという。

このようなヘリキスジノメイガで明らかにされた移動飛行時の飛しょう活動の特徴は、おそらく、多くの点でヤガの類の移動飛行時のそれと共通するものをもっているのではないかと思われるが、ヤガの類についての詳しい調査研究が無いので正確なことはわからない。しかし、最近ではレーダーの利用を初め (FOWLER & LA-GRONE, 1969), 月に向けた望遠鏡による移動飛行個体の観測といった面白い手法などが考えられ始め (PRUESS & PRUESS, 1971), 移動飛行の方向や高度、あるいはその速さなどを推定する試みがなされるようになったので、近い将来、この方面に関するわれわれの知識ももう少し豊富になる可能性が出てきたといえよう。

III 移動と分散の違い

従来、移動 (*Migration*) というかなり大がかりでしかもある目的地へ向う定方向的な集団による飛行の様式が想定され、分散 (*Dispersal*) というそれほど規模が大きくなくて方向も一定していない種の拡散的な様式が想定されることが多かった。しかし、多くの事例についてこうした現象が調べられ始めると、それらの判別がきわめてあいまいなものであることがわかってきた。明らかに前者に属するものと思われていたトビバッタの大集団飛行も、良く調べてみると気流の動きなどに大きく依存しているという事実や、全くプランクトニックな飛行をすと思われていたアブラムシの類もかなり積極的な飛しょう活動を行なっているという事実などから、単純な定義でもって両者を区別することは不可能になってきた。また、かなり特定の種類に限って見られるのだと思われていた長距離の飛行も、第 1, 2 表に示される海上および空中での捕獲調査の結果が示すとおり、程度の差こそあれきわめて多種類の昆虫がかなり普通に行なっている現象であることがわかってきた。もちろん、ヤガの類も海上や高空で捕えられている。わが国におけるタマナガやハスモンヨトウの長距離飛行の想定も、定点観測船による飛来昆虫の捕獲結果が一つの根拠となっているのである (朝比奈・鶴岡, 1970)。

「帰り」のある移動は、移動個体の生理的性質や習性あるいは飛しょう活動の起こり方などの特徴が「帰り」の無い移動やいわゆる分散といわれる場合のそれとかなり違うことが多く、生活環のある時期に遭遇する悪条件克服のための一種の適応手段となっているとみられる場合が多い。しかし、「帰り」の無い移動と分散との間には、そうした特徴がいろいろの程度に入り交じって存在

第1表 1957~1966年に調査船が大平洋、南氷洋、印度洋、および大西洋上で捕獲した昆虫の種類とその数 (HOLZAPFEL & HARRELL (1968) より作る)

種類とその捕獲数	最も多くとれた科と捕獲数
半翅目 6,063 (46.1)	アブラムシ 1,886 (31.1)
双翅目 5,161 (39.3)	ショウジョウバエ 1,514 (29.3)
膜翅目 913 (6.9)	イチジクコバチ 344 (22.0)
クモ 275 (2.1)	
鞘翅目 241 (1.8)	ハネカクシ 36 (14.9)
鱗翅目 226 (1.7)	メイガ 41 (18.1)
	(ヤガ) (19) (8.4)
その他 269 (2.0)	

注 左の () 内は全体に対する%,
右の () 内は目に対する%。

第2表 アメリカ合衆国ルイジアナ州のいろいろな高度の空中で捕獲された昆虫の種類とその数 (GLICK (1939) より作る)

種類	高 度 (m)			
	305	610	914	1,524
双翅目	1,959 (2,110)	1,044 (1,041)	580 (506)	290 (317)
半翅目	781 (1,633)	479 (801)	337 (293)	128 (163)
鞘翅目	514 (806)	164 (208)	97 (98)	53 (137)
膜翅目	503 (316)	240 (128)	112 (32)	64 (77)
クモ	358 (121)	228 (56)	96 (49)	37 (9)
鱗翅目	12 (208)	12 (40)	6 (16)	1 (60)
その他	88 (80)	33 (72)	31 (32)	18 (18)

注 採集時間 10,000分, () 内は夜間。

するので、両者をはっきりと区別することはむずかしい。

「帰り」の無い移動と分散は、いずれもある生息場所において生じた高密度の解消と新天地の開拓による生活圏の拡大の可能性の確保という重要な役割をもっていることは確かであるが、相現象などによって生ずる特殊な集団的移動飛行の様式と、ただ単に風に乗って周囲に散らばって行くいわゆる迷蝶のような分散飛行の様式といずれがより有利な結果をもたらすかという判定もまたきわめてむずかしい。局所的な高密度の解消や生活圏の拡大の可能性の確保ということからすれば、その特徴からいって前者のほうがより有利な様式のようにも考えられるが、最近まで迷蝶の部類に入れられていたキオビエダジャクが 1951 年ころから九州の一部に定着してしまったという事実や (江崎, 1953), ハスモンヨトウやウラナミシジミが過去に北海道で 1 世代をくり返した形跡があ

るという事実などからすると（内藤ら，1971；磐瀬，1956），必ずしもそのとおりだとはいえないように思われる。

ところで，今までの移動飛行の研究においてはある種の昆虫がどのようにして移動飛行をするという性質を獲得し，かつそれがその昆虫の生存にとってどのような意義をもっているのかということがおもに追究されてきたといえるが，これとは逆に，生来ある種がもっていた強い移動飛行の性質をなんらかの原因によって喪失してしまうという場合は全く無いのであろうか。中国におけるアヲヨトウの例では，彼らの発生にもっとも適当な状態となる寄主植物の存在が季節を追って南部から北部へと漸次移行するということによって移動飛行性の定着化が助長され，南部での残留個体の存在はそれほど重要なものではないようにみえる。オーストラリアのカブラヤガの1種は個体群全体としては夏期に山地へ移動するが，ごく一部平地に留って2世代をくり返すものが生じているらしく，それらの発見される場所は夏期灌漑によって寄主植物が栽培されている所に限られるという（COMMON, 1954）。オーストラリアにおいてこのような状態の作り出されるようになったのは多分白人がここへ入植するようになってからであって，それ以前においてはそのような条件は皆無であったと予想される。したがって，古い時代にはすべて山地への移動飛行をしない限り生残れなかったに違いないが，その後新しい条件が生じたために，ごく一部とはいえ移動飛行をしないものが生ずるようになったのではあるまいかと考えられる。つまり，ごく一部とはいえ移動飛行については夏眠するという性質を消去することによって新しい条件に適応するということが起こりつつあり，もしそうした条件がさらに拡大されるようならば，その勢力はさらに強くなりうる可能性があるのではあるまいか。もしこれがそのとおりであるならば，この場合にはむしろ移動飛行をしないということのほうが積極的な生活圏の拡大につながっているとみることができないであろうか。

引用文献

- 朝比奈正二郎・鶴岡保明（1970）：昆虫 38（4）：318～330。
 BROWN, E. S. et al. (1969) : Bull. Ent. Res. 58(4): 661～728.
 BROWN, C. E. (1965) : Can. Ent. 97 (10) : 1073～1075.
 千葉武勝（1972）：応動昆大会講演要旨：16。
 CHYKOWSKI, L. N. & CHAPMAN, R. K. (1965) : Agric. Exp. Sta. Univ. Wisconsin Res. Bull. 261 : 23～45.
 COMMON, I. F. B. (1954) : Aust. J. Zool. 2 (2) : 223～263.
 江崎悌三（1953）：新昆虫 6（3）：14～15。
 FOWLER, M. S. & LAGRONE, A. H. (1969) : J. appl. Meteor. 8 (1) : 122～127.
 FRENCH, R. A. (1969) : J. anim. Ecol. 38 : 199～210.
 布施 寛（1972）：応動昆大会講演要旨：15。
 GLICK, P. A. (1939) : Tech. Bull. U. S. Dept Agric. 673, 150 pp.
 黄 冠輝・侯 元危（1966）：昆虫学報 15（2）：96～104。
 HOLZAPFEL, P. E. & HARRELL, J. C. (1968) : Pacific Insects 10 (1) : 115～153.
 磐瀬太郎（1955）：新昆虫 8（3）：2～6。
 ————（1956）：同上 9（11）：6～10。
 加藤陸奥雄ら（1950）：東北農試研報 1 : 234～236。
 桐谷圭二・於保信彦（1962）：応動昆 6（1）：61～69。
 KISHABA, A. N. et al. (1967) : J. econ. Ent. 60(2) : 359～366。
 李 光博ら（1964）：植物保護学報 3（2）：101～110。
 林 昌善・張 宗炳（1964）：同上 3（2）：93～100。
 LUND, H. O. (1965) : Proc. ent. Soc. Wash. 67(4) : 234～237。
 MELNICHENKO, A. N. (1935) : Bull. Plant. Protec. Series 1, No. 17 (Moscow) 55 pp.
 MESZAROS, Z. & NAGY, B. (1968) : Act. phytopath. Acad. Sci. Hung. 3 (2) : 261～265。
 MIKKOLA, K. & SALMENSUU, P. (1965) : Ann. Zool. Fenn. 2 : 124～139。
 内藤 篤ら（1971）：植物防疫 25（12）：475～479。
 奈須壮兆（1970）：A Rept. of tech. Advisory team on Forecast. & Cont. of Rice Diseases & Inset pests for Indo-Jap. Agric. Ext. Center. OTCA, 68 pp.
 野村健一・山田隆保（1954）：応用昆虫 10（2）：121～125。
 奥 俊夫ら（1972）：応動昆大会講演要旨：15。
 PRUESS, K. P. (1967) : Ann. ent. Soc. Am. 60 (5) : 910～920。
 PRUESS, K. P. & PRUESS, N. C. (1971) : Ecology 52 (6) : 999～1007。
 山下善平（1965）：応動昆大会講演要旨：6～7。

植物防疫基礎講座

昆虫の分散機構の分析

京都大学農学部昆虫学教室 井 上 民 二

はじめに

動物の野外での個体群動態を明らかにしようとするとき、個体群を構成する個体の空間分布とその変化が重要となる。森下 (1954) が指摘したように、個体群の調節は密度が上がるからといって直接の死亡として現われるのではなく、密度の影響をできるだけ避けるように空間分布を変えるといたった、もっとも間接的な形で調節されていると推定されるからである。また、密度の問題が無視されるときでも、動物は動くことによって常に空間分布を変えている。この空間分布を組み込んだ個体群動態論は野外での動物の生活を理解するために必要とされている。そのためには野外での空間分布とそれを変えていく機構としての分散過程の研究がなされなければならない。

今回は分散機構を理解する上で有用と思われる 2, 3 の Index を示し (INOUE et al. (in print) による), 新しく分散モデルのもっとも基礎となるランダムウォークかどうかの判定法を述べ、その後で 2, 3 のランダムウォークと他の分布の複合分布について紹介する。

記号の定義

ここでは分散をすべて二次元平面で取り扱う。

$\phi(x, y, t)$: 時刻 $t=0$ において原点 $(0, 0)$ にいた 1 匹の個体が $t \geq 0$ に点 (x, y) にいる確率。

$\phi(r, \theta, t)$: $\phi(x, y, t)$ において (x, y) を極座標 (r, θ) で表現したもの。

$\phi(r, t)$: t に原点 $(0, 0)$ からの距離 r の円周上にいる確率 $\left(= \int_0^{2\pi} \phi(r, \theta, t) d\theta \right)$
 $= 2\pi r \cdot \phi(r, \theta, t)$ 。

$\phi(R, t)$: 原点を中心とする半径 R の円内に t にいる確率 $\left(= \int_0^R \phi(r, t) dr \right)$ 。

M_0 : 場所別、日時別のマークによっていつ、どこから放された個体群かが再捕のときにわかるようにしたマーク個体群の放したときの個体数。

$M(x, y, t)$: t における (x, y) での個体数密度。

$M(r, \theta, t)$: $M(x, y, t)$ の極座標表現。

$M(r, t), M(R, t)$ など $\phi(r, t), \phi(R, t)$ と同様に定義。また、 N は non-mark 個体群を表わす。

I 実験計画, データの整理

本調査に入る前に予備調査によって対象種の行動半径の概略を調べておく。本調査の調査範囲は調査期間 (昆虫の場合には 1~2 週間くらい) 内にマーク虫がほとんど到着しない調査地点を含む程度の広さが必要である。たとえば 1 日 100m 程度動くとかわっているもので生存率から考慮して 10 日間調査を続ける予定なら、マーク虫を放す原点から半径 1~1.5km の円内を調査範囲とすればよい。ただし、初めから遠くの地点で調査する必要はなく、最初は 500m 以内で調査していて、その範囲を越えだしたら遠くでも始めることにすればよい。放す地点は場所別のマークさえすれば 1 カ所に限る必要はなく、3~4 カ所から放したほうが場所による分散の異質性が明らかになる。ただし、以下の議論は 1 カ所の場合についてである。再捕地点は労力の許すかぎり多く (さきほどの例では 1~1.5km の円内に 20 カ所程度はほしい) とればよい。調査地点は規則的に並べる必要はなく、いろんな距離と方角を含むようにすれば労力の都合から適当に取ればよい。調査間隔は一定 (たとえば毎日) が望ましいが別に本質的な影響はない。ただし、調査すなわち再捕が 1 回だけではほとんど有効な情報が引き出せないからそうした実験計画は立てないほうがよい。また、再捕した個体は場所を確認するだけでできるだけ影響を与えないようにする。再捕個体を除去したとき、この影響を補正する方法はいまのところないから誘引剤を使用してどうしても除去しなければならないときには、除去する個体数の全体に対する割合を多くとも 5% 以下程度にしておきたい。1 枚の水田くらいを調査範囲に設定するときは全数調査が望ましい。広い地域でどうしても標本調査になるときは、採集能率を一定にしておく必要がある。以下ではたとえ標本調査でも採集能率は一定で全数に比例した観測値が得られているとする。

いま原点 $(0, 0)$ において $t=0$ に M_0 匹マーク個体を放し、その後ある回数 $(t_1, t_2, \dots, t_i, \dots)$, いくつかの地点 (x, y) で、具体的には (x, y) のまわりの

ある範囲で個体数調査をしたとすれば (x, y) での t における個体数密度 (個体数/調査範囲) が得られる。これを M(x, y, t) とする。そこで t₁ ごとに (x, y) と M(x, y, t) を三次元のグラフを作る。そうすれば放した日から時間がたつに従い、初めは原点の近くに集中していた個体群がだんだん遠くの方まで広がって行き、死亡率が調査期間内に働けば、全体の体積も減少して行くのがわかるであろう。それは噴火によってできた火山が年がたつに従いだんだん低くなってついには平原になって行くのと似ている。これらのグラフが原点に対して対称であれば、場所によって分散の仕方、死亡の起こり方が同じとみなせるから次の分析に移る。しかし、このグラフを見てとくにある方向に分散する傾向があったり、1カ所に集まる傾向があったら、場所によって分散の起こり方が違うのであるから、まずその原因をつきとめる必要がある。そうすれば対象種の好む環境、好まない環境について有益な情報が得られるだろうし、一方向に行く傾向が強いとき、その原因を調査すれば、分散の方法がわかるであろう。そうした具体的な事実からモデルを作っていくかぎり、むりやり既存のモデルにあてはめてもしかたがない。

原点に対して対称なグラフが得られたなら方向 (θ) が変わっても分散の仕方が変化しないと判断できるから次の分析に進む。θ が関係ないので原点からの距離 r で整理する。いま t に距離 r にいる個体数密度を M(r, t) とすれば、

$$M(r, t) = \int_0^{2\pi} M(r, \theta, t) d\theta = 2\pi r \cdot M(r, \theta, t) \dots\dots\dots (1)$$

t における全生存数を M(t) とすると

$$M(t) = \int_0^{\infty} M(r, t) dr \dots\dots\dots (2)$$

これは、どこでもいからともかく生きている個体の合計を意味するから全生存数と呼んでいいだろう。この全生存数の変化率は真の生存率と呼ぶにふさわしい。というのは、いわゆる mark-and recapture method で推定した生存率は死亡と移出の複合されたものである(厳, 1972)。真の生存率を R(t) とすれば、

$$R(t) = 1 + \frac{dM(t)}{M(t)dt} \dots\dots\dots (3)$$

次に特定の r = R 以内に t に残っている個体数を M(R, t) とすれば、

$$M(R, t) = \int_0^R M(r, t) dr \dots\dots\dots (4)$$

となる。いま M(t) に R(t) を定義したように半径 R 以内でのみかけの生存率を S(R, t) とすれば、

$$S(R, t) = 1 + \frac{dM(R, t)}{M(R, t)dt} \dots\dots\dots (5)$$

S(R, t) は R 以内での死亡と R 以外への移出が複合されたもので移出の割合を I(R, t) とし、場所によって死亡率に差がないとすれば、

$$I(R, t) = R(t) - S(R, t) \dots\dots\dots (6)$$

となり、t において R 内では 1-R(t) が純粹の死亡で、I(R, t) が移出で個体数が減少していったと結論できる。このように分散の分析から真の生存率が推定できる意義は大きく、たとえば次のように応用可能である。いま1枚の水田での調査を精密に行なっているときでも1度、その中心からマーク虫を放しまわりの水田でも調査しておけば、その1枚の水田で得たみかけの生存率と真の生存率から移出率推定ができる。

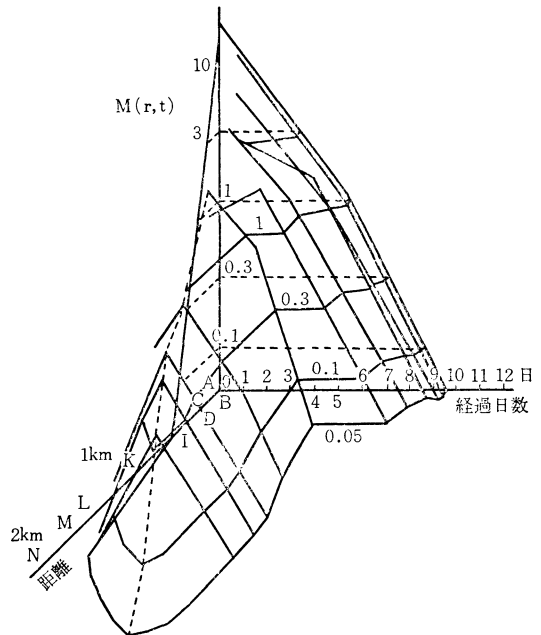
いま M(r, θ, t) の t での平均位置 (重心と同じもの) を r(t), θ(t) とすれば

$$r(t) = \frac{\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} r M(r, \theta, t) dr \cdot d\theta}{M(t)} \dots\dots (7)$$

$$\theta(t) = \frac{\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \theta M(r, \theta, t) dr \cdot d\theta}{M(t)} \dots\dots (8)$$

M(r, θ, t) が θ を含まない、すなわち原点に対して対称なときには、

$$r(t) = \int_0^{\infty} r M(r, t) dr / M(t) \dots\dots\dots (7)'$$



第1図 M(r, t) と原点からの距離 r と t との関係のイヨシロオビアブの1例 (INOUE et al. (in print) より)

より求める。これは個体群全体として t において原点からどの程度離れて位置しているかを表わしている。この変化率を $D(t)$ とすれば、

$$D(t) = dr(t)/dt \dots \dots \dots (9)$$

は個体群全体の、すなわち個体ごとの分散速度の平均を表わす。これらの分析法はいかなるモデルも仮定しないで適用できるのでかなりの一般性を持っている。

以上の分析法を適用した具体例として INOUE et al. (in print) イヨシロオビアブの例を第1図、下表に示す。第1図は r と t に対する $M(r, t)$ のグラフであり、第1表は第1図を分析して得た結果である。この場合一次元(川沿)であるが、真の生存率: 73%, 500m 以内のみかけの生存率: 60%, 移出率: 13%, 分散速度 130 m/day などの値を得た。

イヨシロオビアブでの I 例
(INOUE et al. (in print) より)

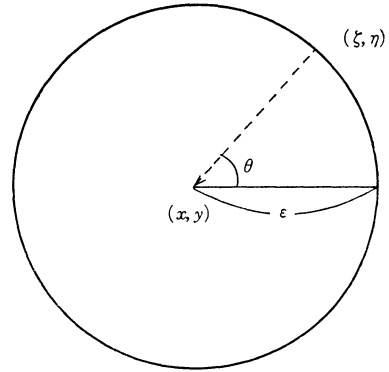
	M(t)	R(t)	M (500, t)	S (500, t)	r(t)
0 日目	886		812		137m
1	3,108	72.2%	2,310	60.5%	300
2	2,244	80.2	1,398	66.8	479
3	1,800	67.2	933	77.3	703
4	1,210	45.0	721	34.1	742
5	545	65.8	246	79.3	909
6	358	66.8	195	39.0	947
7	239	39.0	76	43.4	1,084
8	93	77.1	33	106.1	1,215
9	72	60.8	35	31.4	542
10	44	—	11	—	1,033

II ランダムウォークかどうかの判定法

ランダムウォークは分散モデルの中でもっとも簡単であり、基本的なものである。以下にランダムウォークの性質と野外で得たデータがランダムウォークに従うかどうかの判定法について述べる。

1 死亡が無視できる場合

いま時刻 t に原点 $(0, 0)$ にいた個体が時間がたつとともに位置を変えていくとき、 t に (x, y) にいる確率を $\phi(x, y, t)$ とする。ランダムウォークとは動く速度、 $\frac{\epsilon^2}{4t}$ が常に有界一定であり、ある点にいた個体が次に動き出すとき、いかなる角度も同じ確率でとる、というふたつの仮定から導かれる。ただし、ここでいう速度とは普通に使う $[m][sec]^{-1}$ とは異なり、 $[m]^2 [sec]^{-1}$ でありこの有界性が必要とされる。だから第2図のように (x, y) に $t+dt$ にいるためには t には (x, y) を中心とする半径 ϵ の円上の点のいずれか (ξ, η) にいる必要がある。これより、



第2図

$$\phi(x, y, t+dt) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \phi(\xi, \eta, t) d\theta \dots (10)$$

という関係式が導かれ、これを解くと(詳しくは井上(1972)を参照)、

$$\phi(x, y, t) = \frac{1}{4\pi Dt} \exp\left(\frac{-(x^2+y^2)}{4Dt}\right) \dots (11)$$

ただし、 $D = \frac{\epsilon^2}{4Dt}$

極座標では

$$\phi(r, \theta, t) = \frac{r}{4\pi Dt} \exp\left(\frac{-r^2}{4Dt}\right) \dots (12)$$

ここで注意しておきたいのは ϕ は x, y のみでなく t の関数でもあることで、これまで渡辺他(1952)などによって提出された双変正規分布

$$\phi(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(\frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}\right) \dots (13)$$

とは $\sigma^2=2Dt$ の場合のみ同じになる。逆にいえば t についてひとつの断面をとって、それが双変正規分布に従うことがわかっても、ランダムウォークかどうか判断できない。また、いくつかの t の断面をとってそれぞれの分布が双変正規分布に従っても $\sigma^2=2Dt$ と σ^2 が t に対し直線的に変化する場合にかぎってランダムウォークと判断できる。では双変正規分布に t ごとに従い、しかし、 $\sigma^2=2Dt$ の関係をみたくないときには動物がどんな分散をとっているか明確ではない。以下にランダムウォークかどうかの判定法を述べる。

原点からの距離 r の円周上に t にいる確率を $\phi(r, t)$ とすると、

$$\begin{aligned} \phi(r, t) dr &= \int_0^{2\pi} \frac{r}{4\pi Dt} \exp\left(\frac{-r^2}{4Dt}\right) d\theta \cdot dr \\ &= \frac{r}{2Dt} \exp\left(\frac{-r^2}{4Dt}\right) dr \dots \dots \dots (14) \end{aligned}$$

次に t において $r=R$ 以内の円内に残存する確率を

$\phi(R, t)$ とすれば,

$$\phi(R, t) = \int_0^R \frac{r}{2Dt} \exp\left(-\frac{r^2}{4Dt}\right) dr$$

$$= 1 - \exp\left(-\frac{R^2}{4Dt}\right) \dots\dots\dots(15)$$

これより,

$$\log_{10}(1 - \phi(R, t)) = -\frac{\log_{10}e}{4D} \cdot \frac{R^2}{t} \dots(16)$$

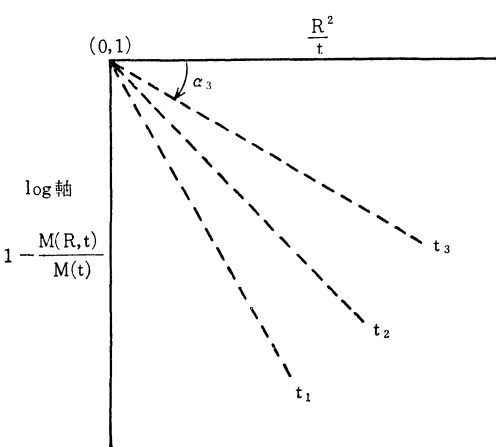
ところで $\phi(R, t)$ は大数の法則により $M(t)$ が大きければ I で得たデータから

$$\phi(R, t) = M(R, t)/M(t) \dots\dots\dots(17)$$

として求まる。よって (16) 式は,

$$\log_{10}(1 - M(R, t)/M(t)) = -\frac{\log_{10}e}{4D} \cdot \frac{R^2}{t} \dots\dots\dots(18)$$

と書ける。そこで $t=t_1, t_2, \dots, t_i, \dots$ と調査していれば t ごとに区別してプロットする。いまひとつの t_i についてのプロットの仕方を述べる。いま t を t_i と固定したから t_i と $M(t)$ は一定となる。そこで R を適当な間隔, たとえば全調査地域が半径 1 km なら 100m ごとに 100m, 200m, $\dots, 900m, 1 km$ となる。その時の $M(R, t)$ を求め, $1 - M(R, t)/M(t)$ の値を対数軸 (y 軸) に, $\frac{R^2}{t}$ を x 軸に片対数グラフ上にプロットしていく。このような操作を t_i ごとにくり返す。そうすれば第 3 図のようなグラフができる。 t_i が変わってもすべてのプロットが原点 (log 1, 0) を通る 1 本の直線のまわりにあるときにはランダムウォークに従っていると判定できる。その傾きを α とすれば, 先に述べた $\frac{e^2}{4t}$ を速度 v とすれば,



第 3 図 ランダムウォークの判定法

$$v = \frac{e^2}{4t} = 4D = -\alpha \cdot \log_{10}e \dots\dots\dots(19)$$

として求まる。この値がたとえば 100m²/sec となったとすれば普通という速度は $\sqrt{100}$ m/sec すなわち 10 m/sec である。また, t_i ごとにそれぞれ違った原点を通る直線に回帰されれば, それは t_i ごとの分布は双変正規分布に従っているが, $\sigma^2=2Dt$ はみたしていないと判定できる。いま t_i での傾きを α_i とし, 速度を v_i とすれば, $t_i \rightarrow$ 大のとき $\alpha_i \rightarrow$ 大であれば $v_i \rightarrow$ 小となる。このような速度の低下をさきほども述べたように数理的に明らかにできないが, 平均密度の低下によると判断してよいだろう。

2 死亡が無視できない場合

1 では個体数に変化がないときのランダムウォークかどうかの判定法を述べたが, ここでは死亡が働く場合について述べる。ただし, 場所によって死亡率に変化がないと仮定する。そうすれば 1 と本質的には似た方法で判定できる。

1 では R を決めてから $M(R, t)$ を決めたが, ここでは逆に $\phi(R, t) = M(R, t)/M(t) = \frac{1}{2}$ を満足する R を求める。これはすなわち全個体群の半分を含む円の半径を求めたことになっている。半分とした特別の理由はないが, 半分程度がもっとも誤差少なく R を推定できると思われるからである。いま t_i における上の条件を満たす R を R_i とおけば,

$$\phi(R_i, t_i) = \frac{1}{2} = 1 - \exp\left(-\frac{R_i^2}{4Dt}\right) \dots\dots(20)$$

これを変形すれば,

$$R_i^2 = \frac{1}{4D \log_e 2} \cdot t_i \dots\dots\dots(21)$$

そこで R_i^2 を y 軸, t_i を x 軸と普通のグラフ上にとり, それらのプロットが原点 (0, 0) を通る直線に回帰されれば, 分散はランダムウォークに従って起こったと判定される。傾きを α とすれば,

$$v = \frac{e^2}{4t} = 4D = \frac{1}{\alpha \log_e 2} \dots\dots\dots(22)$$

として速度が求まる。

以上の方法は SKELLAM (1951) の変形である。SKELLAM は時刻 t において $r=R'_t$ より外にいる確率 P_t を求め,

$$P_t = \exp\left(-\frac{R_t^2}{4Dt}\right) \dots\dots\dots(23)$$

P_t として, 全生存数が N_t のとき $\frac{1}{N_t}$ をとり, これはすなわち R'_t 以内にほとんどの個体が含まれているか

ら一応分布圏としてよい、

$$R_t^2 = 4Dt \log N_t \dots\dots\dots(24)$$

という関係を導いた。この論文でおもに扱っているマーク個体群では減少はあっても増加はないが、SKELLAMは中央ヨーロッパに侵入したマスカラットを考察しており、増殖が exponential, すなわち最初の個体数を N_0 , 増殖率を c として t での個体数を N_t とすれば、

$$N_t = N_0 e^{ct} \dots\dots\dots(25)$$

に従っていてしかも侵入個体数が少なく $N_0 = 1$ のときには、

$$\log N_t = ct \dots\dots\dots(26)$$

これと (24) 式より、

$$R_t^2 = 4Dct^2, R_t = 2\sqrt{Dc} t \dots\dots\dots(27)$$

すなわち分散はランダムウォーク、増殖が exponential に従うときには分布圏の半径と侵入後の時間とは直線的な関係があるとした。中央ヨーロッパに侵入したマスカラットは (27) 式のように分布圏を広げていると SKELLAM は述べている。

しかし、個体数が変化する場合以上のような方法でよいかは疑問もある。いまマーク個体群を考えると、縮間生存率を $S = \text{const}$ とすれば、動き方はランダムウォークを仮定すれば、(10) 式と同様に

$$\phi(x, y, t + \Delta t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} S \cdot \phi(\xi, \eta, t) d\theta \dots\dots\dots(28)$$

すなわち、

$$(1-S)\phi(x, y, t) + \frac{\partial \phi}{\partial t} - SD \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} \right) = 0 \dots\dots\dots(29)$$

という偏微分方程式を解いたものから出発しなければならない。

III 動き続ける時間が限定されている場合

ランダムウォークでは生きている個体は常に一定の速度で動き続けているとした。しかし、現実の動物は生きているからといって常に動いているとは限らない。たとえば森下 (1954) の実験では中央から何匹かのアリジゴクを放し、巣を作るまで待って巣の分布を調べている。この場合巣を作るまでの時間は各個体によって一定していないだろうから、動き方だけでなく、その動きを続ける時間の分布も重要な要素となり、少なくとも動き方の分布と動き続ける時間の分布の複合分布となろう。これに似た例は BROADBENT and KENDALL (1953) にもあがっている。ヒツジの腸に寄生する寄生虫の卵はふんと

もに排出され、その場でふ化後、歩き始めしばらくすると牧草の先に登って動かなくなり、ヒツジに食われるのを待つ。

いま $\pi(t)$ を t で動きをやめる確率とすれば、すべての動きが終わった後の動きをやめた個体 (アリジゴクでは巢、ヒツジの寄生虫では牧草の先に止まった幼虫) の分布を $M(r, \theta)$ とすれば、

$$M(r, \theta) = \int_0^\infty \phi(r, \theta, t) \pi(t) dt \dots\dots\dots(30)$$

と表わされる。この式の意味するところは t に (r, θ) にいてしかもそこで動きをやめる確率を $t = 0 \sim t = \infty$ の間で積分したものである。この形の複合分布でこれまでに解析的に解かれたものは BROADBENT and KENDALL (1953) による ϕ にランダムウォークを、 π に指数分布を与えた場合のみである。指数分布はいかなる時間間隔をとっても時間の長さが同じであればストップする確率は同じで、縮間のストップする確率を λ とおいたもので、

$$\pi(t) = \lambda e^{-\lambda t} \dots\dots\dots(31)$$

となる。 $M(r, \theta)$ は

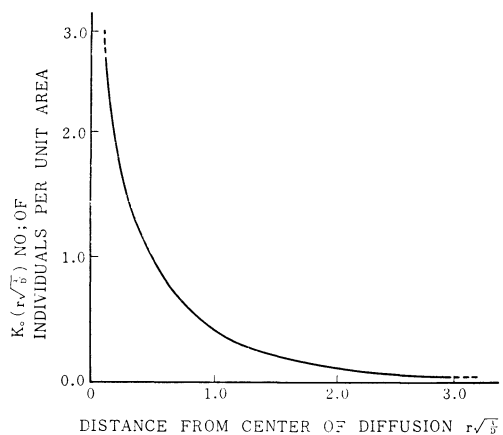
$$M(r, \theta) = \int_0^\infty \frac{r}{4\pi Dt} \exp\left(\frac{-r^2}{4Dt}\right) \cdot \lambda \exp(-\lambda t) dt \dots\dots\dots(32)$$

と与えられ、これを解いて

$$M(r, \theta) = r \sqrt{\frac{\lambda}{D}} K_0\left(r \sqrt{\frac{\lambda}{D}}\right) \dots\dots\dots(33)$$

K_0 は 0 次 Bessel 関数

このグラフの例を PIELOU (1969) から第 4 図にあげておいた。



第 4 図 BROADBENT and KENDALL が導いた分布の例

IV 経験式によるアプローチの批判

分散の研究にはこれまでに述べたランダムウォークか

らのアプローチとは別に、野外を中心に、1点からマーク虫を放し、それを適当な期間の後再捕して原点からの距離 r と $\phi(r, t)$ との関係に適当な経験式で回帰しようとする別のアプローチがあった。WADLEY and WOLFENBARGER (1944), GREGORY and READ (1949) はそれぞれ、

$$\phi(r, t) = a + b \log r \dots\dots\dots (34)$$

$$\log \phi(r, t) = a + br$$

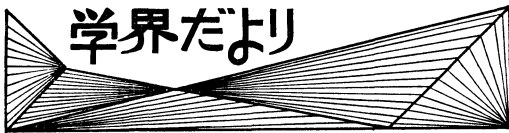
ただし、 a, b : 定数 $\dots\dots\dots (35)$

という経験式を提案した。その後これらの経験式はかなり使われたが適合する例と適合しない例が出て来て経験式として有効かどうか決定されずに来た。ランダムウォークはこれらの経験式に従わないし、他にも従わない個体があるから一般性はなさそうに思える。しかも、もしこれらの式に従うとしてもその生物学的機構は明確でない。BROADBENT and KENDALL (1953) の (33) 式もほぼこれらの経験式に従う。INOUE et al. (in print) はふたつの異質な動きが合成されたとき、これらの経験式に従う場合もありうることを指摘した。つまりこれらの経験式に従うのは、ひとつの共通性からとはいいがたいか

ら、こうしたアプローチは分散機構を明らかにするのに有効でないと思われる。以後のアプローチは、よく分散現象を調査し、対象種を反映したモデル作りから始めなければならないと思える。そうした研究が積み重ねられた後で分散現象一般の法則性の明らかになるであろう。

文 献

BROADBENT, S. R. and KENDALL, D. G. (1953) : *Biometrics* 9 : 460~466.
 GREGORY, P. H. and READ, D. R. (1949) : *Ann. appl. Biol.* 36 : 475~482.
 井上民二 (1972) : 個体群生態学会会報 21 : 18~32.
 INOUE et al. (in print).
 伊藤嘉昭 (1963) : 動物生態学入門 349p, 古今書院.
 巖 俊一 (1971, 1972) : 生物科学 23-1, 23-2.
 森下正明 (1954) : 日生態会誌 4 : 71~79.
 PIELOU, E. C. (1969) : *An introduction to mathematical ecology*, John Wiley and Sons.
 SKELLAM, J. G. (1951) : *Biometrika* 38 : 196~218.
 WADLEY, F. M. and WOLFENBARGER, D.O. (1944) : *J. agric. Res.* 69 : 299~308.
 渡辺 他 (1952) : 個体群生態学の研究 I : 94~108.



○昭和47年度日本植物病理学会関西支部開催のお知らせ
 期日：昭和 47 年 11 月 3 日 (金) 9~17 時 30 分
 11 月 4 日 (土) 8 時 30 分~15 時 30 分—現地見学
 会場：岐阜会館および市町村会館
 岐阜市司町
 講演申込：申込書 (地域内会員に別送) に講演要旨 (オフセット印刷用紙 1 ページならびに学会報用原稿 476 字内) を同封して 9 月 15 日必着で、岐阜大学農学部植物病理学教室 (〒

504, 岐阜県各務原市那加門前町) へてに送付のこと。
 連絡先：岐阜県各務原市那加門前町 〒 504
 岐阜大学農学部植物病理学教室 橋岡良夫氏
 電話 0583-82-1201

教官公募のお知らせ

名古屋大学では、農学部農学科害虫学講座の助教授を公募しております。応募または推せん希望の方は下記に直接お問い合わせ下さい。提出書類の締切は昭和 47 年 9 月 20 日 (水) です。
 〒 464 名古屋千種区不老町
 名古屋大学農学部
 害虫学助教授選考委員会

次号予告

次 9 月号は下記原稿を掲載する予定です。
 ミカンハムグリガの生態と防除 川村 満
 ハウス野菜に発生した未記録病害 後藤重喜・川越 仁
 ナガイモ根腐病の発生と防除 油本武義 他
 イチゴ栽培におけるミツバチの利用 上住 泰

スイカ栽培におけるミツバチの利用 大林 延夫
 リング高接病の病原ウイルス 柳瀬 春夫
 ウイルスフリー果樹検疫制度 G.I. MINK 山口 昭訳

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ
 1 部 180 円 送料 16 円

中央だより

— 農 林 省 —

○植物防疫官試験実施さる

第 23 回植物防疫官試験は、7月6、7日の両日東京晴海の横浜植物防疫所晴海出張所において実施され、各植物防疫所に勤務している受験資格者 42 名が受験した。

試験は、6日に学科試験、7日に面接試験が行なわれ、その結果は、7月13日付けで農林省農政局長から各受験者および各植物防疫所長あてに通知されたが、合格者氏名は次のとおりである。

横浜植物防疫所 15 名

加賀谷 毅、吉岡健一郎、西川 勉、小林昭輔、石川光一、伊藤喜美男、秋葉正己、新国 忠、岩本 清、安藤幸夫、酒井 進、黒沢正夫、坂浦昭男、東 正裕、馬庭昭一

名古屋植物防疫所 9 名

山崎耕勝、高野忠雄、牧 顕夫、北地俊雄、小田利勝、清水憲一、石本征夫、吉崎久保、今村 博

神戸植物防疫所 13 名

安部凱裕、森 儀次、末沢正典、砂川雅美、内海一雄、上甲和道、石川勝典、久保康博、井上厚隆、藤田賢市、友松重光、広瀬洋二、大上修三

門司植物防疫所 5 名

徳田洋輔、小野敬雄、小原伝一、坂本 富、佐伯 聡

○農林水産航空事業実施指導要領一部改正さる

標記の件について、昭和 47 年 7 月 19 日付け 47 農政第 2701 号をもって、農林事務次官から各都道府県知事あて通達された。

今回の一部改正は次の改正理由により行なわれたものである。

① 微粒剤の散布、牧野の造成および追肥、森林施肥などの新しい空中散布技術が開発され、また、林業における苗木の輸送および治山緑化などにおけるえん提資材の輸送など空中散布以外の利用技術の実用化が可能となり、これらの技術が 47 年度から新たに農林水産航空事業の一分野として事業化される見込みであり、これらの技術の安全かつ効果的な実施に実施基準が必要となったこと。

② 近年、空中散布作業における粉剤などの飛散が問題となり、昭和 46 年 2 月 5 日付け 46 農政第 399 号農政局長通達により、使用農薬の毒性、実施区域、実施上の注意事項について指導を行なってきたが、これらの事

項を農林水産航空事業実施指導要領に盛り込み、指導の徹底をはかる必要があること。

③ 従来からの指導内容の一部が農林水産航空事業をとりまく諸情勢の変化などにより実態に即応しなくなっている面があり、これらについて改正を行なう必要があること。

今回のおもな改正点は次のとおりである。

① 農林水産航空事業実施指導要領の対象作業に物資の輸送を加え、1~7の「空中散布」を「空中散布等」と改めた。

② 要領 6「事業の実施および指導」において都道府県知事ならびに県対策協議会長の指導の相手方として実施主体および航空会社を明示した。

③ 要領 6 の (1)「空中散布等の実施」中にヘリポート設定についての注意および作業上の注意事項を加え、また、散布区域の地図の作成、境界および障害物などの確認、標識の設置などの指導事項を加えた。

④ 要領 6 の (2)「危害防止対策」の中に実施の連絡先として隣接市町村を加え、また、実施期日の変更の際の連絡についても指示した。

⑤ (別紙 2)「空中散布実施組織(1例)」を削除した。

⑥ 要領別紙 3 の 4「散布地」を「散布区域」に改め、市街地を実施区域から除外した。

⑦ 要領別紙 3 の 5「散布資材」を「散布資材等」に改め、農薬の使用については従来からの特定毒物の使用禁止のほか、新たに毒物およびいわゆる魚毒性 C の農薬を使用しないこととした。

⑧ 要領別紙 3 の 6「散布量」中に微粒剤を加え、また、牧野の造成施肥、森林施肥を加えて、別表としてまとめたほか、新たに「輸送量」の項を設け物資輸送の場合の制限重量の基準を設けた。

⑨ 要領別紙 3 の 7 の「散布回数および散布時期」を「散布時期」に改め空中散布の実施時期とカイコの掃立時期、ミツバチの放飼時期、家畜の放牧時期を調整する指導を加えた。

⑩ 要領別紙 3 の 9「散布飛行方法」において、散布時以外の薬液の不注意な漏洩をさける指導を加えた。

⑪ 要領別紙 3 の 11「気象条件」において、微粒剤散布の際の制限風速の基準を加え、2, 4, 5-T 除草剤は削除し、また、新たに物資輸送の際の制限風速の基準を設けた。

⑫ 要領別紙 3 の別表の「使用機種」欄にアルウェットⅡ、ベル 204 B、バートル 107-I を加え、「粒剤」

の欄に水田の播種および施肥，牧野の播種および施肥，森林施肥を加えたほか「微粒剤」，「誘殺板」の欄を新たに設けた。

○病虫害発生予報第4号発表さる

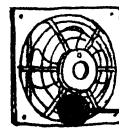
農林省は昭和47年7月29日付け47農政第4180号昭和47年度病虫害発生予報第3号でもって，おもな病虫害の向こう約1カ月間の発生動向の予想を発表した。その概要は，①発生時期は平年並ないしやや早い。②イネ白葉枯病，カンキツかいよう病，リンゴ斑点落葉病，モモ灰星病などの発生が多い。といったものであった。なお，今回の予報にとりあげられた病虫害は下記のとおりである。

〔イネ〕いもち病，紋枯病，白葉枯病，ニカメイチュウ，

セジロウンカ，トビイロウンカ，ツマグロヨコバイ，イネツトムシ，アワヨトウ，コブノメイガ，〔カンキツ〕そうか病，黒点病，かいよう病，ヤノネカイガラムシ，ミカンハダニ，〔リンゴ〕斑点落葉病，黒星病，モモヒメシンクイガ，コカクモンハマキ，キンモンホソガ，リンゴハダニ，クワコナカイガラムシ，〔ナシ〕黒斑病，黒星病，シンクイムシ類，コカクモンハマキ，ハダニ類，クワコナカイガラムシ，〔モモ〕灰星病，モモハモグリガ，〔ブドウ〕晩腐病，うどんこ病，フタテンヒメヨコバイ，〔カキ〕炭そ病，うどんこ病，カキミガ，フジコナカイガラムシ，〔チャ〕炭そ病，もち病，コカクモンハマキ，チャハマキ，チャノサンカクハマキ，チャノミドリヒメヨコバイ，カンザワハダニ

人 事 消 息

亀長友義氏（食糧庁長官）は農林事務次官に
 中野和仁氏（官房長）は食糧庁長官に
 三善信二氏（農地局長）は官房長に
 内村良英氏（農政局長）は農林経済局長に
 荒勝 巖氏（蚕糸園芸局長）は農政局長に
 小山義夫氏（農林水産技術会議事務局研究参事官）は農政局参事官に
 小沼 勇氏（東海農政局長）は農地局長に
 大河原太郎氏（官房参事官）は畜産局長に
 池田正範氏（林野庁林政部長）は蚕糸園芸局長に
 中沢三郎氏（農林経済局統計調査部長）は農林水産技術会議事務局長に
 大山一生氏（九州農政局長）は農林経済局統計調査部長に
 中福数夫氏（近畿農政局長）は水産庁次長に
 松元威雄氏（農政局参事官）は東海農政局長に
 田中慶二氏（水産庁漁政部長）は近畿農政局長に
 山下一郎氏（林野庁職員部長）は九州農政局長に
 森本 修氏（農林事務次官）・小暮光美氏（農林経済局長）・増田 久氏（畜産局長）・加賀山国雄氏（農林水産技術会議事務局長）はそれぞれ退職
 岸本良一氏（九州農試環境第1部虫害第3研究室長）は農事試験場環境部虫害第1研究室長に
 湖山利篤氏（農事試験環境部虫害第1研究室長）は日本化薬株式会社上尾研究所へ
 湊 保忠氏（京都府民生労働部長）は京都府農林部長に
 大和田正直氏（同上府農試場長）は同上部農蚕茶業課長に
 中川伊佐夫氏（同上府北府税事務所長）は同上部農業指導課長に
 藤村 英氏（京都府農試丹後分場長）は京都府農業試験場場長に
 上田貞夫氏（同上試本場経営課長）は同上試丹後分場長に
 京都府の機構改革により植物防疫関係担当係は農林部農蚕茶業課茶業係より同部農業指導課環境保全係に変更
 森 静雄氏（和歌山県農業大学校長）は和歌山県農業試験場場長に
 上田正義氏（同上県農試場長）は退職
 佐々木成則氏（徳島県農試次長）は徳島県農協中央会へ



換気扇

○研修余話（その2）

中庭の凍（い）て土に犬ふぐりが咲いた。研修疲れの目には実に美しい咲きぶりだ。今日のような青空が庭の面（も）にこぼれ落ちているような。天気さえ良ければ昼休みには研修生同志，枯芝に腰してふぐりを暖めるのが何よりも楽しいひとときではある。

同窓の1人に〇さんという美しい女性がいた。関西ではこんな人のことをいかずごけ，ともいうそう。草花が咲き出しましたわね。犬ふぐりがほんとにきれい！と彼女も咲きそめた犬ふぐりに目をほそめた。ところで，〇さん，ふぐりというものをご存知ですか？と聞かすもがな，をたずねた。「知らないわ。教えて頂戴！みなさん，ふぐりっていうものを知っています？」。犬ふぐりの美しさから，彼女しきりと愚問の解答を要求してくるのであった。どうも“ふぐり”をご存知ないらしい。

研修もいよいよ最後の実習日を迎えることとはなった。実習はマウスに取り込まれたRIの体内分布で，肝臓，腎臓，脾臓，筋肉，睪丸などを調べるのが目的だ。それぞれの臓器を硫酸処理するのであるが，彼女もまじめくさって励んでいた。〇さん！ふぐりもよく煮えてまいりましたか？ふぐりが何だか一番黒っぽい色を呈してまいりましたね。愉快的実験ですね！とひやかしてみると，「えっ！ふぐりって，これなの？よく煮えてまいりましたこと……」女医とはいえ，さすがは某大学病院の先生である。落ちついたものだ。

（農業検査所 西内康浩）

新しく登録された農薬 (47.6.1~6.30)

掲載は登録番号、農薬名、登録業者(社)名、有効成分の種類および含有量の順。
なお、アンダラインのついた種類名は新規のもので、次の〔 〕は試験段階時の薬剤名。

『殺虫剤』

EPBP 粉剤

- 12457 日農エスセブン粉剤 日本農薬 EPBP 3%
12458 「中外」エスセブン粉剤 中外製薬 同上
12459 ホクコーエスセブン粉剤 北興化学工業 同上

DDVP 乳剤

- 12460 ヤシマデッパー乳剤 75 八洲化学工業 DDVP 75%
12461 ミカサデッパー乳剤 75 三笠化学工業 同上
12462 デス 北海三共 同上

MPP 粉剤

- 12484 三共バイジット粉剤 2 三共 MPP 2%

MPP 乳剤

- 12485 三共バイジット乳剤 三共 MPP 50%

MPP・MTMC 粉剤

- 12482 バイクレート粉剤 八洲化学工業 MPP 2%, MTMC 2%

MPP・EDB 乳剤

- 12439 ファインケム^{EM} 乳剤 東京ファインケミカル MPP 5%, EDB 20%

MEP 乳剤

- 12478 ガットキラール乳剤 山本農薬 MEP 15%

MEP・BPMC 乳剤

- 12463 住友スミバッサ乳剤 75 住友化学工業 MEP 45%, BPMC 30%
12464 ヤシマスミバッサ乳剤 75 八洲化学工業 同上
12465 山本スミバッサ乳剤 75 山本農薬 同上
12466 サンケイスミバッサ乳剤 75 サンケイ化学 同上
12467 三共スミバッサ乳剤 75 三共 同上
12468 三共スミバッサ乳剤 75 北海三共 同上
12469 三共スミバッサ乳剤 75 九州三共 同上
12470 日農スミバッサ乳剤 75 日本農薬 同上
12471 「中外」スミバッサ乳剤 75 中外製薬 同上
12472 武田スミバッサ乳剤 75 武田薬品工業 同上
12473 ホクコースミバッサ乳剤 75 北興化学工業 同上
12474 金鳥スミバッサ乳剤 75 大日本除虫菊 同上
12475 トモノスミバッサ乳剤 75 トモノ農薬 同上
12476 クミアイスミバッサ乳剤 75 クミアイ農薬 同上
12477 ミカサスミバッサ乳剤 75 三笠化学工業 同上
- ダイアジノン水和剤
12438 日産ダイアジノン水和剤 34 日産化学工業 ダイアジノン 34%
- ダイアジノン・ジメトエートくん煙剤
12481 「中外」ジメト・Dロッド 中外製薬 ダイアジノン7%, ジメトエート5%

CYP・NAC 粉剤

- 12483 シュアナック粉剤 35 八洲化学工業 CYP 1.5%, NAC 2%

CVMP 粉剤

- 12453 ガードサイド粉剤 シエル化学 CVMP 1.5%

- 12454 クミアイガードサイド粉剤 クミアイ化学 同上
ジアリホール乳剤 [HOE-2960]

- 12452 トーラック乳剤 兼商 O,O-ジエチル-S-(2-クロル-1-フタルイミドエチル) ホスホロジチオエート 40%

イソキサチオン乳剤 [SI-6711]

- 12455 カルホス乳剤 三共 O,O-ジエチル-O-(5-フェニル-3-イソキサゾリル) ホスホロチオエート 50%

- 12456 カルホス乳剤 九州三共 同上

NAC 粉剤

- 12437 「中外」ナック粉剤 2 中外製薬 NAC 2%

ターバム粉剤 [H-22]

- 12445 ノックバル粉剤 保土谷化学工業 3-ターシヤリプチルフェニル-N-メチルカーバメート 2%

- 12446 ホクコーノックバル粉剤 北興化学工業 同上

XMC・ターバム粉剤

- 12447 ホクコーキックバル粉剤 北興化学工業 XMC 1%, ターバム 1%

- 12448 キックバル粉剤 保土谷化学工業 同上

- 12449 ミカサキックバル粉剤 三笠化学工業 同上

カルタップ・BPMC 粒剤

- 12479 武田バダンバッサ粒剤 武田薬品工業 カルタップ 3.5%, BPMC 4%

- 12480 クミアイバダンバッサ粒剤 クミアイ化学工業 同上

フェニソプロモレート乳剤

- 12486 三共エイカロール乳剤 25 三共 フェニソプロモレート 25%

- 12487 日産エイカロール乳剤 25 日産化学工業 同上

『殺菌剤』

有機ひ素水和剤

- 12440 ヤシママック水和剤 八洲化学工業 メタンアルソン酸カルシウム1水化物 40%

有機ひ素乳剤

- 12441 ヤシマモン乳剤 八洲化学工業 メチルアルシンビスラウリルスルフィド 16.5%

チアベンダゾール水和剤 [F-32W]

- 12450 ホクコービオガード水和剤 北興化学工業 2-(4-チアゾリル)ベンゾイミダゾール 60%

- 12451 ビオガード協和水和剤 協和醸酵工業 同上

『除草剤』

CNP 除草剤

- 12442 ヤシマ MO 乳剤 八洲化学工業 CNP 20%

スルファミン酸塩除草剤

- 12443 リンチエース水溶剤 日本カーリット スルフ

ァミン酸アンモニウム 97%

クマリン系殺そ剤

12444 ラッテ・スローバッグ イカリ薬品 3- α -セ
トニルベンジル-4-ヒドロキシクマリン 0.10%

『殺そ剤』

沖縄復帰に伴う特別措置により農薬取締法によって 受けた登録とみなされた農薬

(昭和 47 年 6 月 30 日農林省告示第 1023 号及び第 1024 号)

掲載は登録番号、農薬の種類、農薬の名称、製造業者または輸入業者名の順。

製第 125 号	DCMU 除草剤 DCMU 粉剤 第一農薬	製第 146 号	ベンゾエピン・NAC 粉剤 チオボン粉剤
製第 126 号	同上 DCMU 水和剤 同上	同上	同上
製第 127 号	MBCP 乳剤 ホスベル乳剤 同上	製第 147 号	硫酸ニコチン 一農硫酸ニコチン 同上
製第 128 号	ベンゾエピン粉剤 チオダン粉剤 3 同上	製第 148 号	NAC 粉剤 サンケイナック粉剤 3 琉球産経
製第 129 号	ヘプタクロル乳剤 ヘプタ乳剤 同上	製第 149 号	ジメトエート・NAC 粉剤 サンケイジメナック粉剤 同上
製第 130 号	NAC 粉剤 セビン粉剤 1.5 同上	製第 150 号	同上 サンケイジメナック粉剤 22 同上
製第 131 号	MBCP 乳剤 サンケイホスベル乳剤 琉球産経	製第 151 号	ダイアジノン・NAC 乳剤 サンケイSD 乳剤 同上
製第 74 号	NAC 水和剤 セビン水和剤 50 第一農薬	製第 152 号	MEP・NAC 粉剤 サンケイスマナック粉剤 同上
製第 75 号	同上 セビン乳剤 同上	製第 153 号	MEP・NAC 乳剤 サンケイスマナック乳剤 同上
製第 77 号	モノフルオール酢酸アミド水溶剤 一農フッソール 同上	製第 154 号	MEP・MPMC 粉剤 サンケイスマバー粉剤 同上
製第 48 号	植物成長調整剤 粉末ナフサン 同上	製第 155 号	PAP 乳剤 サンケイバプチオン乳剤 同上
製第 49 号	同上 錠剤ナフサン 同上	製第 57 号	DDVP 乳剤 DDVP 乳剤 第一農薬
製第 134 号	NAC 粒剤 サンケイナック粒剤 2 琉球産経	製第 58 号	DBCP 乳剤 ネマゴン乳剤 80 同上
製第 135 号	クマリン系殺そ剤 サンケイクマリン 20 同上	製第 59 号	DBCP 粒剤 ネマゴン粒剤 20 同上
製第 137 号	DCMU 除草剤 サンケイ DCMU 同上	製第 79 号	ジネブ・マンネブ水和剤 ダイセンM-45 同上
製第 138 号	CYAP 乳剤 サンケイサイアノックス乳剤 同上	製第 80 号	植物成長調整剤 液体ナフサン 同上
製第 139 号	サリチオン乳剤 サンケイサリチオン乳剤 同上	製第 159 号	ジメトエート・NAC 乳剤 サンケイジメナック乳剤 琉球産経
製第 140 号	シロシド殺そ剤 ネズミン 1 号 第一農薬	製第 160 号	MPP 粉剤 サンケイバイジット粉剤 2 同上
製第 141 号	同上 ネズミン 同上	製第 161 号	IBP 乳剤 サンケイキタジン P 乳剤 同上
製第 52 号	モノフルオール酢酸塩殺そ剤 フルオール 同上	製第 162 号	なめくじ駆除剤 サンケイマイマイペレット 同上
製第 73 号	ダイホルタン水和剤 ダイホルタン水和剤 同上	製第 163 号	MBCP 粉剤 サンケイホスベル粉剤 同上
製第 74 号	キャプタン水和剤 オーソサイド水和剤 50 同上	製第 164 号	XMC 粉剤 サンケイコスパン粉剤 同上
製第 75 号	クマリン系殺そ剤 ヤソミン 同上	製第 165 号	BPMC 粉剤 サンケイバッサ粉剤 同上
製第 76 号	なめくじ駆除剤 安全スネック 同上	製第 166 号	MEP 粉剤 ヘリチオン粉剤 第一農薬
製第 142 号	ジメトエート・NAC 乳剤 セビエート乳剤 同上	製第 167 号	同上 ヘリチオン乳剤 同上
製第 143 号	ベンゾエピン・NAC 乳剤 チオボン乳剤 同上	製第 168 号	BRP・メチルオイゲノール油剤 フライトラップ-D 同上
製第 144 号	MBCP 粉剤 ホスベル粉剤 同上	製第 169 号	同上 サンケイフライサイド D 琉球産経
製第 145 号	ジメトエート・NAC 粉剤 セビエート粉剤 同上	製第 6 号	ヘプタクロル乳剤 サンケイヘプタ乳剤 同上
		製第 7 号	ヘプタクロル粉剤 サンケイヘプタ粉剤

	同上		同上
製第 12 号	マラソン粉剤 マラソン粉剤1.5 第一農薬	製第 181 号	BPMC 粒剤 サンケイバッサ粒剤 同上
製第 31 号 2	MEP 乳剤 サンケイスマチオン乳剤 琉球産経	製第 182 号	ダイアジノン粒剤 サンケイダイアジノン粒剤 3 同上
製第 57 号 2	DDVP 乳剤 サンケイ DDVP 乳剤50	製第 183 号	ダイアジノン粉粒剤 サンケイダイアジノン微粒剤 3 同上
製第 60 号	同上	製第 184 号	MEP 粉粒剤 サンケイスマチオン微粒剤 同上
	ヘプタクロル粉剤 サンケイヘプタ粉剤 2 同上	製第 185 号	EDDP 乳剤 サンケイヒノザン乳剤 30 同上
製第 61 号	硫黄粉剤 サンケイ硫黄粉剤50 同上	製第 186 号	EDDP 粉剤 サンケイヒノザン粉剤 同上
製第 16 号	マラソン乳剤 マラソン乳剤 第一農薬	製第 187 号	XMC粒剤 サンケイコスパン粒剤 同上
製第 18 号	ジネブ粉剤 ダイセン粉剤 4 同上	製第 188 号	MPMC粉粒剤 サンケイメオパール微粒剤 同上
製第 19 号	ジネブ水和剤 ダイセン水和剤 同上	製第 189 号	キュウルア・BRP 油剤 フライトラップ C 第一農薬
製第 20 号	2, 4 PS 除草剤 セス粉剤 3 % 同上	製第 191 号	ジクロロリン水和剤 サンケイスクレックス水和剤30 琉球産経
製第 12 号 2	マラソン粉剤 サンケイマラソン粉剤 1.5 琉球産経	製第 194 号	PHC 乳剤 サンケイサンサイド乳剤 同上
製第 16 号 2	マラソン乳剤 サンケイマラソン乳剤 同上	製第 195 号	PHC 粉剤 サンケイサンサイド粉剤 同上
製第 66 号	MEP 粉剤 サンケイスマチオン粉剤 3 同上	製第 196 号	MPP 乳剤 サンケイバイジット乳剤 同上
製第 67 号	同上 サンケイスマチオン粉剤 2 同上	製第 197 号	APC 粉剤 サンケイハイドロール粉剤 同上
製第 81 号	ジメトエート乳剤 ジメトエート乳剤 第一農薬	製第 198 号	APC 乳剤 サンケイハイドロール乳剤 同上
製第 82 号	ジメトエート粒剤 ジメトエート粒剤 同上	製第 199 号	APC 水和剤サンケイハイドロール水和剤 同上
製第 83 号	クマリン系殺そ剤 ヤソミン 1 同上	製第 200 号	NAC 水和剤 サンケイナック水和剤 同上
製第 87 号	ダイアジノン乳剤 一農ダイアジノン乳剤 40 同上	製第 201 号	CAT 除草剤 サンケイシマジン 同上
製第 88 号	ダイアジノン・NAC 粉剤 ND 粉剤 5 同上	製第 202 号	PCP 除草剤 サンケイPCP 水溶剤 同上
製第 89 号	同上 ND 粉剤 7 同上	製第 203 号	DAPA 粉剤 サンケイデクソン粉剤 4 同上
製第 90 号	EPN・NAC粉剤 ホスナック粉剤 同上	製第 204 号	DAPA 水和剤 サンケイデクソン 70 同上
製第 94 号	PAP 粉剤 一農 PAP 粉剤 同上	製第 205 号	DAPA・PCNB 粉剤 サンケイデクソン PCNB 粉剤 3 同上
製第 95 号	PAP 乳剤 一農 PAP 乳剤 同上	製第 105 号	クマリン系殺そ剤 サンケイクマリン 同上
製第 96 号	BRP 乳剤 ダイブロン 同上	製第 106 号	なめくじ駆除剤 サンケイバックゲータスネールペレット 同上
製第 97 号	同上 サンケイモンコール乳剤 琉球産経	製第 107 号	PAP 粉剤 サンケイバプチオン粉剤 2 同上
製第 98 号	MPMC 粉剤 サンケイメオパール粉剤 同上	製第 208 号	BINAPACRYL 水和剤 サンケイアクリシッド水和剤 同上
製第 170 号	MEP・BPMC 粉剤 サンケイスマミバッサ粉剤 同上	製第 209 号	マンネブ水和剤 サンケイエムダイファー水和剤 同上
製第 171 号	MEP・BPMC 乳剤 サンケイスマミバッサ乳剤 同上	製第 210 号	ジネブ水和剤 サンケイダイファー水和剤 同上
製第 172 号	BPMC 乳剤 サンケイバッサ乳剤 同上	製第 211 号	展着剤 サンケイペタリン 同上
製第 173 号	BPMC・ダイアジノン粉剤 サンケイバッサジノン粉剤 同上	製第 212 号	チオフファネート水和剤 サンケイトップジン水和剤50 同上
製第 174 号	MBCP・NAC 乳剤 ベルボン乳剤 第一農薬	製第 213 号	エチルチオメトン粒剤 サンケイダイシストン粒剤 同上
製第 175 号	MBCP・NAC 粉剤 ベルボン粉剤 同上	製第 214 号	TPN 水和剤 サンケイダコニール 同上
製第 176 号	CVP 粉剤 一農ビニフェート粉剤 同上	製第 215 号	キュウルア・BRP 油剤 サンケイフライサイド C 同上
製第 177 号	CVP 乳剤 一農ビニフェート乳剤 同上		
製第 178 号	DDVP・MBCP 乳剤 サンケイベル VP 乳剤 琉球産経		
製第 179 号	NAC・ダイアジノン粉剤 サンケイ SD 粉剤 同上		
製第 180 号	BPMC 粉粒剤 サンケイバッサ微粒剤		

製第 216 号	メソミル水和剤 サンケイハルバード水和剤45 同上	製第 255 号	ダイアジノン粒剤 一農ダイアジノン粒剤5 同上
製第 217 号	CVP 粉剤 サンケイビニフェート粉剤 同上	製第 256 号	NAC 粉剤 一農セビン粉剤2 同上
製第 218 号	アトラジン除草剤 サンケイゲザプリム80 同上	製第 257 号	蛋白加水分解物 フライトラップーP 同上
製第 221 号	CVP 乳剤 サンケイビニフェート乳剤 同上	製第 258 号	クロルフェナミジン乳剤 一農スパノン乳剤 同上
製第 222 号	植物成長調整剤 サンケイ液体マンサク 同上	製第 259 号	クロルフェナミジン粉剤 一農スパノン粉剤 同上
製第 42 号	タリウム殺そ剤 液体サッソ 第一農薬	製第 260 号	クロルフェナミジン粒剤 一農スパノン粒剤 同上
製第 43 号	展着剤 特製リノー 同上	製第 261 号	クロルフェナミジン水和剤 一農スパノン水和剤 同上
製第 30 号	CAT 除草剤 シマジソ 同上	製第 262 号	MTMC・クロルフェナミジン粉粒剤 一農ツマスパノン微粒剤 同上
製第 31 号	MEP 乳剤 一農スミチオン乳剤 同上	製第 263 号	MTMC・クロルフェナミジン粉剤 一農ツマスパノン粉剤 同上
製第 35 号	マンネブ水和剤 マンネブダイセンM 同上	製第 264 号	PCP・MCP除草剤 一農バムコン 250 粒剤 同上
製第 36 号	MEP 粉剤 一農スミチオン粉剤2 同上	製第 265 号	同上 一農バムコン粒剤 同上
製第 37 号	EPN 粉剤 一農EPN 粉剤 1.5 同上	製第 266 号	ポリオキシシン粉剤 一農ポリオキシシンZ 粉剤 同上
製第 38 号	EPN 乳剤 一農EPN 乳剤 同上	製第 267 号	同上 一農ポリオキシシンPS 粉剤 同上
製第 39 号	なめくじ駆除剤 スネック 同上	製第 268 号	同上 一農ポリオキシシンPS 乳剤 同上
製第 41 号	DCMU 除草剤 カーマックスD 同上	製第 269 号	MTMC・NAC 粉剤 一農ツマナック粉剤 同上
製第 44 号	タリウム殺そ剤 粒剤サッソ 同上	製第 270 号	MCC除草剤 一農スエップ水和剤 同上
製第 45 号	ケルセン乳剤 ケルセン乳剤 同上	製第 271 号	プラストサイジンS 乳剤 一農ブラエス乳剤 同上
製第 72 号	なめくじ駆除剤 ナメキール 同上	製第 272 号	プラストサイジンS 粉剤 一農ブラエス粉剤 8 同上
製第 108 号	DEP 水溶剤 一農ディブテレックス水溶剤 同上	製第 273 号	BPPS 乳剤 一農オマイト乳剤 同上
製第 109 号	ダイアジノン粉剤 一農ダイアジノン粉剤3 同上	製第 274 号	MEP・MTMC粉剤 一農ツマスマミ粉剤 35 同上
製第 114 号	DEP 粒剤 ネキリン 同上	製第 275 号	バラコート除草剤 一農グラモキソン 同上
製第 116 号	リニエロン除草剤 一農アフアロン水和剤 同上	製第 276 号	MTMC粉剤 一農ツマサイド粉剤 同上
製第 117 号	NAC 粒剤 セビン粒剤 同上	製第 277 号	DEP 粉剤 一農ディブテレックス粉剤4 同上
製第 118 号	ヘブタクロル粉剤 一農ヘブタ粉剤 同上	製第 278 号	ダイアジノン水和剤 一農ダイアジノン水和剤34 同上
製第 119 号	ベンゾエピン乳剤 チオダシ乳剤35 同上	製第 279 号	EPBP 粉剤 一農エスセブン粉剤 同上
製第 224 号	MEP・NAC 乳剤 一農スミナック乳剤 同上	製第 280 号	PMP 水和剤 一農アップ水和剤 同上
製第 225 号	MEP・NAC 粉剤 一農スミナック粉剤 同上	製第 281 号	ストレプトマイシン剤 一農ヒトマイシン 同上
製第 226 号	PAP 乳剤 一農エルサン乳剤 同上	製第 282 号	DPC 水和剤 一農カラセン水和剤 同上
製第 227 号	PAP 粉剤 一農エルサン粉剤 同上	製第 283 号	展着剤 一農サーファクタントW・K 同上
製第 228 号	BPMC 粉剤 一農バッサ粉剤 同上	製第 284 号	有機イ素液剤 一農モンキル液剤 同上
製第 229 号	BPMC 乳剤 一農バッサ乳剤 同上	製第 285 号	有機イ素粉剤 一農新モンキル粉剤 同上
製第 230 号	MEP・BPMC 粉剤 一農スミバッサ粉剤 同上	製第 286 号	フェニソプロモレート乳剤 一農エイカロール乳剤25 同上
製第 231 号	MEP・BPMC 乳剤 一農スミバッサ乳剤 同上	製第 287 号	メソミル水和剤 一農ランネット水和剤 同上
製第 249 号	EDDP 乳剤 一農ヒノザン乳剤30 同上	製第 288 号	クロルフェナミジン・BPPS 乳剤 一農
製第 250 号	ダイアジノン粒剤 一農ダイアジノン粒剤3 同上		
製第 251 号	DEP 乳剤 一農ディブテレックス乳剤 同上		
製第 252 号	ジネブ水和剤 一農ダイファー水和剤 同上		
製第 253 号	植物成長調整剤 一農結晶ナフサン 同上		
製第 254 号	EDDP 粉剤 一農ヒノザン 同上		

- 製第 289 号 スバマイト乳剤 同上
 クロルフェナミジン・MIPC 粉剤 一農
 ミプスバノン粒剤 同上
- 製第 290 号 EDDP 粒剤 一農ヒノザン粉剤 25 同上
- 製第 291 号 クロルベンジレート乳剤 一農アカール
 338 同上
- 製第 292 号 NOREA 除草剤 ハーバン 同上
- 製第 293 号 DPA 除草剤 一農ダウボン 同上
- 製第 294 号 ブロマシル除草剤 ハイパーX 同上
- 製第 295 号 TCA 除草剤 ナタ 同上
- 製第 68 号 NAC 粉剤 サンケイナック粉剤 琉球産経
 製第 69 号 ジメトエート乳剤 サンケイジメトエー
 ト乳剤 同上
- 製第 101 号 NAC 乳剤 サンケイセビン乳剤 同上
- 製第 104 号 ダイアジノン乳剤 サンケイダイアジノ
 ン乳剤40 同上
- 製第 120 号 IBP 粉剤 サンケイキタジン P 粉剤20
 同上
- 製第 121 号 同上 サンケイキタジン P 粉剤30 同上
- 製第 122 号 シリロシド殺そ剤 サンケイトキシエラ
 ン2号 同上
- 製第 123 号 MEP・IBP 粉剤 サンケイキタチオン P
 粉剤 同上
- 製第 192 号 DEP 粉剤 サンケイディブテレックス粉
 剤 同上
- 製第 193 号 DEP 乳剤 サンケイディブテレックス乳
 剤 同上
- 製第 206 号 MEP・BPMC 粉粒剤 サンケイスミバツ
 サ微粒剤 同上
- 製第 207 号 ジメトエート粒剤 サンケイジメトエー
 ト粒剤 同上
- 製第 219 号 マンネブ水和剤 サンケイマンネブ水和
 剤 同上
- 製第 220 号 ダイアジノン粉剤 サンケイダイアジノ
 ン粉剤 2 同上
- 製第 223 号 植物成長調整剤 サンケイマンサク 同上
- 製第 232 号 クマリン系殺そ剤 サンケイクマリン 3
 号 同上
- 製第 233 号 MEP・MTMC 粉粒剤 サンケイツマスマ
 ミ微粒剤 同上
- 製第 234 号 タリウム殺そ剤 サンケイタリウム液剤
 同上
- 製第 235 号 シリロシド殺そ剤 サンケイトキシエラ
 ン3号 同上
- 製第 236 号 ECP 粉剤 サンケイ VC 粉剤 3 同上
- 製第 237 号 展着剤 サンケイサーファクタントWK
 同上
- 製第 238 号 BPMC・クロルフェナミジン粒剤 サン
 ケイガルバツサ粒剤 同上
- 製第 239 号 DCMU 除草剤 サンケイカーメックスD
 同上
- 製第 240 号 臭化メチルくん蒸剤 メチプロン 同上
- 製第 241 号 DEP 水溶剤 サンケイディブテレックス
 水溶剤 同上
- 製第 242 号 クロルフェナミジン粉粒剤 サンケイガ
 ルエクロン微粒剤 同上
- 製第 243 号 EDB くん蒸剤 サンケイ燻蒸用 EDB
 同上
- 製第 244 号 ダイアジノン・BPMC 粉粒剤 サンケイ
 バサジノン微粒剤 同上
- 製第 245 号 MTMC 乳剤 サンケイツマサイド乳剤
 同上
- 製第 246 号 ブロマシル除草剤 サンケイハイパーX
 同上
- 製第 247 号 バラコート除草剤 サンケイグラモキン
 ン 同上
- 製第 248 号 クマリン系殺そ剤 サンケイエンドク
 ス 同上

注 第一農薬株式会社 沖縄県南風原村兼城 551
 取締役社長 伊佐 真一
 琉球産経株式会社 沖縄県豊見城村高安 586
 取締役社長 新垣 義雄

植物防疫

第 26 巻 昭和 47 年 8 月 25 日印刷
 第 8 号 昭和 47 年 8 月 30 日発行

実費 200 円 送料 16 円

1 万年 2,240 円
 (送料共概算)

昭和 47 年

編集人 植物防疫編集委員会

—発行所—

8 月号

発行人 遠藤 武雄

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

(毎月 1 回 30 日発行)

印刷所 株式会社 双文社

社団法人 日本植物防疫協会

—禁 転 載—

東京都板橋区熊野町 13-11

電話 東京 (03) 944-1561-4 番
 振替 東京 1 7 7 8 6 7 番

増収を約束する

日曹の農薬

新発売

シトラゾン

乳 剤

ミカン
ハダニ
防除に!

日本曹達が発明開発した新殺ダニ剤です。
高温時に使え薬害の心配がありません。
薬剤抵抗性ハダニに対しても効力抜群です。
人畜に対する毒性が低く安心して使えます。
ボルドー以外の殆んど他剤と混用できます。



日本曹達株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-2-1
支店 大阪市東区北浜2-90

好評発売中の全面増補改訂版!!

農薬ハンドブック

1972年版

福永一夫(農業技術研究所病理昆虫部農薬科長)編集
農業技術研究所農薬科・農薬検査所等担当技官 執筆

B6判 509 ページ 美装幀 ビニールカバー付

実費 1,150 円 送料 140 円

本書のご注文は
直接本協会へ
前金(振替・小為替・現金)
をお願いいたします

現在市販されている農薬を殺虫剤、殺菌剤、殺虫殺菌剤、除草剤、農薬肥料、殺そ剤、植物成長調整剤、忌避剤、誘引剤、展着剤などに分け、各薬剤の特性、適用病害虫、製剤(商品名を入れた剤型別薬剤の紹介)、取り扱い上の注意などの解説を中心とし、他に一般名、商品名、構造式および化学名(英名と和名の併記)、毒劇物指定および毒性を表とした農薬成分一覧表、適用害虫・病害・雑草・作物別に使用薬剤を表とした対象病害虫、雑草別使用薬剤一覧表(とくに本版は種類名と商品名を併記)、農薬安全使用基準と残留農薬許容量、農薬の毒性および魚毒性一覧表、薬剤名・商品名・一般名・化学名よりひける索引を付した植物防疫関係者座右の書!!

農薬の科学と応用

編 集 者

浅川 勝 農林省農業技術研究所病理昆虫部
岩田 俊一 農林省農業技術研究所病理昆虫部
遠藤 武雄 社団法人日本植物防疫協会
松中 昭一 農林省農業技術研究所生理遺伝部
脇本 哲 九州大学農学部

執 筆 者

斯界の専門家 51 名

A 5 判 847 ページ 美装幀 上製本 箱入

実費 6,200 円 送料 300 円

農薬の性質、作用機作、毒性、検定法、特性と効力など、農薬の科学的な解説を第1編とし、使用方法としての農薬の選定、調整法、注意事項などと病害虫および有害動物について作物別に病害虫の生態、防除のポイント、防除薬剤とその使い方、また、雑草については作物別に主要雑草、除草剤利用のポイント、防除薬剤とその使い方を第2編におりこみ、関係法規、通達を付録とした植物防疫関係者必携の書!!

本書のご注文は

直接本協会へ

前金（振替・小為替・現金）

でお願いいたします



〔おもな内容〕

第1編 農薬の科学

- I 農薬とその変遷
農薬の定義、農薬の条件、わが国における農薬の変遷、農薬の使用量
- II 農薬の分類
使用目的による分類、製剤形態による分類、化学組成による分類、作用による分類
- III 農薬の化学的および物理的性質
殺虫剤、殺ダニ剤、殺線虫剤、くん蒸剤、殺菌剤、除草剤、殺そ剤、植物成長調整剤
- IV 農薬の作用機作
殺虫剤、殺菌剤、除草剤、殺そ剤、植物成長調整剤
- V 農薬の毒性
農薬の毒性と中毒、人畜に対する毒性、食品中の残留による毒性、水産動物に対する毒性、有用生物に対する毒性
- VI 農薬の検定法
製剤の分析法、物理性検定法、水産動物に対する毒性試験法、残留分析法、効力試験法
- VII 農薬の特性と効力
殺虫剤、殺ダニ剤、殺線虫剤、くん蒸剤、殺菌剤、除草剤、殺そ剤、植物成長調整剤、魚類忌避剤、混合剤、その他

第2編 農薬の使用法

- I 総論
薬剤の選定および使用前の注意、農薬の調製法、農薬の施用方法、農薬使用上の注意、使用後の注意
 - II 作物別使用法
 - (I) 病害虫・有害動物
イネ、ムギ類、イモ類、マメ類、特用作物、野菜、果樹、花、芝生、牧草、トウモロコシ、林業苗畑、森林、貯蔵穀物、線虫、ネズミ
 - (II) 雑草
水稻、陸稲、ムギ類、トウモロコシ、マメ類、サツマイモ、ジャガイモ、野菜、果樹、クワ、サトウダイコン、イグサ、芝生、林業
- 付 録
- I 法規、通達
農薬取締法、同法施行令、同法施行規則、府令、省令および告示、食品衛生法、農薬安全使用基準、特定毒物農薬の使用基準
 - II 索引
薬剤別、病害虫・有害動物別

「手まき」でアブラムシ退治！

葉面散粒もできるホスドン粒剤——低毒性・低薬害・使用簡便

日本農薬(株)では、この程、手まきでアブラムシなどの園芸害虫が防除できる有機リン系殺虫剤「ホスドン粒剤」を新発売した。

「ホスドン粒剤」は、作物の播種・植付時に播溝や植穴の中に処理することにより、作物の根から吸収され移行して、アブラムシやハダニなどの吸汁性害虫や、キスジノミハムシ、ニジュウヤホシテントウムシなどの害虫が防除できる。しかし、さらに本剤の大きな特長は、ガス作用がすぐれているので、作物の生育中に葉面に散粒することによって、アブラムシなどの害虫が防げるいわゆる“トップドレッシング”ができることである。もちろん葉にのらず地面に落ちたものも有効に作用する。

このように「ホスドン粒剤」は、省力的に使用することができ、加えて温度・土壌など環境条件により効果が左右されることが少ないので、非常に使い易い薬剤である。

●特長●

おもな特長は次のとおり——

- ①アブラムシやハダニなどに高い効果を示す。
- ②根から吸収され、作物全体に浸透移行するので、害虫に対し確実な効果を示す。
- ③ガス作用にすぐれ、作物の生育中に葉面散粒(トップドレッシング)また土壌表面に散粒しても高い効果を示す。
- ④効果の持続期間が長く、省力防除ができる。
- ⑤“トップドレッシング”ができるので、速効的なだけでなく、土壌処理しても効果はやくあらわれる。
- ⑥薬害が少なく安心して使える。
- ⑦毒性が低いので使い易い。
- ⑧土壌の種類、土壌中の水分、さらには温度など環境条件に左右されることなく、安定した効果を示す。

●使い方●

「ホスドン粒剤」は現在、野菜を中心に登録がとられている。個々の作物についての使い方は省略するが、使い方のひとつは、作物の播種時に播溝に処理したり、作物の植付・定植時に植穴・作条に処理する、いわゆる土壌処理法である。作物により薬量は異なるが、10アール当り3~10キログラム、または株当り1~3グラムを土壌中に施用すればよい。

もうひとつの処理法は、とくに「ホスドン粒剤」の特長とされるものだが、作物の生育期に10アール当り3~6キログラムを作物の上から均一に散粒する葉面散粒“トップドレッシング”法である。害虫の発生を認めてから散粒すればよい。

いずれにしても、手まきで使えるので、手軽に、気軽に害虫が防除できるわけである。

●成分・剤型・毒性●

「ホスドン粒剤」は、一般名をイソチオオエートといわれる有機リン剤を4%含有する黄褐色のサラサラした細粒である。医薬用外劇物となっているが、急性経口毒性のLD50値は原体として、マウス♂で体重1キログラム当り60ミリグラム、ラット♀で同じく200ミリグラム、モルモットで17ミリグラムと比較的低い薬剤である。

残留毒性、残臭などについても検討されているが、いずれも正しく使用すれば心配ない。

●使用上の注意●

特別な注意事項はないが、農業を使用する一般的なものとして、★手まきのときはゴム手袋を着用する ★作業後は手をよく洗う ★均一に散布する ★生育期の葉面散粒は害虫の発生初期に行なうなどの注意はしたい。

以上、「ホスドン粒剤」の概要を説明したが、野菜・花卉栽培などで、省力防除用薬剤として注目すべき薬剤といえよう。



野菜などの
アブラムシ・ダニ類の省力防除に
散布に手間がかかりません

新発売

ホスドン粒剤



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋通1-4 栄太楼ビル
★資料急送ノハガキに製品名を書いてご請求ください

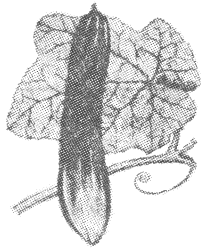
資料請求券

豊作を約束する バルサン®農薬

ながいもの雑草防除に ダクロン

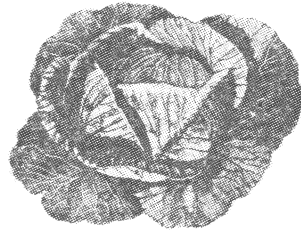
- ダクロンは、ながいも、トマト、にんじんなどに選択性がありますので、これらの作物の生育中にも薬害の心配なく使用できます。
- 発生直後の雑草に強い殺草力を示す接触型の除草剤で、しかも抑草期間の長い薬剤です。
- 接触型の除草剤ですから、効力が土質(砂土、粘土など)に影響されることがなく、また、天候にも左右されにくいので、安定した効きめをあらわします。

茶・野菜の線虫防除に ネマモール粒剤



- 使用薬量が少力で、強力な殺線虫効果を発揮しますので大変経済的です。
- 使い方が簡単でガス抜きの必要もなく、また生育中にも使用できますので、省力化に役立ちます。
- 殺線虫効果ばかりでなく、作物の生育を促し、良質の作物を増収することができます。

キャベツ・大根の害虫防除に ペア乳剤



- キャベツ、大根、白菜など十字花科野菜のアオムシ、コナガなどの害虫を的確に防除できます。
- キャベツなど十字花科野菜の幼苗期にも薬害の心配なく安心して使用できます。
- 桑のクワハムシ、クワノメイガにすぐれた効きめがあり、適度の持続性があり桑に最適の薬剤です。

茶のハマキムシ・ホソガ防除に ホシユアVP乳剤



- 茶のハマキムシ、ホソガなど茶の重要害虫に的確なききめがあります。
- 効きめは速く、しかも持続性があります。
- 茶に対する残臭は7日で、最も短い薬剤ですので安心して使用できます。



中外製薬株式会社 東京都中央区京橋2の2
TEL 03 (274) 5 4 1 1

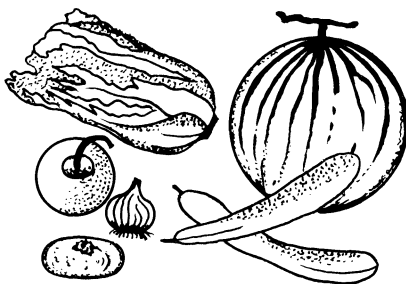
自信を持ってお奨めする 兼商の農薬

■残留毒のない強力殺虫剤

マリックス

■果樹・そさいの有機銅殺菌剤

キノゾール[®]



■みかんのハダニ・サビダニに

アゾマイト

■みかんの摘果剤, NAA

ピオモン

■りんご・柑橘・茶・ホップのダニに

スマイト

■りんごの葉つき剤

ジョンカラー

■夏場のみかん用ダニ剤

デルポール

■水田のヒルムシロ・ウキクサ・アオミドロ・ウリカワに

モゲトン



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

好評

近畿大学教授・平井篤造 神戸大学教授・鈴木直治共編

感染の生化学 —植物—

A 5判 474 頁
2800 円 予 140 円

前編—糸状菌および細菌病

* 感染 (神戸大学農学部教授・鈴木直治) * 細胞壁と細胞膜 (香川大学農学部教授・谷 利一) * 呼吸 (北海道農業試験場病理昆虫部技官・富山宏平) * 光合成 (農業技術研究所病理昆虫部技官・稲葉忠興) * 蛋白質代謝 (近畿大学農学部教授・平井篤造) * 核酸代謝 (京都大学農学部助教授・獅山慈孝) * フェノール物質の代謝 (東北大学農学部教授・玉利勤治郎) * ファイトアレキシン (島根大学農学部教授・山本昌木) * ホルモン (農業技術研究所生理遺伝部技官・松中昭一) * 毒素 (鳥取大学農学部教授・西村正暘)

後編—ウイルス病

* 感染 (近畿大学農学部教授・平井篤造) * 呼吸 (岩手大学農学部教授・高橋 壮) * 葉緑体 (名古屋大学農学部助手・平井篤志) * 蛋白質代謝 (植物ウイルス研究所研究第1部技官・児玉忠士) * 核酸代謝 (岡山大学農学部助教授・大内成志) * 感染阻害物質 (九州大学農学部助手・佐古宣道)

農業技術協会刊

東京都北区西ヶ原1-26-3 (〒114)
振替 東京 176531 TEL (910) 3787 (代)

昭和四十七年八月二十五日
 昭和四十七年八月三十日
 昭和二十四年九月九日
 発行
 刷
 (植物防疫第二十六卷第八号)
 種(毎月一回三十日発行)
 郵便物認可

躍進する明治の農薬

イネしらはがれ病の専用防除剤

フェナジン明治 水和剤
粉 剤

トマトかいよう病の専用防除剤

農業用 **ノボビオン明治**

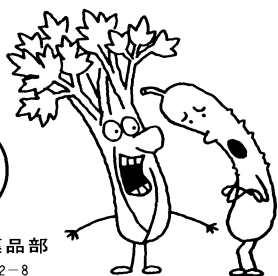
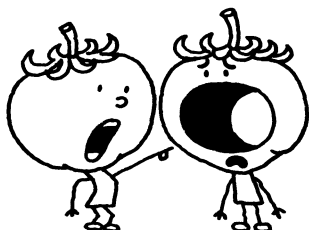
タバコの立枯病

野菜、果樹、コンニャク細菌病防除剤

アグレプト水和剤

ブドウ(デラウェア)の種なし、熟期促進
 野菜、花の生育(開花)促進、増収

ジベレリン明治



明治製菓・薬品部
 東京都中央区京橋2-8



使う人の身になって…

三共から

安全農薬をお届けします

* 稲のメイチュウ・ツマグロ・ウンカ防除に

エチメトン[®]粒剤

- ◎ 稲のニカメイチュウ、ウンカ、ツマグロが同時に防除できます。
- ◎ 粒剤ですから簡単に手まきでき、薬液がついたり吸込むこともありません。
- ◎ カーバメイト系殺虫剤に抵抗性のウンカ類にもよく効きます。
- ◎ ウンカ、ツマグロを長期間防ぎますので、ウイルス病の予防にもなります。



三共株式会社

農薬部 東京都中央区銀座3-10-17
 支店営業所 仙台・名古屋・大阪・広島・高松

北海三共株式会社
 九州三共株式会社

■資料進呈■

実費 二〇〇円 (送料 二六円)