

# 施設イチゴにおける「飛ばないナミテントウ」の特徴と利用法

兵庫県立農林水産技術総合センター  
 田中 雅也・八瀬 順也・柳澤 (松原) 由加里・  
 山下 賢一

## はじめに

ナミテントウは、アブラムシ類の有力な捕食性天敵として知られているが、活発に飛翔するため、圃場に定着しにくいという欠点があった。世古らは、飛ぶ能力の低い個体の選抜・交配を繰り返すことにより、飛ばない系統のナミテントウ（以下、飛ばないナミテントウ）を作出した（SEKO et al., 2008；世古, 2009）。飛ばないナミテントウは圃場への定着性がよく、アブラムシに対する密度抑制も確認されている（SEKO et al., 2008；世古, 2009）。

飛ばないナミテントウの実用化に向け、近畿中国四国農業研究センターを中核機関とし、岡山大学、(株)アグリ総研、大阪府環境農林水産総合研究所、奈良県農業総合センター、和歌山県農林水産総合技術センター、徳島県立農林水産総合技術支援センターおよび兵庫県立農林水産技術総合センターは新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「多種多様な栽培形態で有効な飛ばないナミテントウ利用技術の開発」による共同研究（略称：飛ばテンプロジェクト）を実施した（2008～10年度）。本プロジェクトにおいて、生物農薬としての商品化のための技術開発および様々な栽培形態の作物における利用法が検討された（国本, 2010；世古, 2011；安達・柴尾, 2011；井口ら, 2011；松原ら, 2012等）。

筆者らは、施設イチゴにおける飛ばないナミテントウを基幹としたアブラムシ防除法について検討しており、本稿では、施設イチゴにおける飛ばないナミテントウの特徴と利用法について紹介する。

## I 施設イチゴで利用するメリット

施設イチゴで飛ばないナミテントウを利用する場合のメリットを以下に挙げる。

- ・栽培期間が長いので、放飼次世代の捕食効果も期待で

Characteristics and Application of Flightless Strain of *Harmonia axyridis* for Aphids on Strawberry in Greenhouses. By Masaya TANAKA, Junya YASE, Yukari M. YANAGISAWA and Ken-ichi YAMASHITA

（キーワード：ナミテントウ、飛翔不能系統、イチゴケナガアブラムシ、施設イチゴ、生物防除）

きる

- ・ミツバチを導入することから、あらかじめ使用農薬に対する配慮がされている（天敵を導入しやすい環境にある）
- ・出荷対象が果実なので、茎葉に少数のアブラムシがいっても品質への影響が少ない
- ・主に冬季の施設内での使用となり、気温の低い施設外への逃亡が少ない
- ・アブラムシがいなくての代替餌として花粉などを利用するので、花数の多いイチゴではアブラムシの発生密度にかかわらず圃場への長期滞在が可能となり、密度抑制効果の持続が期待できる
- ・一般に使われている畝のマルチ被覆が、施設内での歩行による移動を容易にする
- ・主に生食用に流通するイチゴでは、安全・安心な取組をPRしやすい

なお、施設イチゴではハスモンヨトウ、ハダニ類、アザミウマ類等が発生するが、サイドネット被覆や天敵のカブリダニ類の利用等、物理的・生物的防除を組合せた総合的な体系防除が普及している。飛ばないナミテントウの導入は、このような技術と合わせて利用することができるのでメリットはさらに大きい。

## II 施設イチゴにおける利用法

### 1 アブラムシ密度と抑制効果

アブラムシ密度と密度抑制効果の関係を明らかにするため、2010年に兵庫県立農林水産技術総合センター（加西市）内のイチゴ栽培施設において、イチゴケナガアブラムシ（以下、アブラムシ）を対象に、アブラムシ密度が異なる条件で飛ばないナミテントウ成虫2頭/m<sup>2</sup>を放飼した。結果、低密度区（放飼時アブラムシ密度58頭/株）ではアブラムシ密度を抑制することができたが、中密度区（同120頭/株）および高密度区（同221頭/株）では無放飼区と比較して密度抑制効果は見られたものの、増加を抑えることはできなかった（図-1）。これらことから、アブラムシ密度が約50頭/株までが飛ばないナミテントウの放飼適期と考えられる。この条件を天敵：害虫の密度比で表すと、およそ1：100である。

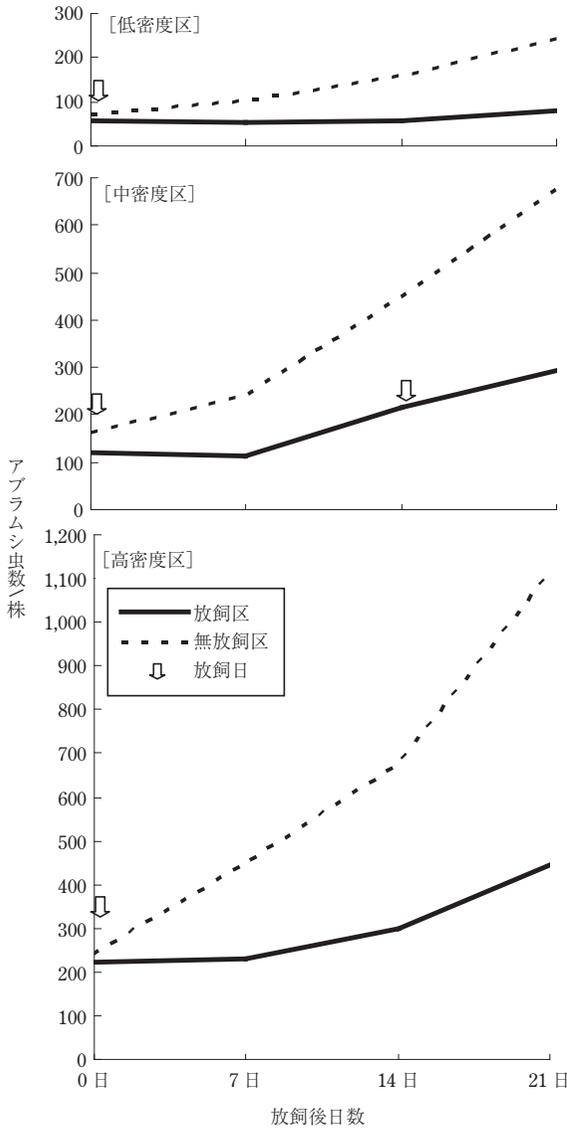


図-1 施設イチゴにおける飛ばないナミテントウ放飼後のアブラムシ密度推移

兵庫県立農林水産技術総合センター（加西市）内の施設で実施。施設内をビニルシートで3×5.8mに仕切り、各試験区を設定。栽植密度は80株/区。2010年1月5日にイチゴケナガアブラムシを全株一様に接種。調査対象は区内16株の調査株のアブラムシ数。松原ら（2012）を改変。  
※中密度区では密度急増時の対応として14日後に追加放飼を実施。

なお、成虫2頭/m<sup>2</sup>の1回放飼と2齢幼虫10頭/m<sup>2</sup>の2回放飼は同等の密度抑制効果が確認されていることから（田中ら，2011a），幼虫放飼の場合も、アブラムシ

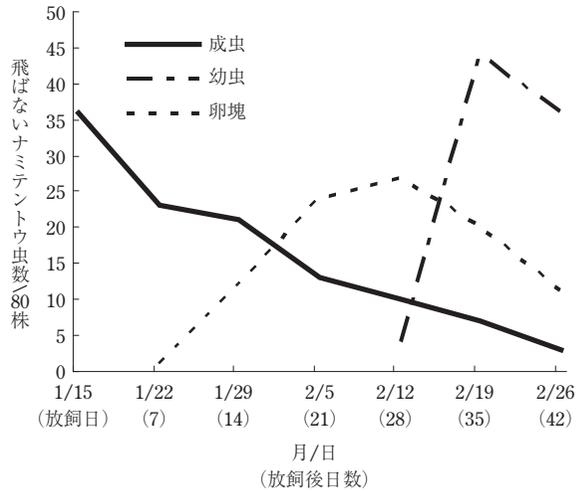


図-2 施設イチゴにおける飛ばないナミテントウ放飼後のステージ別虫数

兵庫県立農林水産技術総合センター（加西市）内の施設で実施。施設内をビニルシートで3×5.8mに仕切り、各試験区を設定。栽植密度は80株/区。2010年1月5日にイチゴケナガアブラムシを全株一様に接種。調査対象は区内全株およびその周辺マルチ上の发育ステージ別ナミテントウ個体数。松原ら（2012）を改変。

シ密度が約50頭/株までが放飼適期と考えられる。

## 2 放飼虫の個体群動態

成虫の放飼後、飛ばないナミテントウの生育ステージ別個体数を調べたところ、成虫個体数は漸減したが、放飼7日後から卵塊、放飼28日後から次世代幼虫の発生が確認された（図-2）。放飼次世代の幼虫が出現することでアブラムシ密度を持続的に抑制することが期待できる。しかし、次世代虫が出現するまでの間、捕食圧が一時的に弱くなるおそれもある。アブラムシの発生密度に応じ複数回放飼することで、放飼次世代による密度抑制効果と合わせて効果が安定すると考えられる。

## 3 放飼虫の移動・分散特性

飛ばないナミテントウの移動手段は成虫、幼虫とも歩行に限定される。イチゴ栽培施設内における放飼後の動態を調べたところ、成虫は、放飼した畝内のみを移動・分散する傾向が高く、分散距離は放飼場所を基点にすると1日当たり約1mであった（田中ら，2012a）。また、放飼後すみやかに放飼した株から移動する傾向が見られた（田中ら，2012a）。移動方向に偏りが見られなかったことから、畝ごとに約10m間隔で放飼すると、5日間を圃場内に行き渡ると考えられる。

幼虫は、アブラムシが局所的に発生している状況でア

アブラムシ発生株に定着する傾向が見られたが、アブラムシが一様に発生している状況では放飼した株からすみやかに移動する傾向が見られた(田中ら, 2012 a)。アブラムシが局所発生している状況では発生株を中心に放飼することで効率的な密度抑制効果が期待できる。

### III 飛ばないナミテントウ支援技術

#### 1 併用可能な薬剤

虫体浸漬法により、飛ばないナミテントウへの薬剤の影響を調べた。

施設イチゴで使用する主な殺菌剤の成虫・2齢幼虫への殺虫活性は見られなかった(田中ら, 2011 b; 2011 c)。殺ダニ剤では成虫に対する直接的な殺虫活性は見られなかったが一時的にパニック様行動が観察される事例があった(田中ら, 2011 b)。気門封鎖型殺虫剤による成虫への殺虫活性は見られなかった(田中ら, 2011 b)。しかし、2齢幼虫に対する殺虫活性は同じ気門封鎖型であっても剤の成分により異なり、高い死亡率を示すものもあった(田中ら, 2011 d)。なお、他の殺虫剤の影響として、有機リン系、カーバメート系、合成ピレスロイド系、ネオニコチノイド系の剤に対する死亡率が高く、飛ばないナミテントウと併用できないことが明らかにされている(安達ら, 2009)。

#### 2 薬剤散布による物理的影響

イチゴ栽培施設において、薬剤散布後の濡れたマルチフィルムに転落、付着して活動不能となる飛ばないナミテントウ成虫が観察され、飛ばないナミテントウのパフォーマンス低下が懸念された(図-3)。そこで、室内にて濡れているマルチ上で成虫を転倒させて詳しく調べたところ、鞘翅とマルチが接着し起き上がり行動が著しく制限され、最終的に2割の個体が死亡した(田中ら, 2011 e)。また、イチゴ施設にて殺虫活性のない気門封鎖型殺虫剤を散布して調べたところ、成虫の約6割が散布後の濡れたマルチ上で転倒し行動不能となっており、散布翌日には無散布と比較して残存個体数が約1/3にまで減少した(田中ら, 2011 e)。このような薬剤散布そのものによる天敵昆虫への物理的影響については、ほとんど言及されることがない。しかし、天敵の効果を安定させるためには、殺虫活性のない薬剤を散布する場合でも、散布行為そのものによる物理的な影響を考慮する必要があることが示唆された。

施設イチゴは栽培期間が長く、殺菌剤などの薬剤散布は不可欠である。必要な薬剤の散布は放飼前に済ませるなどの配慮が必要である。なお、転倒状態の個体は脚をさかんに動かす行動が観察されている。マルチ上への敷



図-3 薬剤散布後のマルチ上に転倒して活動不能となっている飛ばないナミテントウ成虫

きワラなどの設置が起き上がりを助けるので、薬剤散布による物理的影響は軽減できる。

#### 3 アブラムシ密度の把握

飛ばないナミテントウを適期に放飼するためには、施設イチゴにおけるアブラムシの発生密度を把握する必要がある。しかし、アブラムシは葉裏に存在していることが多く、発生の確認を困難にしている。アブラムシの発生状況を把握できる指標を検討したところ、アブラムシ密度が約40頭/株を超えたところから葉やマルチ上に甘露の発生が確認できた(田中ら, 2012 b)。最初の甘露が確認された時点では施設全体のアブラムシ密度は放飼タイミングのアブラムシ密度の上限である約50/株よりも低いはずである。甘露を確認してから飛ばないナミテントウを入手し、放飼することで適期放飼は実施可能と考えられる。

なお、アブラムシ密度とマルチ上に付着する甘露付着面積の間に相関関係が見られるので(田中ら, 2012 b)、甘露付着面積を定量化(チャート化)することで、精度の高いモニタリングが可能となる。アブラムシ多発生株への重点放飼など、アブラムシ発生状況に応じた利用ができ、効果の安定につながる。

#### 4 放飼適期を逃した場合の対処法

生物農薬の利用場面において、害虫が増えすぎてからの天敵放飼となり十分な効果が発揮できない事例がよく見られる。飛ばないナミテントウの利用においても、同様の問題が懸念される。ここでは、効果が発揮できる密度まで害虫個体数を低下させてから天敵を導入することで抑制効果を得る対策を提案したい。実例として、安全性が高く天敵に影響が少ない気門封鎖型殺虫剤と併用することで、アブラムシが多発生した場合における実証試

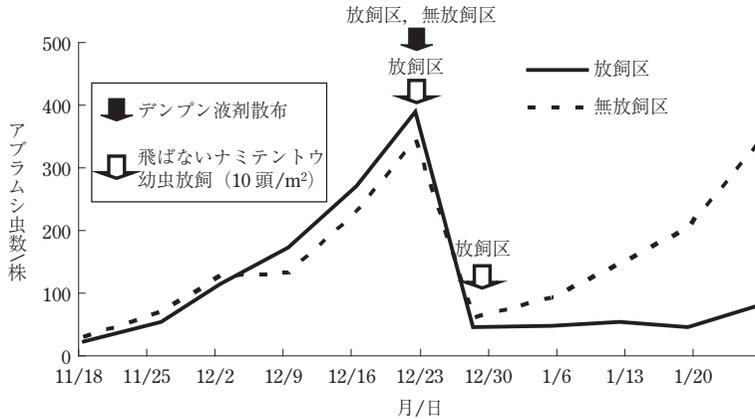


図-4 気門封鎖型殺虫剤との併用によるアブラムシ多発生時における飛ばないナミテントウ幼虫放飼の密度抑制効果

兵庫県立農林水産技術総合センター（加西市）内の施設で実施。施設内をビニルシートで3×5.8mに仕切り、各試験区を設定。栽植密度は80株/区。2010年11月11日にイチゴケナガアブラムシを全株一様に接種。調査対象は区内16株の調査株のアブラムシ数。12月22日に放飼区、無放飼区とも気門封鎖型殺虫剤のデンブン液剤を散布し、放飼区のみ散布後と12月28日の2回幼虫を放飼。

験を紹介する。

試験は2010年に兵庫県立農林水産技術総合センター（加西市）内のイチゴ栽培施設において実施した。アブラムシ密度が約400頭と放飼適期を超えている状況において気門封鎖型殺虫剤のデンブン液剤を散布し、密度抑制効果が期待できる密度（50頭/株以下）までアブラムシ密度を低下させた後、飛ばないナミテントウ2齢幼虫10頭/m<sup>2</sup>を2回放飼することで、安定した密度抑制効果が得られた（図-4）。

なお、気門封鎖型殺虫剤はアブラムシ虫体に直接かかると効果が発揮されない。葉裏までしっかりと薬剤散布ができるよう栽培管理（栽植密度・株の仕立て方など）を工夫することで、剤の効果は安定する。

## 5 その他の留意点

施設イチゴの栽培期間は冬季を含むため、低温の施設内における飛ばないナミテントウの活動性について質問されることが多いが、無加温二重被覆条件のビニルハウスで実施した効果試験において十分な効果が確認されており、活動に問題はなかった。ナミテントウの卵から羽化までの発育零点は6.5℃であり（北村ら、1980）、通常の栽培環境であれば冬季であっても日中の温度は本種の発育零点を超えることから、活動に与える影響は少ないと考えている。

しかし、冬季に幼虫を放飼する場合、低温・短日条件で生育することになるため、羽化した成虫は生殖休眠状

態となることが示唆されている（田中ら、未発表）。成虫になっても一時的に産卵しなくなるため、次世代による密度抑制効果が期待できなくなる。休眠の誘導や覚醒の要件は今後明らかにする必要があるが、12月前後の放飼幼虫については休眠成虫になる可能性が高いと考えられるため、発生状況に応じた追加放飼などの対応が求められる。

今回紹介した試験は土耕栽培条件で実施している。高設栽培で飛ばないナミテントウを利用する場合は、保温用のビニル資材などで高設ベッドと地面を隙間なくつなぐなど、地面へ落下した飛ばないナミテントウがすみやかに高設ベッド上のイチゴ株へと戻ることができるよう工夫することで対応できると考える。

## おわりに

飛ばないナミテントウは現在、施設野菜類を対象とした生物農薬として登録の準備が進められており、IPMで利用可能な新しい生物的防除資材として期待される。施設イチゴのIPM体系の中では、アブラムシ防除における基幹技術の一つとして、この飛ばないナミテントウを位置づけることができると考えており、その基本フレームを図-5に示す。人と環境にやさしい農業に意欲的な農家とともに現地の栽培条件に合わせた実証に取り組み、飛ばないナミテントウを基幹としたIPM防除体系を推進していきたい。

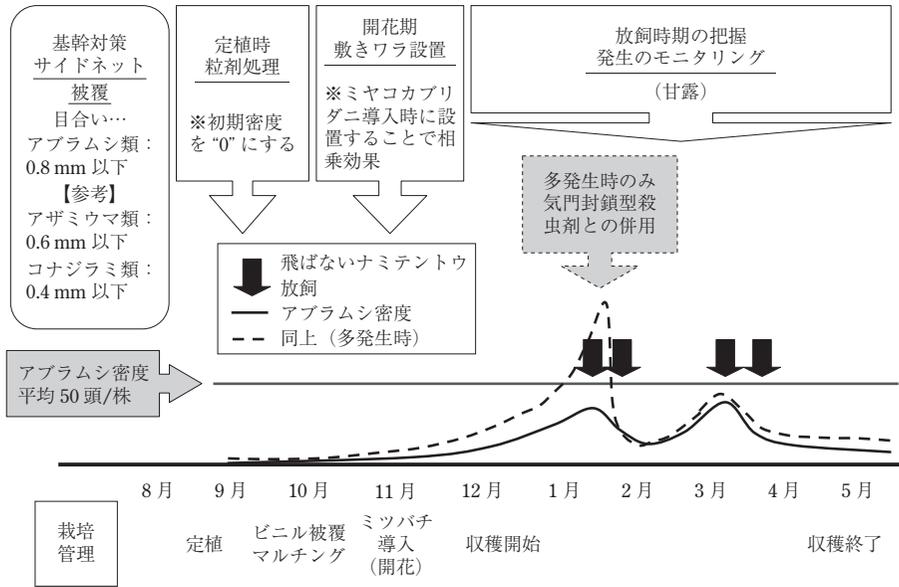


図-5 飛ばないナミテントウを組み入れた施設イチゴのアブラムシに対する IPM 体系案

引用文献

1) 安達鉄矢ら (2009): 第 19 回天敵利用研究会 (講要): 27.  
 2) ———・柴尾 学 (2011): 植物防疫 65: 343 ~ 346.  
 3) 井口雅裕ら (2011): 関西病虫研報 53: 31 ~ 36.  
 4) 北村憲二ら (1980): 応動昆中国支会報 22: 80 ~ 84.  
 5) 国本佳範 (2010): 関西病虫研報 52: 115 ~ 117.  
 6) 松原由加里ら (2012): 兵庫農技総セ研報 (農業) 60: 32 ~ 35.  
 7) 世古智一 (2009): 植物防疫 63: 297 ~ 301.  
 8) ——— (2011): 同上 65: 705 ~ 710.  
 9) SEKO, T. et al. (2008): Biol.Control 47: 194 ~ 198.  
 10) 田中雅也ら (2011 a): 近中四農研成果情報 [http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research\\_results/h23/pdf/02\\_kankyo\\_byochugai/23\\_0201.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h23/pdf/02_kankyo_byochugai/23_0201.pdf) (2012 年 7 月 26 日閲覧)

11) ———ら (2011 b): 兵庫農技総セ研報 (農業) 59: 24 ~ 27.  
 12) ———ら (2011 c): 近中四農研成果情報 [http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research\\_results/h22/pdf/02\\_kankyo\\_byochugai/05\\_0204.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h22/pdf/02_kankyo_byochugai/05_0204.pdf) (2012 年 7 月 26 日閲覧)  
 13) ———ら (2011 d): 関西病虫研報 53: 139 ~ 141.  
 14) ———ら (2011 e): 応動昆中国支会報 53: 9 ~ 14.  
 15) ———ら (2012 a): 兵庫農技総セ研報 (農業) 60: 25 ~ 31.  
 16) ———ら (2012 b): 第 56 回応動昆大会 (講要): 8.

(新しく登録された農薬 4 ページからの続き)  
 いんげんまめ: 菌核病, 灰色かび病, 炭疽病: 収穫 7 日前まで  
 だいず: 菌核病, 紫斑病: 収穫 7 日前まで  
 きゅうり: 灰色かび病, 菌核病: 収穫前日まで  
 トマト: 灰色かび病, 菌核病, 葉かび病: 収穫前日まで  
 ミノトマト: 灰色かび病, 菌核病, 葉かび病: 収穫前日まで  
 なす: 灰色かび病, 菌核病: 収穫前日まで  
 いちご: 灰色かび病, 炭疽病: 収穫前日まで  
 キャベツ: 菌核病: 収穫 14 日前まで  
 レタス: 灰色かび病, 菌核病: 収穫 3 日前まで  
 非結球レタス: 灰色かび病, 菌核病: 収穫 14 日前まで  
 たまねぎ: 灰色かび病, 灰色腐敗病: 収穫前日まで  
 ●イミノクタジンアルベシル酸塩・ピリベンカルブ水和剤  
 ※新規化合物  
 23104: ファンベル顆粒水和剤 (クミアイ化学工業) 12/08/20  
 23105: 日曹ファンベル顆粒水和剤 (日本曹達) 12/08/20  
 イミノクタジンアルベシル酸塩: 15.0%, ピリベンカルブ: 10.0%  
 きゅうり: 灰色かび病, うどんこ病: 収穫前日まで  
 いちご: 灰色かび病, うどんこ病: 収穫前日まで  
 トマト: 灰色かび病, 葉かび病: 収穫前日まで  
 ●チオファネートメチル水和剤 ※名称変更  
 23108: 協友トップジン M 水和剤 (協友アグリ) 12/08/29  
 チオファネートメチル: 70.0%

登録内容は「ヤシマトップジン M 水和剤」(登録番号 11576) と同様

「除草剤」

●ブタクロール・ペントキサゾン乳剤 ※新規参入  
 23099: イネゼット EW (日産化学工業) 12/08/08  
 ブタクロール: 12.0%, ペントキサゾン: 4.0%  
 移植水稻: 水田一年生雑草, マツバイ, ホタルイ, ヘラオモダカ (北海道), ミズガヤツリ (北海道を除く), クログワイ (北海道を除く), コウキヤガラ (東北, 関東・東山・東海, 九州)  
 ●トリクロピル液剤 ※新規参入  
 23100: しつこい雑草退治スプレー (住友化学園芸) 12/08/08  
 トリクロピル: 0.50%  
 日本芝: 一年生広葉雑草, 多年生広葉雑草  
 樹木等 (家の周り): 一年生広葉雑草, 多年生広葉雑草  
 ●シアナジン・ターバシル・DBN 粒剤 ※新混合剤  
 23106: マスタリーバリュー粒剤 (保土谷アグロテック) 12/08/29  
 23107: クサ枯レッタ粒剤 (住友化学園芸) 12/08/29  
 シアナジン: 0.50%, ターバシル: 0.50%, DBN: 0.50%  
 樹木等 (公園, 庭園, 堤とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地, のり面等): 一年生雑草, 多年生広葉雑草, スギナ