

## タバココナジラミの発生の生態的要因 (2)

筑波大学生物科学系 <sup>ひらの</sup>平野 <sup>こうじ</sup>耕治・<sup>ふじい</sup>藤井 <sup>こういち</sup>宏一

### III 個体群の変動要因

HOROWITZ et al. (1984) は、タバココナジラミをイスラエルのワタ畑で調査し、生命表分析の結果、個体群変動の主要因は卵からふ化後の歩行幼虫期 (crawler) と定着後の1齢幼虫期の死亡であると報告した。かれらは、この時期の死亡・消失の原因として気候条件をあげ、極端な高温や高い相対湿度 (85% 以上) あるいは低い相対湿度 (20% 以下) では死亡率が高まるのだろうと推測している。そして、寄生蜂の働きは死亡要因として重要ではないと結論づけた (HOROWITZ et al., 1984; HOROWITZ, 1986)。GERLING et al. (1986) は、極端に高いまたは低い相対湿度が本種の若齢期の生存にとって不適であり、また 30~33°C を超える温度では発育速度が急激に低下すると述べている。アフリカのスーダンでは、降水量が多いと個体群密度が下がるという報告がある (HOROWITZ, 1986)。このように本種にとっての気候条件が厳しい場合には、気候要因が本種の個体群変動に重要な影響を与えらる。

これまでタバココナジラミの個体群動態を研究した例は少なく、変動要因に関して不明の部分が多い。そこでインドネシアのタバココナジラミの調査データを用いて、本種個体群の季節的変動の主要因について検討した結果 (HIRANO et al., 投稿中) の概要を以下に述べる。同時に、前節で行った推論とタバココナジラミ個体群の変動との関連について検討する。

本種の成虫個体数の季節的な変化を知る目的で、西部ジャワ州北部の4県 (Kabupaten) の6か所に設けたダイズの調査圃場に黄色粘着トラップを設置した。各地点の調査圃場を二つの区画に分け、原則として2か月ごとに交互にダイズを播種した。播種から収穫までは約3か月であった。トラップによって捕獲した個体数を週に一度数えた。調査圃場内のトラップで捕獲した成虫は、そこで羽化した個体と他の畑から移入した個体からなる。タバココナジラミはインドネシアでは特にダイズ、リョクトウの害虫として知られているので、調査圃場の周辺の食物資源量の変化を知るため、調査圃場が位置する郡 (Kecamatan) 全体のダイズとリョクトウの栽培面積を

2週間に一度調査した。

タバココナジラミの成虫密度を推定する手段としての黄色粘着トラップの信頼性は証明されていない (HOROWITZ, 1986)。しかし、MELAMED-MADJAR et al. (1982) は、黄色粘着トラップをワタ畑に設置し、トラップにより捕獲した成虫数と畑からサンプリングした幼虫数を調査し、両者の間に有意な正の相関があると報告した。したがって、黄色粘着トラップによって捕獲した成虫数は少なくともその場所の個体数の季節的な変動を反映していると思われる。

上述のように、調査圃場でのタバココナジラミの発生が調査地周辺の食物資源量の変化にどのように影響されるかを検討するため、調査圃場が位置する郡全体のダイズとリョクトウの栽培面積も調べた。しかし、本種の成虫の移動交流が調査圃場とこれらの畑との間でなければ、郡全体の栽培面積を用いることは誤った結論を導くかもしれない。COHEN (1990) は、標識再捕獲法を用いてタバココナジラミの飛しょうを調べ、最大飛しょう距離は7km だったと報告している。このことは、調査圃場から少なくとも半径7km (面積約15,386ha) の範囲内では、成虫が生息場所間を移動交流することが可能なことを意味する。筆者らが設置した調査圃場の位置する郡の面積は、最小が3,585ha、最大が20,894ha、六つの郡の平均値が11,608haである。したがって、本種の成虫は調査圃場と郡内で栽培されていたほとんどのダイズとリョクトウの畑との間を移動交流できる可能性を持つと思われる。

図-5に調査地の一つであるJatisariでの1作期の間のトラップ当たりの成虫数の経時的变化の典型的な一例を示す。成虫の飛来はダイズの初期のステージに始まり、しだいにその個体数が増加した。トラップ当たりの成虫数がピークを示すダイズの播種後の日数は、六つの調査地間で有意差がなく (ANOVA,  $F=1.28$ ,  $P>0.25$ )、その平均日数は52日であった。その後、ダイズの齢が進み食草としての質が低下するにつれて、成虫は好適な産卵場所を求めて移出するので、しだいに個体数が減少した。本種の卵から成虫羽化までの期間は約3週間、ダイズが発芽し子葉が出現するのは播種後約5~8日である。したがって、少なくとも播種後最初の1か月間に捕獲される成虫は、他の畑から移入したものと考

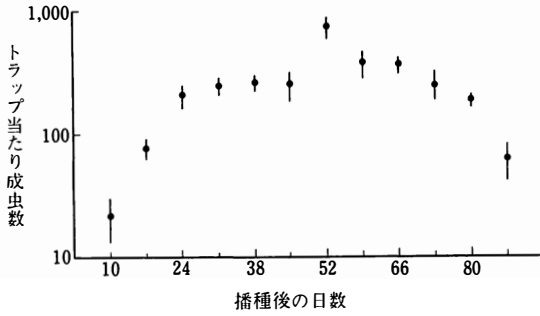


図-5 Jatisari のダイズ畑での1作期におけるタバココナジラミのトラップ当たり捕獲成虫数の経時的変化  
ダイズの播種日は1991年9月1日である。縦棒は95%信頼区間を示す。

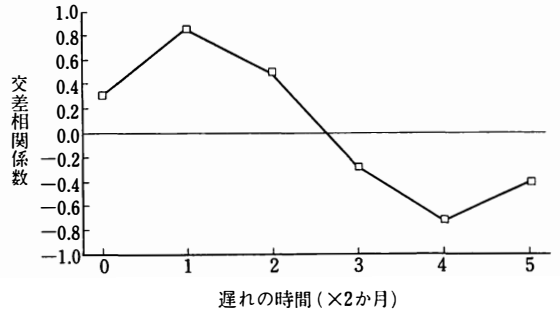


図-7 Jatisari のダイズとリョクトウの栽培面積が各作付期のトラップ当たり最大捕獲成虫数に及ぼす影響の交差相関図

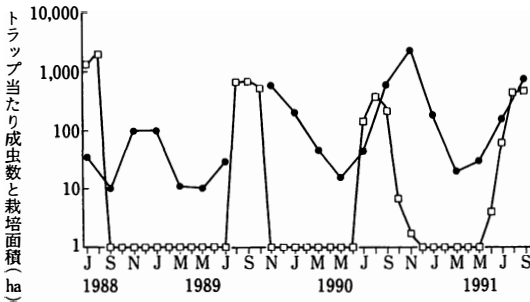


図-6 Jatisari での各作付期におけるタバココナジラミのトラップ当たり最大捕獲成虫数(●)と調査圃場が位置する群全体での月ごとのダイズとリョクトウの栽培面積(□)の変化、図中の栽培面積の値はそれぞれ1を加えてある。  
横軸のアルファベットは月を示し、7月から始まっている。

られる。

図-6にJatisariでの各作付期のトラップ当たり最大成虫数と調査圃場が位置する郡全体で栽培されたダイズとリョクトウの各月の栽培面積の変化を示す。9月あるいは11月に作付けした調査圃場でトラップ当たりの成虫数が多かった(図-6)。この傾向は他の五つの調査地でも同じであった(MIYAI et al., 1992)。この時期は乾季の終わりから雨季の初めに相当し、気候条件がタバココナジラミ個体群の季節的変動に関係している可能性がある。しかし、各作付期の本種の繁殖率(MAX2/MAX1)と成虫数がMAX2に達する直前の52日間の降水量との間の相関を調べたところ、調査地間で一定の傾向はみられなかった。また、いずれの調査地でも両変数の間に有意な相関はなかった。ここで繁殖率(MAX2/MAX1)は、播種後30日以内で最も高い値を示したトラップ当たり

成虫数(MAX1)と播種後31日以降で最も高い値を示したトラップ当たり成虫数(MAX2)から求めた。各作付時期の本種の繁殖率と平均気温の間にも、一定の傾向はみられなかった。これらの結果から、気候要因が本種個体群の季節的変動に与える影響は少ないと考えられる。

天敵に関しては、KAJITA et al. (1992)がジャワ島で寄生蜂の調査を行い、寄生蜂はタバココナジラミの密度依存的な死亡要因として働いていないと報告した。他の国々においてもこれまでに本種の野外個体群の変動に重要な影響を与える天敵は報告されていない(COUDRIET et al., 1986; GERLING, 1986, 1990)。したがって、本種の個体群の季節的変動に天敵が重要なはたらきをしている可能性は少ない。

図-6をみると、ダイズとリョクトウの栽培面積の増減と同時にあるいはやや遅れてタバココナジラミの成虫数も増減する傾向があることがわかる。これは、食物資源量の増減が本種個体群の変動に影響を持つことを示唆する。そこで、ダイズとリョクトウの栽培面積の増減の影響が成虫数の増減にどの程度の時間的ずれをもって現れるのかを知るために、交差相関係数(cross-correlation coefficient)を用いて両者の関係を調べた(図-7)。Jatisariでは交差相関係数の正の値は時間的なずれが1のところで最も高く、成虫数の増減は栽培面積の増減に遅れて推移することがわかる。ここでは示さなかったが、他の調査地においても1か所(Ciasem)を除いてJatisariと同様な傾向を示した。この結果は、寄主植物量の増減に対し時間的に遅れてタバココナジラミの個体数が増減することが、本種個体群の季節的変動となっていることを示唆する。なお、Ciasemでは前述の傾向がみられなかったのは、他の調査地に比べてダイズとリョクトウの栽培面積がきわめて小さかったためだと考えられ

た。

寄主植物量の増減とタバココナジラミの増減との関係をさらに検討するために、各作付期における調査圃場への侵入個体数をMAX1、新世代のピーク個体数をMAX2、繁殖率をMAX2/MAX1として、それらの時間的変化をJatisariの場合について図-8に示した。MAX1とMAX2はパラレルに変動する傾向がみられ、両者の間には高い正の相関がみられた。一方、繁殖率とMAX2との間にはそのような関係はみられなかった(図-8)。これは、新世代のピーク個体数は繁殖率の高低によって決まるのではなく、初期侵入個体数と正の関係を持つことを意味する。同様な結果は、他の5か所の調査地でも得られた。またここでは示さなかったが、調査圃場への侵入密度をMAX1/株として繁殖率との関係を見ると、両者の間に有意な負の相関があったのは6か所の調査地のうち1か所だけであった。そしてそれは、寄主植物の栽培の途切れることが少なく、寄主植物のパッチ間の距離が短く、侵入密度が高い調査地だった。

寄主植物量の増減に対し時間的に遅れてタバココナジラミが増減する傾向があること(図-7)、新世代のピーク個体数は初期の侵入個体数が多いほど多くなる傾向があること(図-8)、寄主植物が空間的かつ時間的に不連続性が大きい場所では、密度調節過程が明示できるほど侵入密度が高くならなかったことは、図-2の両変数の間の負の相関の原因に関する前節の推論を支持する。このことから、西ジャワ州北部でのタバココナジラミ個体群の季節的な変動のメカニズムは先の推論に基づき、次のように考えられる。タバココナジラミは、寄主植物への侵

入、繁殖、寄主植物の悪化に伴う他の好適な寄主植物への移動を繰り返している。寄主植物が広面積にわたって栽培される時期(完全同期栽培ではないので、いくつかの異なる发育ステージが混在する)には寄主植物へ到達できる確率が高くなるので、好適な植物への移動と繁殖の繰り返しによって個体数及び個体群密度が増加する。しかし、本種の移動成功率は高くなく、それを補うほど単位時間当たりパッチ内増加率も高くないので、通常は本種の個体群密度がその地域の環境収容力に達する以前に寄主栽培植物の収穫によって、有効な寄主植物量は減少する。しかし寄主植物が減少する初期には多くの場合、本種の個体群密度はその地域の環境収容力のレベルにまで到達していないので、高密度による増殖率の減少といった影響をさほど受けることなく、依然として個体数を増加できる。さらに寄主植物量が減少すると、移動中の死亡率が高くなり、その地域の個体数は減少する。この一連のプロセスによって、タバココナジラミの個体数は寄主植物量の増減に対して時間的に遅れて増減すると思われる。そして、寄主植物のパッチ間の距離が短く、食草として有効な寄主植物の存在期間が長い環境条件下では、本種は高密度で発生する可能性が高いと予想される。

#### IV 今後の研究のために

II及びIIIで検討した問題に基づき、タバココナジラミ及び動物個体群一般の研究を進める上で考慮すべき点や今後の課題について考えてみる。

タバココナジラミ個体群の季節的変動に対し寄主植物量の時間的・空間的変化が大きな影響を与えることがわかった。すなわち、寄主植物量の多い季節には本種の生息場所(寄主植物)間の距離が短くなり、好適な生息場所への本種の移動成功率が高くなるので、個体群密度は増加すると考えられた。*Epilachna*属の植食性テントウムシを研究したIwao (1971), Nakamura and Ohgushi (1983)やHirano (1985, 1993)は、他の個体群と比較的隔離された個体群を調査し、成虫の生息場所(パッチ)間の移動が個体群の変動に重要な影響を持つことを示した。したがって、動物個体群の調査では、調査地の境界をどこに設けるかは重要である。少なくとも調査地は個体の頻繁な移動交流が観察される生息場所をすべて含むように設定すべきである。これまでの個体群の研究では、生息場所間の移動交流を無視した小面積の調査地でデータをとっているケースが数多くみられる。こうした場合、個体群変動の主要因を検出できないか、あるいは誤った結論を導き出してしまふ可能性がある。

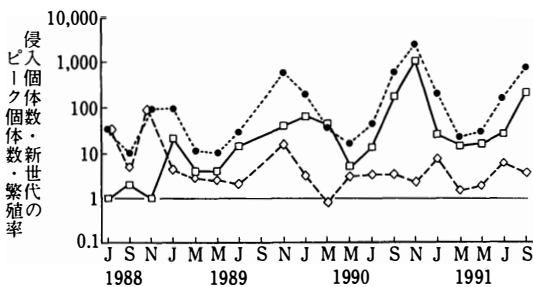


図-8 Jatisariでの各作付期におけるタバココナジラミ成虫の調査圃場への侵入個体数(MAX1, □)、新世代のピーク個体数(MAX2, ●)と繁殖率(MAX2/MAX1, ◇)の季節的变化

MAX1に対するMAX2の相関係数： $r=0.79$  ( $P<0.01$ )。MAX2/MAX1に対するMAX2の相関係数： $r=0.17$  (有意差なし)、相関係数の計算の際は、両変数を対数変換した。MAX1とMAX2の詳細については本文を参照のこと。

ヤマトアザミテントウ (*Epilachna niponica* LEWIS) を研究した大串 (1987) とサヤメイガ類 (*Etiella zinckenella* と *E. hobsoni*) を研究した HIRANO et al. (1992) は、個体群の生息地内の食物資源量の変動は個体群動態を考える上で重要であり、個体群の調査を進める上で食物資源量の変動に注目すべきことを示した。筆者らのインドネシアでのタバココナジラミ個体群の野外調査においても、もし調査圃場周辺の寄主植物の栽培面積を同時に調査していなければ、本種の成虫の畑間移動の重要性を見落として、本種個体群の季節的変動の主要因を検出できないか誤った推測をしたかもしれない。このように、調査圃場と成虫の移動交流があると考えられる場所の食物資源量の調査は、労力的に成虫の移動を調査できない場合にも、調査圃場と他の生息場所との関係が個体群変動に及ぼす影響を検討する際に重要な示唆を与えるだろう。

タバココナジラミの被害は、寄主植物を広面積にわたり連作すると、後期に栽培したものほど大きくなると予想される。事実、ブラジルでの本種の大発生はそうであった (KOGAN and TURNIPSESS, 1987)。しかし、本種は寄主植物が空間的に連続して存在しかつ寄主植物の発育ステージが不ぞろいである場合を除けば、害虫として問題になる可能性は低いと思われる。

本稿で述べた高密度発生の生態的要因に関する推論をさらに検討するためには、詳細な調査を必要とする。成虫の移動交流を考慮して調査地を設定し、個体群をいくつかのサブポピュレーションに分け、それぞれのサブポピュレーションでの生存率、繁殖成功率、移出入率をとおして、サブポピュレーションの変動と個体群全体の変動が関連付けられるような調査を計画する必要がある。

食物資源を調査する場合、寄主植物の空間的な位置関係 (例えば畑間の距離) の情報は、成虫の移動成功率を推測する際に重要である。また昆虫にとって寄主植物の好適な時期は限られている場合が多いので、寄主植物量の調査に際してはその寄主植物の播種日 (あるいは生育ステージ) を記録すべきである。一方、寄主植物の品種の違いが昆虫個体群の増加に影響を与えることもあるので (平野ら, 1992)、品種の記録も重要である。こうした食物資源の量と質の調査は、成虫の移動分散の実態を間接的に知る手だてとして貢献できるだけでなく、個体群の変動要因の解明に重要な手がかりを与えるだろう。また、個体群の平均密度のレベルに寄主植物の畑間の距離や畑間の寄主植物の発育ステージのずれが影響すると考えられる。この問題の解明は、耕種的防除法による本種

の個体群密度の制御あるいは抑圧を考える上で必要である。

IIで、タバココナジラミと他の害虫の生態的特性を比較した。生物は、自分の適応度を最大化する方向、すなわち自分の子孫 (あるいは自分と同じ遺伝子型のコピー) をより多く残す方向に選択されてきたと考えられる。したがって、個々の害虫の持つ生態的特性が、どのような環境条件下で適応度の最大化に貢献するのかを検討することも必要であろう。そこでは、個々の害虫の生態的特性を個体群動態の研究と関連付けて研究することが不可欠である。そして、この問題の解明は、応用分野においてはそれぞれの害虫がどのような条件下で重要害虫となるかについての予測を与えるであろう。

インドネシアでのタバココナジラミに関するデータは、国際協力事業団の日本-インドネシア作物保護強化プロジェクト II (1987~92年) の成果による。インドネシア農業省食用作物保護局の S. WIGENASENTANA 局長をはじめ多くのインドネシアスタッフの協力を得た。本期間中に、奈須壮兆氏、桐谷圭治氏、日高輝展氏、梅谷献二氏をはじめ農林水産省の多くの方々からご支援・ご助力をいただいた。本稿に関し、宮井俊一氏、矢野栄二氏、山村光司氏、小西和彦氏、筑波大学藤井研究室の諸氏から有益なご助言をいただいた。安田 誠氏、森本信生氏、野田隆志氏、高橋 滋氏、永田 明氏には貴重な文献・資料をご教示いただいた。中村和雄氏、志賀正和氏、井村 治氏、松井正春氏には、本稿に対し有益なご批評をいただいた。これらの方々には厚くお礼申し上げる。

#### 引用文献

- 1) BALASUBRAMANIAN, G. et al. (1988) : Entomon 13 (2) : 141~146.
- 2) BARTLETT, A. C. and N. J. GAWEL (1993) : Science 261 : 1333~1334.
- 3) BETHKE, J. A. et al. (1991) : Ann. Entomol. Soc. Am. 84 (4) : 407~411.
- 4) BHARATHAN, N. et al. (1990) : Plant Pathol. 39 : 530~538.
- 5) BORTOLI, S. A. et al. (1982) : Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 11 (1) : 23~32.
- 6) BUTLER, Jr. G. D. et al. (1983) : Annals Entomol. Soc. Amer. 76 (2) : 310~313.
- 7) BYRNE, D. N. et al. (1990) : Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management, Intercept, Hants, pp. 227~261.
- 8) CAMPBELL, B. C. et al. (1993) : Science 261 : 1333.
- 9) CHEN, C. N. and W. F. Hsiao (1984) : Plant Protec. Bull. (Taiwan) 26 (3) : 219~229.
- 10) COHEN, S. (1990) : Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management, Intercept, Hants, pp. 211~225.
- 11) COUDRIET, D. L. et al. (1986) : Environ. Entomol. 15 : 1179~1183.
- 12) DHANDAPANI, N. et al. (1986) : Indian J. Agric. Sci. 56 (4) : 290~293.

- 13) ——— et al. (1989) : J. Entomol. Res. (New Delhi) 13(1-2) : 60~63.
- 14) DODA, J. (1988) : Pest Ecology and Pest Management, BIOTROP, Bogor (Indonesia), pp. 97~109.
- 15) GERLING, D. (1986) : Agric. Ecol. Environ. 17 : 99~110.
- 16) ——— (1990) : Whiteflies : their Bionomics, Pest Status and Management, Intercept, Hants, pp. 147~185.
- 17) ——— et al. (1986) : Agric., Ecosys. Environ. 17 : 5~19.
- 18) HATTORI, M. and A. Sato (1983) : Appl. Ent. Zool. 18 : 511~516.
- 19) HENDI, A. et al. (1987) : Bull. Soc. Entomol. Egypte 0 (65) : 101~108.
- 20) HILL, D. S. (1987) : Agricultural Insect Pests of the Tropics and their Control, Cambridge Univ., Cambridge, 746pp.
- 21) HIRANO, K. (1985) : Res. Popul. Ecol. 27 : 159~170.
- 22) ——— (1993) : Appl. Entomol. Zool. 28 : 131~140.
- 23) ——— et al. (1992) : JARQ 26 : 130~138.
- 24) ——— et al. (1993a) : Integrated Pest Management Control Component, BIOTROP, Bogor (Indonesia), pp. 69~80.
- 25) ——— et al. (1993b) : Appl. Entomol. Zool. 28 : 260~262.
- 26) 平野耕治ら (1992) : 植物防疫 46(6) : 35~40.
- 27) HOROWITZ, A. R. (1986) : Agric. Ecosys. Environ. 17 : 37~47.
- 28) ——— et al. (1984) : Acta Ecologica./Ecol. Appl. 5 : 221~233.
- 29) IWAO, S. (1971) : Proc. Adv. study Inst. Dynamics Numbers Popul. Oosterbeek, pp. 129~147.
- 30) JOHNSON, C. G. (1969) : Migration and Dispersal of Insect by Flight, Methuen, London, 763pp.
- 31) KAJITA, H. et al. (1992) : Appl. Entomol. Zool. 27 : 468~470.
- 32) KALSHOVEN, L. G. E. (1981) : The Pest of Crops in Indonesia, Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta, 701pp.
- 33) KIRITANI, K. and T. SASABA (1969) : Jpn. J. Ecol. 19 (5) : 177~184.
- 34) 桐谷圭治・法橋信彦 (1970) : ミナミアオカメムシ個体群の生態学的研究, 農林水産技術会議, 東京, 260pp.
- 35) KOGAN, M. and S. G. TURNIPSEED (1987) : Ann. Rev. Entomol. 32 : 507~538.
- 36) LOPEZ-AVILA, A. (1986) : *Bemisia tabaci*-a Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography, C. A. B., Silwood Park, pp. 3~11.
- 37) 松井正春 (1992) : 応動昆 36 : 47~49.
- 38) MELAMED-MADJAR, V. et al. (1982) : Phytoparasitica 10(2) : 85~91.
- 39) MIYAI, S. et al. (1992) : Proceedings of Forecasting the Occurrence of Insect-Borne Virus Disease in Paddy and Soybean Fields, FFTC/DFCP/JICA, Jakarta, pp. 122~129.
- 40) 宮崎昌久 (1984) : 作付体系に係わる豆類研究強化プロジェクト総合報告書, 国際協力事業団, 東京, pp. 253~258.
- 41) MOUND, L. A. and S. H. Halsey (1978) : Whitefly of the World, John Wiley & Sons, London, 340 pp.
- 42) 内藤 篤 (1961) : 応動昆 5(2) : 98~102.
- 43) NAITO, A. and HARNOTO (1987) : JARQ 20 : 154~160.
- 44) NAKAMURA, K. and T. OHGUSHI (1983) : Res. Popul. Ecol. 25 : 1~19.
- 45) 大串隆之 (1987) : 日生態会誌 37 : 31~47.
- 46) 大戸謙二 (1990) : 植物防疫 44(6) : 264~266.
- 47) 奥 俊夫・小林 尚 (1978) : 東北農業試験場報告 58 : 97~209.
- 48) PERRING, T. M. et al. (1993) : Science 259 : 74~77.
- 49) POWELL, D. A. and T. S. Jr. BELLWS (1992) : J. Appl. Entomol. 113(1) : 68~78.
- 50) 酒井清六 (1949) : 昆虫 17(5) : 54~55.
- 51) SAMUDRA, I. M. and A. NAITO (1991) : Proceeding of Final Seminar of the Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crops Production, AARD/CRIC/BORIF/JICA, Bogor (Indonesia), pp. 51~55.
- 52) SCHUSTER, D. J. et al. (1990) : Hortscience 25 : 1618~1620.
- 53) SINGH, H. and M. S. DHOORIA (1971) : Indian J. Ent. 33 (2) : 123~130.
- 54) STONE, M. W. (1965) : Tech. Bull. U. S. Dep. Agric. 1321 : 1~46.
- 55) TALEKAR, N. S. (1987) : Soybeans for the Tropics, John Wiley & Sons, New York, pp. 25~45.
- 56) 田中 正 (1976) : 野菜のアブラムシ, 日植防, 東京, 220pp.
- 57) Van der Goot, P. (1930) : [English translation from Dutch by AVRDC, 1984] Agromyzid Flies of Some Native Legume Crops in Java, AVRDC, Shanhu (Taiwan), 98pp.
- 58) WAKAMURA, S. et al. (1990) : Appl. Entomol. Zool. 25 : 447~456.
- 59) 山中久明ら (1975) : 高知農林研報 7 : 1~7.
- 60) 安田慶次 (1979) : 九病虫研会報 25 : 107~109.
- 61) YOKOMI, R. K. et al. (1990) : Phytopathology 80 : 895~900.

## 本会発行図書

### 農薬適用一覧表(平成5農薬年度)

農林水産省農薬検査所 監修

定価 3,000円(本体 2,913円) 送料 380円

A5判 394ページ

平成5年9月30日現在, 当該病害虫(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で, 殺菌剤, 殺虫剤, 除草剤, 植物成長調整剤に分け, 各作物ごとに適用のある農薬名とその使用時期, 使用回数を分かりやすく一覧表としてまとめ, 付録として, 毒性及び魚毒性一覧表及び農薬商品名・一般名対比表を付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病害虫防除に関係する方の必携書として好評です。