

# マイクロサテライト DNA マーカーを利用した天敵評価

(独)農業生物資源研究所 <sup>ひのもと</sup> 日本 <sup>のりひで</sup> 典秀\*・<sup>ひがき</sup> 檜垣 <sup>ともみ</sup> 智美\*\*・<sup>まえだ</sup> 前田 <sup>たろう</sup> 太郎

岡山県農業総合センター農業試験場 <sup>なが</sup> 長 <sup>もり</sup> 森 <sup>しげ</sup> 茂 <sup>ゆき</sup> 之\*\*\*

三重県農業研究所茶業研究室 <sup>とど</sup> 富 <sup>ころ</sup> 所 <sup>やす</sup> 康 <sup>ひろ</sup> 広\*\*\*\*

## はじめに

環境負荷を低減した持続的農業を実現するためには、害虫防除における天敵昆虫類の利用は必須である。現在、生物農薬として登録されている十数種の天敵昆虫・ダニ類のほとんどが施設栽培での登録であり、着実に防除効果をあげている。一方、露地栽培の作物では、利用可能な生物農薬がほとんどないため、野外に土着する天敵を保護・導入して利用する研究が進められている。これら天敵の害虫防除効果は、通常、天敵と害虫の個体群動態を検証して評価することになる。

近年、様々な害虫種・天敵種で DNA マーカーが作成され、種の識別などに用いられるようになってきた。しかし、放飼した天敵の効果を評価するためには、放飼した天敵と同種の土着天敵を区別しなければならない。また、土着天敵がどこから来るのか、といった問題には移動・分散のモニタリングが必要となる。ところが、多くの天敵は微小で目視によるモニタリングは困難であるうえ、そもそも世代を超えた長期間のモニタリングは不可能である。このようなモニタリングには、種内変異を利用した遺伝的な識別法が有効である (BROQUET and PETIT, 2009)。高度な種内多型の分析が可能なマイクロサテライト DNA マーカーを用いることで、放飼天敵の評価、土着天敵の移動解析、さらには大量増殖する天敵の品質管理が可能になると期待できる。

本稿では、このマイクロサテライト DNA マーカーをどのように天敵評価に利用するかを実例を挙げながら紹介したい。

## I マイクロサテライトとは

マイクロサテライト (microsatellite) とは、数塩基の

Evaluation of Natural Enemies using Microsatellite DNA Markers. By Norihide HINOMOTO, Tomomi HIGAKI, Tarō MAEDA, Shigeyuki NAGAMORI and Yasuhiro TODOKORO

(キーワード: 生物的防除, 生物農薬, 土着天敵, 品質管理, DNA マーカー, マイクロサテライト)

\* 現所属: (独)農研機構中央農業総合研究センター, \*\* 現所属: 岩手県盛岡市, \*\*\* 現所属: 岡山県農林水産総合センター普及連携部, \*\*\*\* 現所属: 三重県農業大学校

単純な塩基配列 (例えば AG や TTC 等) が繰り返し現れるゲノム上の DNA 領域である。単純反復配列 (simple sequence repeat; SSR) もしくは縦列反復配列 (short tandem repeat; STR) 等とも呼ばれる。種によってその出現頻度は異なるが、ゲノム中に広く存在している。この反復領域の両端に PCR 用のプライマーを設計して増幅し、DNA 領域の長さの違いを電気泳動によって検出する。この反復数の変異が大きいこと、また選択に対して中立であることから、種内多型マーカーとして非常に有用である。DNA 複製の際に反復配列で DNA 合成がずれることが、多型出現の最も大きな原因とされている。また、共優性の遺伝的マーカーであるので、ホモ接合体とヘテロ接合体を見分けることができることが有利な点である。

## II マイクロサテライト DNA マーカーの作成と検出

マイクロサテライト DNA マーカーの作成法は、これまでも様々な報告がある (ZANE et al., 2002 など) が、私たちが行っている方法を簡単に紹介したい。本方法は、SCHLÖTTERER and PEMBERTON (1998) および HAMILTON et al. (1999) の方法を改変して用いているものである。

まず、マーカーを作成したい種の個体を破碎してゲノム DNA を抽出し、*NheI* を含む 2 種類の制限酵素で切断する。この段階で、ゲノムが様々な長さの断片に分割される。そしてそれぞれの断片の両端に SNX リンカー (HAMILTON et al., 1999) を接続するが、このとき同時に制限酵素 *XmnI* で処理することで複数の断片が縦列につながることを防ぐことができる。その後、スピンカラムによって約 400 塩基以下の短い断片を取り除き、リンカー上に設計したプライマーを用いて PCR を行う。3' 末端をビオチン修飾した反復配列 ((AC)<sub>16</sub> もしくは (TC)<sub>16</sub>) と、この PCR 産物をハイブリダイズさせた後、ストレプトアビジンでコートされた磁気ビーズを用いて反復配列を持つゲノム領域のみを選択する。ビオチンとストレプトアビジンは結合する性質を持っているので、ここで効率的にマイクロサテライト配列を持つゲノム領域のみを選抜することができる。これを再度 PCR し、

TA クローニングを行い、マイクロサテライト濃縮ゲノムライブラリーを作成する。スピンカラムによる選抜と PCR を組合せて行うことにより、クローニングに適した適当なサイズのもののみが選抜されるとともに、いったん増幅の過程を経るのでダニのような微小な生物 1 個体からでもマイクロサテライト DNA マーカーが作成できる。

多型検出は電気泳動によって行うが、マイクロサテライトの変異は数塩基の反復であるので、1 塩基の差も検出できる高精度な電気泳動装置が必要である。通常は、プライマーに蛍光色素を付けて PCR を行い、キャピラリー型シーケンサーでフラグメント解析を行う。これにより、PCR 産物の長さからマイクロサテライトの反復数を正確に求めることが可能である。

### III 天敵の品質管理：飼育による多様性の減少

昆虫類は飼育によって遺伝的多様性が減少することがよく知られている (MACKAUER, 1976 ; WAJNBERG, 2003 ; MIYATAKE, 2011)。飼育開始時点の創始者効果と、飼育過程における遺伝的浮動によって遺伝子頻度の変化や多様性の減少が起っていると考えられる。ここでは、ケナガカブリダニの例 (MAEDA and HINOMOTO, 2006 a) を紹介したい。

野外で採集されたケナガカブリダニ個体群を 12 か月間、少なくとも 40 個体以上の規模で飼育した系統 (多個体飼育) と、10 個体ずつ継代した系統 (少数飼育) で、飼育開始時と比較してどの程度遺伝子頻度、多様性に変化があったかを、マイクロサテライト 3 遺伝子座 (HINOMOTO and MAEDA, 2005) を用いて比較した。その結果、多個体飼育では 12 か月後もほとんど遺伝子頻度の変化や遺伝的多様性の減少が見られなかった (表-1)。一方、少数飼育では明らかな遺伝的多様性の減少が見られ、低頻度だった対立遺伝子が失われ、特定の対立遺伝子に固定する現象が見られた (図-1)。このことから、本種は少なくとも 40 個体以上の規模で飼育すれば、遺

伝的組成の変化を食い止めることが可能であると推察された。

なお、この間、この研究で対象とした匂い応答性には変化は見られなかった (MAEDA and HINOMOTO, 2006 b) が、こうした遺伝的多様性の減少が予期せぬ適応度の低下などにつながる可能性もある。

マイクロサテライト DNA マーカーは、野外採集個体群のみならず生物農薬などの飼育系統の品質管理への応用も期待できる。また、生物農薬は遺伝的多様性が低いことから、特徴的な遺伝的組成を示し、野外に放飼した生物農薬を検出することも可能である。次節ではその例を紹介する。

### IV 放飼天敵の評価：タイリクヒメハナカメムシの放飼効果

タイリクヒメハナカメムシは、我が国土着の捕食性カメムシである。アザミウマの生物農薬として 2001 年に初めて登録され、現在、4 剤が販売されている。その防除効果は様々な実証研究において証明されており、現場において最も普及している生物農薬の一つである。

通常、放飼した天敵は、標的害虫の密度が抑制され、天敵の個体群動態がそれを支持するような推移をたどった場合に効果があったとされる。チリカブリダニなど海外からの導入天敵であれば外部からの侵入はあり得ないので、ハウス内密度がそのまま放飼効果につながる。しかし土着天敵の場合は、放飼した生物農薬系統なのか野外からの侵入であるのかを区別できない。施設栽培であっても完全な閉鎖空間であることは少なく、野外からの侵入が疑われる場合も多いからである。ここで、種内多型マーカーであるマイクロサテライトを用いることでこの問題を検証した例 (長森・日本, 2004 ; HINOMOTO et al., 2009) を紹介したい。

試験は、岡山県笠岡市において促成栽培ナスのビニルハウス 2 棟を用いて行った。一棟は、タイリクヒメハナカメムシ剤 (アリスタライフサイエンス社タイリク®, 以下放飼系統) を放飼し、ヒメハナカメムシ類に影響の

表-1 ケナガカブリダニ個体群の飼育による遺伝的指標の変化  
値は 5 個体群の平均値。固定指数は採集時個体群との比較 (MAEDA and HINOMOTO, 2006 より改変)

飼育条件	調査個体数	対立遺伝子数	対立遺伝子の豊富さ (allelic richness)	遺伝子多様度 (gene diversity)	固定指数 ( $F_{ST}$ )
採集時	95	5.60	5.52 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	—
毎世代 40 個体以上	106	4.60	4.47 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	0.03 <sup>a</sup>
毎世代 10 個体	104	2.07	2.05 <sup>b</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.33 <sup>b</sup>

肩付き英字が異なるもの間では有意差あり。

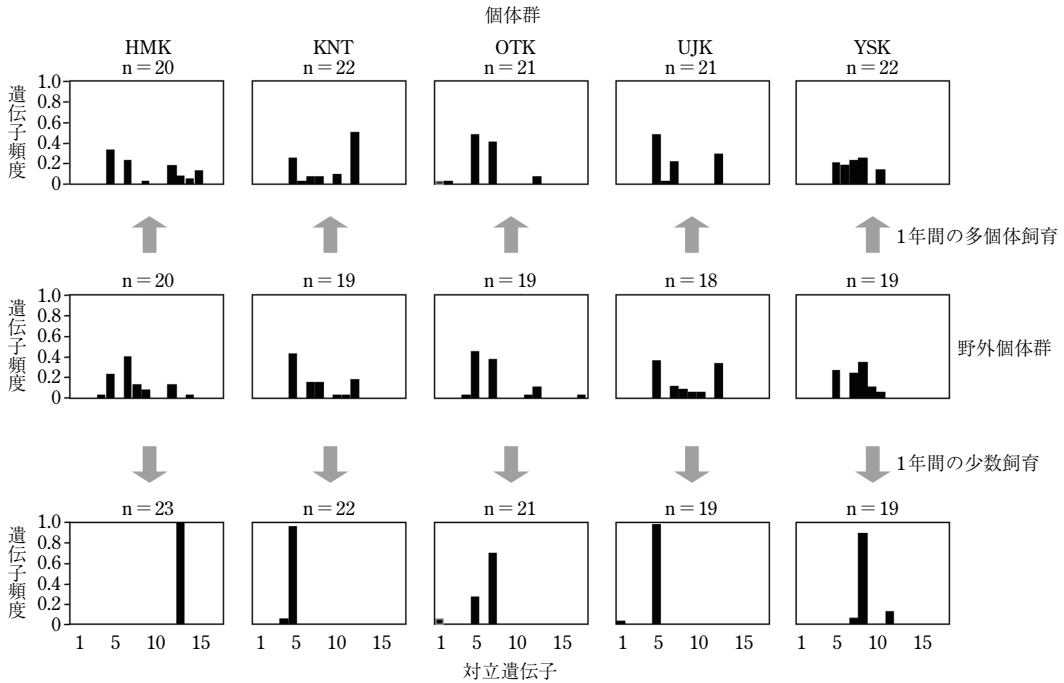


図-1 飼育によるケナガカブリダニ5個体群の対立遺伝子頻度の変化

上段：40個体以上の継代飼育12か月後，中段：採集時，下段：10個体での継代飼育12か月後．40個体以上の飼育では，対立遺伝子数の減少や遺伝子頻度の大きな変化は見られないが，10個体飼育では明らかに対立遺伝子が減少している (MAEDA and HINOMOTO, 2006 a より改変)．

表-2 試験ハウスおよび周辺雑草地にて採集され，マルチプレックスPCR法によって同定されたヒメハナカメムシ類の種構成 (HINOMOTO et al., 2009 より改変)

採集地点	タイリクヒメハナカメムシ	ナミヒメハナカメムシ	ツヤヒメハナカメムシ	調査個体数
IPM区	91.7%	8.3%	0.0%	24
慣行区	79.4%	17.6%	2.9%	34
雑草地	29.0%	32.3%	38.7%	31

少ないピリプロキシフェン乳剤を2回散布したのみのIPM区，もう一棟は，天敵放飼は行わず慣行の殺虫剤を8回散布した慣行区とした。

IPM区では10月のタイリク初回放飼以降6月末の最終調査まで全期間を通じてヒメハナカメムシ類の発生が認められ，また，アザミウマの密度も低く抑えられた。一方慣行区では，春の換気開始時期までヒメハナカメムシ類の発生が全く認められず，薬剤散布を行ったにもかかわらずアザミウマの密度は5月以降指数関数的に増加した。このことから，IPM区の害虫防除は成功したと結論できる。しかし，ヒメハナカメムシ類は野外にも分布するため，IPM区で確認されたヒメハナカメムシ類が放飼系統の後代である証拠はない。調査終了後にハウス内および周辺雑草地から採集したヒメハナカメムシ類

の種構成を表-2に示す。慣行区のハウス内でも薬剤散布終了後にはヒメハナカメムシ類が見られることから，野外からハウス内への侵入は頻繁に起こっているものと推察される。また，タイリクヒメハナカメムシのみを放飼したIPM区でナミヒメハナカメムシが観察されたことも，野外からハウス内への侵入を示している。減農薬のIPM区には侵入した天敵も定着しやすいと考えられる。したがって，全試験期間を通じてヒメハナカメムシ類が見いだされたことは，IPM区で放飼系統が定着したことを証明するものではない。種構成では，ハウス周辺の雑草区ではタイリクヒメハナカメムシは優占種ではなく，IPM区のタイリクヒメハナカメムシの割合は高い。しかし，ヒメハナカメムシ類を放飼していない慣行区でも同様に本種が優占種である。このことは，土着の

タイリクヒメハナカメムシが他種と比較してハウス内に侵入しやすいことを示しているのかもしれない。

そこで、マイクロサテライト DNA マーカー (HINOMOTO et al., 2006) を用いて、採集された個体の遺伝的組成を調査した。集団間の遺伝的分化は、集団遺伝学的解析によく用いられる固定指数  $F_{ST}$  (NEI, 1973) という値を用いて検証した。この値は、遺伝的分化が大きくなれば値も大きくなり、逆に小さければ 0 に近づくという値である。

採集したヒメハナカメムシ類は、形態による雌雄識別後に個体別に DNA を抽出し、マルチプレックス PCR 法 (HINOMOTO et al., 2004) によって種の識別を行った。タイリクヒメハナカメムシと同定されたものについて、マイクロサテライト 3 遺伝子座の遺伝子型を決定した。

まず、比較対象として、中国四国地域の他の野外個体群 (岡山, 広島, 米子, 高松) の遺伝的組成を調査した。野外 4 個体群間では固定指数はほぼ 0 (図-2A) であり、山陰から四国にわたる広範囲でタイリクヒメハナカメムシの遺伝的組成は非常に似通っていることが明らかになった。一方、放飼系統とこれら野外個体群間では、比較的大きな値を示した (図-2C)。このことから、この地域の野外個体群と放飼系統は容易に識別できることが明らかとなった。これに比較して、放飼ハウス個体群と放飼系統の固定指数は非常に小さくほぼ 0 であり (図-2E)、遺伝的に同一と考えられる。こうしたことから、ハウスから採集されたタイリクヒメハナカメムシは放飼

した生物農薬系統の子孫であることが確認できた。すなわち、単に減農薬が土着の天敵の侵入・定着を招いたのではなく、放飼した系統そのものが定着・増殖して有効にアザミウマの防除につながったと考えられる。

## V 土着天敵の移動解析：ケナガカブリダニ保護管理単位の決定

施設栽培と異なり、露地栽培の野菜、果樹、チャ等では生物農薬の登録が限られるため、土着天敵の保護利用が中心になる。殺虫剤などの薬剤の使用を控えたり、使用するにしても天敵に影響の少ない薬剤に限る等の対策のほか、周辺植生の管理による積極的な土着天敵の保護が求められる。

チトニア (メキシコヒマワリ) を天敵温存植物として利用してチャの重要害虫であるカンザワハダニの密度抑制を試みた研究がある (富所・磯部, 2010)。チャ圃場に植栽したチトニアにあらかじめナミハダニを接種しておく、土着のケナガカブリダニが集まり、ナミハダニを捕食して増殖する。ナミハダニはチャには寄生しないので、ケナガカブリダニの代替餌としては最適である。増殖したケナガカブリダニは、ナミハダニを食い尽くすとチャに移動し、カンザワハダニを捕食する。

実際にこのような天敵温存植物を利用する場合、どの程度の密度で圃場内に植栽すればよいのだろうか。カブリダニは翅を持たず、圃場内の近距離移動は主に歩行によるものと考えられる。したがってカブリダニが歩行による移動分散を行える範囲に、ある程度の頻度でチトニアを植栽しなくてはならないと予想できるが、これまでにその定量的評価法はなかった。そこで、マイクロサテライト DNA マーカーを用いてその評価を試みた (HINOMOTO et al., 2011)。

チャ圃場内の 4 か所から、チャのカンザワハダニ寄生葉およびチトニアのナミハダニ寄生葉を実験室に持ち帰り、葉上のケナガカブリダニを採集した。個体別に DNA 抽出を行い、マイクロサテライト DNA マーカー 10 遺伝子座を用いて遺伝子型を決定した (図-3)。ベイズ法に基づくクラスター分析によって、この圃場で採集されたカブリダニは、もともと 3 つの遺伝的に異なる系統に属すると推定された。個体別にその由来を見ると、B, C, T の 3 か所で採集された個体は 2 つの系統の交雑による個体が多く見られたが、A から採集された個体はそれとは異なる系統に由来することが示唆された。ここで T はチトニアであり、もともとカブリダニがいなかった地点である。したがって、B や C を含む範囲からこのチトニア上に集まってきたものと考えられる。A

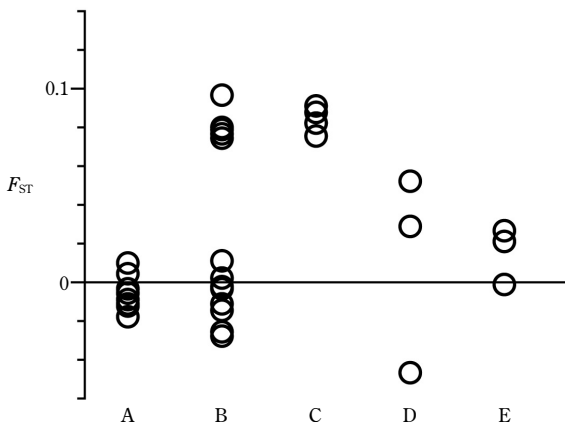


図-2 採集されたタイリクヒメハナカメムシ個体群間の固定指数 ( $F_{ST}$ )

記号は以下の個体群間の比較。A：中国四国地域のセイトカアワダチソウで採集された野外個体群間，B：野外個体群とハウス個体群間，C：野外個体群と放飼系統間，D：放飼ハウス個体群間，E：放飼ハウス個体群と放飼系統間 (HINOMOTO et al., 2009 より改変)。



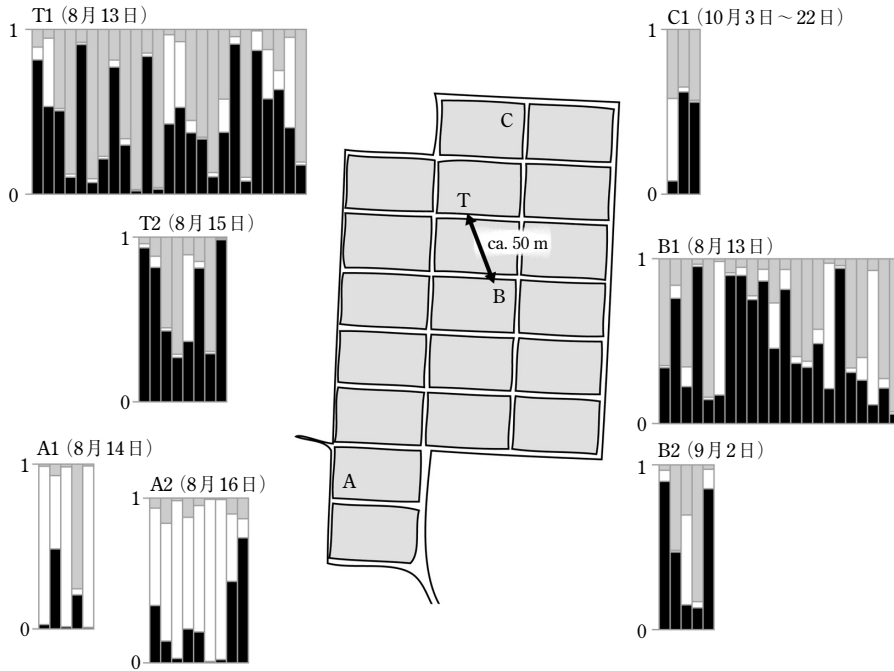


図-3 三重県茶業研究室圃場におけるケナガカブリダニ採集地点と、採集個体の遺伝的構成  
棒グラフ1本ずつが1個体を示し、色分けはそれぞれの遺伝的集団に由来する確率を示す  
(HINOMOTO et al., 2011 より改変).

～B間の距離は約100mであり、この間に遺伝子交流はあまり見られないが、B～T、C～Tの距離は約50mであり、この程度の範囲であれば同一の遺伝的組成を持った集団であるといえるだろう。遺伝的に似ているということは、移動・分散や交配・繁殖による遺伝子交流が起こっていることを示す。したがって、この半径50mという範囲が、このチャ園でのケナガカブリダニ繁殖集団の範囲といえるだろう。このことから、植栽管理は半径50m程度の範囲を単位に考えると、効率よく土着カブリダニを保全することが可能になると期待できる。

また、ここでは2回の採集を行っているが、1回目と2回目の間にはクロチアニジン水剤とピリダベン水和剤の散布が行われている。このうちピリダベン水和剤は、カブリダニへの影響が考えられる薬剤である。サイトBでは、8月13日採集の個体群(B1)に比べて9月2日採集個体群(B2)では採集された個体数が減っているが(図-3)、これは薬剤散布による影響なのだろうか。チトニア(T)には薬剤散布を行っていないので、B2個体群は、いったんチトニアに退避した個体もしくはその後代が戻ってきたのかもしれない。しかし、個体群動態からケナガカブリダニは10日で4m程度しか移動しないことが判明しており(富所・磯部, 2010)、約50m

離れたチトニアから短期間で戻ってくるとは考えにくい。遺伝的組成もB1とB2で酷似していることから、B2個体群は薬剤散布後も生き残ったB1個体群の後代である可能性が高い。このように、マイクロサテライトDNAマーカーを用いることで圃場管理が土着天敵個体に及ぼす影響も明らかにすることができる。

## おわりに

マイクロサテライトDNAマーカーの作成事例は近年ますます増えてきており、また、新たな解析方法・ソフトウェアも次々と報告されている。次世代DNAシーケンサーが普及し、様々な昆虫種のゲノム解読が迅速に行われるようになれば、マーカーの開発自体ももっと簡単になると期待できる。本稿で紹介した事例は、それぞれ一圃場の一時期だけにおけるケーススタディにすぎないが、こうした方法が普及することにより、圃場ごとのオーダーメイド分析が可能になるであろう。そして、その分析結果により天敵を詳細に評価することで、より効果的に天敵を害虫防除に利用できる時代が来ることを期待したい。

## 引用文献

- 1) BROQUET, T. and E. J. PETIT (2009): Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.

- 40: 193 ~ 216.
- 2) HAMILTON, M. B. et al. (1999): *BioTechniques* **27**: 500 ~ 507.
- 3) HINOMOTO, N. et al. (2004): *Biol. Control* **31**: 276 ~ 279.
- 4) ——— et al. (2006): *Appl. Entomol. Zool.* **41**: 499 ~ 506.
- 5) ——— et al. (2009): *JARQ* **43**: 281 ~ 288.
- 6) ——— et al. (2011): *Exp. Appl. Acarol.* **53**: 1 ~ 15.
- 7) ——— and T. MAEDA (2005): *J. Acarol. Soc. Jpn.* **14**: 25 ~ 30.
- 8) MACKAUER, M. (1976): *Annu. Rev. Entomol.* **21**: 369 ~ 385.
- 9) MAEDA, T. and N. HINOMOTO (2006 a): *Int. J. Acarol.* **32**: 93 ~ 98.
- 10) ——— (2006 b): *ibid.* **32**: 99 ~ 102.
- 11) MIYATAKE, T. (2011): *Appl. Entomol. Zool.* **46**: 3 ~ 14.
- 12) 長森茂之・日本典秀 (2004): 岡山県農業総合センター農業試験場研究報告 **22**: 59 ~ 63.
- 13) NEI, M. (1973): *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **70**: 3321 ~ 3323.
- 14) SCHLÖTTERER, C. and J. PEMBERTON (1998): *Molecular approaches to ecology and evolution* (DeSalle R. and Schierwater B.編), Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland. p. 71 ~ 86.
- 15) 富所康広・磯部宏治 (2010): *応動昆* **54**: 1 ~ 12.
- 16) WAINBERG, E. (2003): *Genetics, evolution and biological control* (Ehler LE, et al.編), CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 19 ~ 37.
- 17) ZANE, L. et al. (2002): *Mol. Ecol.* **11**: 1 ~ 16.

(新しく登録された農薬 13 ページからの続き)

- ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル M 粉剤 ※新規参入  
22898: ホクサンタチガレエース M 粉剤 (ホクサン) 11/03/02  
ヒドロキシイソキサゾール: 4.0%, メタラキシル M: 0.25%  
稲 (箱育苗): 苗立枯病 (ピシウム菌), 苗立枯病 (フザリウム菌), ムレ苗防止, 根の生育促進: は種前
- ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル M 液剤 ※新規参入  
22899: ホクサンタチガレエース M 液剤 (ホクサン) 11/03/02  
ヒドロキシイソキサゾール: 30.0%, メタラキシル M: 2.0%  
稲 (箱育苗): 苗立枯病 (フザリウム菌), 苗立枯病 (ピシウム菌), ムレ苗防止, 根の生育促進, 移植時の活着促進: は種時又は発芽後

#### 「除草剤」

- アジメスルフロン・カフェンストロール・ピラゾキシフェン・ベンゾピシクロン粒剤 ※新混合剤  
22890: ブロードカット 1 キロ粒剤 (石原産業) 11/03/02  
アジメスルフロン: 0.12%, カフェンストロール: 2.1%, ピラゾキシフェン: 10.0%, ベンゾピシクロン: 2.0%  
移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ (北海道, 東北), ミズガヤツリ (北海道を除く), ウリカワ, ヒルムシロ, セリ (東北を除く), アオミドロ・藻類による表層はく離 (関東・東山・東海)
- カフェンストロール・ダイムロン・ピラゾキシフェン・ベンゾピシクロン粒剤 ※新剤型  
22892: トビキリ 500 グラム粒剤 (石原産業) 11/03/02  
カフェンストロール: 4.2%, ダイムロン: 8.4%, ピラゾキシフェン: 20.0%, ベンゾピシクロン: 4.0%  
移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ, ウリカワ, ヒルムシロ
- リニュロン水和剤  
22895: 丸和ロックス (丸和バイオケミカル) 11/03/02 ※名称変更  
22896: 日農ロックス (日本農薬) 11/03/02 ※新規参入  
22897: ホクサンロックス (ホクサン) 11/03/02 ※新規参入  
リニュロン: 50.0%  
いんげんまめ, はっか, だいず, えだまめ, らっかせい, とうもろこし, 飼料用とうもろこし, にんじん, ばれいしょ,

さといも, こんにゃく, やまのいも, やまのいも (むかご), 麦類 (秋播), アスパラガス, かんしょ, ぶどう (成木), りんご, もも, なし, うめ, かき, にんにく, ねぎ (本畑), あさつき, なら, セルリー, ソルガム, とうき, たらんぎ, 食用ゆり, わさびだいこん, べにばないんげん, みつば, らっきょう, おうぎ, 桑, 一年生雑草

- イマザビル液剤 ※新規参入  
22900: プロサルト液剤 (理研グリーン) 11/03/02  
イマザビル: 25.0%  
樹木等 (鉄道, 工場敷地 (タンクヤード等), 道路): 一年生雑草, 多年生雑草, クズ, ササ類
- グルホシネート P ナトリウム塩液剤  
22901: ザクサ液剤 (明治製菓) 11/03/15  
22902: ホクコーザクサ液剤 (北興化学工業) 11/03/15  
グルホシネート P ナトリウム塩: 11.5%  
果樹類 (かんきつ, りんご, びわ, いちよう (種子), くり, キウイフルーツを除く): 一年生雑草, 多年生雑草  
かんきつ, りんご, キウイフルーツ, びわ, いちよう (種子), くり: 一年生雑草, 多年生雑草  
なす, トマト, ミントマト, メロン, キャベツ, ほうれんそう, 水田作物: 一年生雑草  
水田作物 (水田畦畔): 一年生雑草, 多年生雑草  
樹木類: 一年生雑草  
樹木等 (公園, 庭園, 堤とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地, のり面, 鉄道等): 一年生雑草, 多年生雑草
- シメトリン・ペノキスラム・MCPB 粒剤 ※新混合剤  
22903: ブイゴール SM1 キロ粒剤 (北興化学工業) 11/03/16  
シメトリン: 4.5%, ペノキスラム: 0.30%, MCPB: 2.4%  
移植水稲: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ウリカワ, ミズガヤツリ, ヘラオモダカ (東北), ヒルムシロ, アオミドロ・藻類による表層はく離 (東北)
- DCMU 水和剤 ※新規参入  
22908: ホクコーダイロンゾル (北興化学工業) 11/03/16  
DCMU: 50.0%  
ばれいしょ, やまのいも, だいず, 水田作物 (水田畦畔): 一年生雑草

#### 「植物成長調整剤」

- イソプロチオラン液剤 ※新剤型  
22893: ザルート液剤 (日本農薬) 11/03/02  
イソプロチオラン: 0.010%  
きく: さし木の発根促進及び発生根数の増加