

リンゴ園における導入カブリダニ類放飼の経過と土着カブリダニ相

農業環境技術研究所 ^{もち}望 ^{づき}月 ^{まさ}雅 ^{とし}俊*

はじめに

生物防除のために海外から導入された天敵によって対象外の土着生物が減少する事例が、侵入害虫に対する導入天敵の放飼で報告された (HOWARTH, 1991)。それまで環境保全型農業を進めるうえで重要な役割を果たしてきた導入天敵についても、関連する土着天敵への生態的影響が注目されている。日本でも国連食糧農業機関 (FAO) から 1995 年に出された「外来の生物的防除素材の輸入と放飼のための取り扱い規約」を受け、1999 年以降「天敵農業に係る環境影響評価ガイドライン」(環境庁, 1999) が策定され、導入および土着天敵を天敵農薬として利用する場合には事前の環境影響評価が求められている。

導入天敵の土着生物への影響の仕方は、(a) 食植性の非標的昆虫への直接的影響、(b) 競争関係にある土着天敵への直接的影響、(c) 標的害虫の減少による間接的影響の三つに大きく分類される (矢野, 2003)。しかし、導入天敵との競争により土着天敵の密度や種類が減少する可能性を事前に判断することは容易ではなく、室内での基礎的な生態的特性や競争実験の結果の評価に基づくシミュレーションによる評価も提案されている (HOLT and HOCHBERG, 2001)。その一方で日本へは、明治後期から永続的利用法として多くの導入天敵が放飼され、古くはベタリアテントウ、近年はチュウゴクオナガコバチの成功例が知られる。しかし害虫の防除と被害軽減に焦点が置かれ、天敵導入の生態的影響に関心が向けられていなかった事情もあり、導入による生態的影響が十分把握されていない可能性も指摘されている (岡田, 2001)。そのため、過去の天敵導入の事例を防除効果の評価ではなく、土着生物に対する影響の視点から洗い直してみることは、近縁種の放飼が新たに企画された場合にその生態的影響の事前推定に役立つものと考えられる。

いわば温故知新の手法である。

本稿では、導入天敵放飼の詳しい記録が残されていて再度の検証が可能な例として、青森県りんご試験場 (現青森県農業総合センターりんご試験場) の関田徳雄博士らが 1986 年から実施したニュージーランドからの導入カブリダニ類の放飼について、その記録を整理するとともに、放飼後 10 年以上を経過した現時点で導入カブリダニ類の定着や土着カブリダニ類への生態的影響が見られたかどうかを調査したので、その結果を紹介したい。なお調査に当たって、木村佳子氏、船山健氏、本郷公子氏、笹脇彰徳氏には、多大な協力をいただいたことを厚く御礼申し上げる。

I ニュージーランドから導入したカブリダニ類放飼の概略

導入カブリダニ類の放飼記録を表-1 にまとめた。青森県へ 1986 ~ 87 年に導入された 3 種類の薬剤抵抗性カブリダニ (オキシデンタリスカブリダニ *Typhlodromus occidentalis*, ファラシスカブリダニ *Neoseiulus fallacis*, パイライカブリダニ *Typhlodromus pyri*) は、もともと北米などからニュージーランドに導入された系統とされる。これらの国々の果樹園では、それらの薬剤抵抗性系統が IPM 体系の中でハダニ類の捕食性天敵として有効に活用されている (Hov, 1985)。青森県りんご試験場では、1986 年にリンゴ樹に放飼されたオキシデンタリスとファラシスが増加し、翌年 6 月にもそれらの発生が確認され、導入種の増殖と越冬が明らかとなった (SEKITA and KINOTA, 1990; 関田, 1991)。オキシデンタリスは 1987 年に秋田県果樹試験場へ分譲され、場内およびその周辺のリンゴ園へ 1988 ~ 99 年にかけて継続的に放飼され、1988, 89 年に放飼後の増加と翌年 5 ~ 6 月の発生がリンゴ樹上で再確認されている (高橋, 1991)。また両県に比べれば小規模だが、長野県果樹試験場でも 1990, 91 年にオキシデンタリスが放飼された。一連の記録を見ると、青森で最も多くのカブリダニが放飼され、果樹園に設置したカブリダニ寄生葉数と 1 枚当たりの平均寄生数からの推定ではあるが、ファラシスが 1 圃場に 10 万頭以上放飼された時期もあった。

Retrospective Analysis of Introduced Phytoseiid Mites in Apple Orchards in Japan. By Masatoshi MOCHIZUKI

(キーワード: 永続的利用法, カブリダニ, 環境影響評価, 導入天敵, リンゴ)

* 現所属: 農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所ブドウ・カキ研究部

表-1 青森県、秋田県、長野県での導入カブリダニ類の放飼記録（望月ら，2003；2004；2005より作成）

放飼年月	場所 ^{a)}	樹種	放飼した導入種	放飼頭数 (肩付なしは雌成虫数)
青森県				
1986 年 8, 9 月	りんご試験場	リンゴ, サクラ, ヤナギ, ハンノキ	オキシデンタリス ファラシス	1,100 1,000
1987 年 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス	420
1988 年 5 月	同上	ハンノキ	ファラシス	不明
1989 年 6, 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス ファラシス バイライ	不明
1990 年 5, 8 月	同上	リンゴ	バイライ	400
1991 年 6, 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス ファラシス バイライ	140 140 不明
1992 年 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス ファラシス	1,500 ^{b)} 176,000 ^{b)}
秋田県				
1988 年 6 ~ 8 月	果樹試験場	リンゴ	オキシデンタリス	5,000 ^{c)}
1989 年 7, 8 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス	4,000 ^{c)}
1990 年 7 月	増田町沢口	リンゴ	オキシデンタリス	1,000 ^{c)}
1990 年 6 月	増田町明沢	リンゴ	オキシデンタリス	1,200 ^{c)}
1992 年 7, 8 月	増田町半助	リンゴ	オキシデンタリス	2,600 ^{c)}
1996 年 7, 8 月	稲川町東福寺	リンゴ	オキシデンタリス	不明
1997 年 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス	不明
1999 年 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス	不明
長野県				
1990 年 7 月	果樹試験場	リンゴ	オキシデンタリス	3,150 ^{d)}
1991 年 7 月	同上	リンゴ	オキシデンタリス	2,150 ^{e)}

^{a)} 青森県りんご試：青森県黒石市，秋田県果樹試：秋田県平鹿郡平鹿町，長野県果樹試：長野県須坂市。 ^{b)} インゲンマメ 1 葉当たりカブリダニ数（卵を除く）と設置葉数を掛け合わせて算出した推定放飼数。 ^{c)} 放飼時の発育ステージ不明。 ^{d)} 全発育ステージを含めた個体数。 ^{e)} 全放飼数のうち雌成虫が 2,150 頭。

II 導入カブリダニが放飼されたリンゴ園の現在のカブリダニ相

このように放飼された導入種が放飼後 10 年以上を経過した時点でも生息しているのか、また仮に生息していれば土着カブリダニとの間にどのような種間関係があるのかを知るため、各試験場での業務報告や年次報告などの資料などを手掛かりに、導入種が放飼されたリンゴ園を細かく特定し、そこでカブリダニを採集して種類を同定した。採集に当たってはハダニ類の密度が高まる夏を選び、リンゴのほか放飼記録があるサクラ、モモ、ヤナギでも調査を行った。

表-2 には、採集したカブリダニの種類と個体数をまとめた。各調査園での害虫防除状況は、無防除から慣行

防除まで様々であった。合計 1,000 頭程度を採集することができ、種類の内訳はケナガカブリダニ *Neoseiulus womersleyi*、フツウカブリダニ *Typhlodromus vulgaris*、ミヤコカブリダニ *N. californicus*、イチレツカブリダニ *Euseius finlandicus* の 4 種であった。リンゴでの種構成を見ると、青森、秋田ではフツウが全体の 7 割を占める優占種、長野ではミヤコが圧倒的な優占種となった。またサクラからはイチレツとフツウを採集できた。しかし、目的としたオキシデンタリスをはじめとする導入種を全く発見できなかった。オキシデンタリスなどの導入種が放飼後どの程度の期間生息していたのかは不明だが、放飼場所を特定したうえで餌となるハダニ類が発生していた時期に相当多数の葉を調査しても土着カブリダニしか発見できないことから推測すると、放飼された導入種が現

表-2 導入カブリダニの放飼場所から採集したカブリダニの種構成 (望月ら, 2003 ; 2004 ; 2005 より作成)

調査樹	防除体系	ハダニ 発生程度	調査葉数	種類と個体数				
				導入種	フツウ	ケナガ	イチレツ	ミヤコ
青森県りんご試験場 (2003 年 8 月 19, 21 日採集)								
サクラ	無防除	中	503	0	31 ♀ 4 ♂	5 ♀	10 ♀ 2 ♂	0
リンゴ	無防除	中	383	0	69 ♀ 7 ♂	3 ♀	0	0
リンゴ	慣行防除	少	150	0	5 ♀ 2 ♂	2 ♀	0	0
ヤナギ	無防除	少	148	0	12 ♀	4 ♀ 1 ♂	0	0
リンゴ	殺菌剤散布	多	486	0	112 ♀ 34 ♂	5 ♀	0	0
秋田県果樹試験場とその周辺 (2002 年 8 月 20 ~ 22 日採集)								
リンゴ	慣行防除	中	239	0	25 ♀ 5 ♂	5 ♀	0	0
リンゴ	慣行防除	多	94	0	96 ♀ 11 ♂	28 ♀ 2 ♂	0	0
リンゴ	慣行防除	多	260	0	6 ♀	27 ♀ 1 ♂	0	0
リンゴ	慣行防除	少	1	0	0	1 ♀	0	0
サクラ	無防除	多	43	0	25 ♀	0	9 ♀ 1 ♂	0
長野県果樹試験場 (2004 年 7 月 15, 16 日採集)								
リンゴ	殺虫剤散布	多	2,224	0	5 ♀ 2 ♂	0	0	279 ♀ 42 ♂
モモ	慣行防除	少	450	0	0	0	0	94 ♀ 24 ♂

在も生息していて土着種個体群に何らかの生態的影響を及ぼしている可能性は極めて低いと考えられる。しかし放飼された導入種は、本当に定着していないのだろうか？ この点について、青森県りんご試験場の木村佳子氏からは興味深い証言が得られている。その内容は、オキシデンタリスの放飼を 1992 年まで行い、その都度リンゴ樹へ春から夏に放飼された個体群が一時的に生息することを確認していたが、最後の放飼から 8 年後の 2000 年の夏に、場内のサクラ、リンゴ園内の下草などからカブリダニ類を採集した中にごく少数のオキシデンタリスを偶然再発見したというものであった。このことから、少なくとも放飼終了後 8 年間はオキシデンタリスが青森県りんご試験場内に生息していたことになり、導入種が再発見される可能性はまだ残っていると思われる。

永続的利用法にせよ放飼増強法にせよ、導入天敵の定着や活動には農薬散布などの栽培管理方法が大きく影響すると考えられる。本研究と同じ 3 種類のカブリダニが薬剤抵抗性系統として導入されたオーストラリアの果樹園では、慣行薬剤散布により土着種が排除された作物には導入種が定着するが、薬剤散布が省略されると周囲から再び土着種が侵入して導入種と置き換わる興味深い現象が報告されている (JAMES, 2001)。青森県りんご試験場では、放飼後の殺虫剤と殺ダニ剤散布が省略されていたが、導入種にとって影響が少なく、土着種を抑える薬剤を選択的に散布していれば、導入種の定着がかえって

促進されていたかもしれない。

III カブリダニの種間関係解明の必要性

同所的に複数種のカブリダニが生息した場合には、そこでの餌や生息場所をめぐる競争等の種間関係が予想される。例えば、本稿で取り上げた 3 種と *Amblyseius andersoni* を用いたカブリダニ若虫同士の競争・種間捕食実験によれば、体サイズが大きく多食性の *A. andersoni* が優位になる (ZHANG and CROFT, 1995)。今回の放飼に関する研究では種間関係の検討はなされていないが、各県の業務報告によると、放飼直後にはオキシデンタリスとケナガと思われる在来カブリダニとの混在が記されているので、両種間で何らかの生態的影響を及ぼしあったことは否定できない。これら導入種を再度用いて、土着カブリダニ類との種間関係に重点を置いた調査を行い、導入天敵の生態的影響に関する知見を深める必要があらう。さらに長野県果樹試験場での調査では、ミヤコが優占種であった。ミヤコは近年、関東から西日本の慣行防除果樹園でケナガに代わる優占種となっている (AMANO et al., 2004)。笹脇氏によれば 1990 年代前半は長野県果樹試験場でもケナガが優占種であり、同様の変化が長野県北部の果樹園でも起きていることを示唆している。このようなミヤコへの変化を説明する要因として、果樹園で使用される化学薬剤の変遷と、ミヤコとケナガでのそれらに対する薬剤感受性の違いが検討されたが確証が得

られず詳しい調査が求められている (AMANO et al., 2004)。さらにミヤコでは、ヨーロッパ産の系統が生物農薬として輸入され、在来系統と生殖的に親和性であるため、今後の普及に伴い両者の交雑系統の出現と分布拡大の可能性も示唆されている (GOTOH et al., 2004)。今後ミヤコについては、系統の判別方法の開発や生活史パラメータなどの比較、ケナガなど他の土着種との種間関係について調査していく必要がある。

おわりに

今回の調査は、天敵導入後の追跡を行った数少ない例になろう。導入カブリダニ類が土着種に取って代わるような事態は見られなかったが、同じリングでも土着のカブリダニ相は異なり、またそれらが長期的に変化していることがうかがわれた。将来新たにカブリダニ類の導入が検討されるときには、土着生物への生態的影響の事前評価のための基礎資料として今回の調査結果が活用されれば幸いである。

引用文献

- 1) AMANO, H. et al. (2004): J. Acarol. Soc. Jpn. 13: 65 ~ 70.
- 2) GOTOH, T. et al. (2004): Exp. Appl. Acarol. 32: 15 ~ 30.
- 3) HOWARTH, F. G. (1991): Annu. Rev. Entomol. 36: 485 ~ 509.
- 4) HOLT, R. D. and M. E. HOCHBERG (2001): Evaluating Indirect Ecological Effect of Biological Control, CABI Publishing, Oxon and New York, p. 13 ~ 37.
- 5) HOY, M. A. (1985): Annu. Rev. Entomol. 30: 345 ~ 370.
- 6) JAMES, D. G. (2001): Acarology (Proceedings of 10th International), CSIRO, Melbourne, p. 436 ~ 443.
- 7) 環境庁水質保全局 (1999): 天敵農薬環境影響調査検討会報告書 (天敵農薬に係る環境影響評価ガイドライン), 環境庁, 東京, 46 pp.
- 8) 望月雅後ら (2003): 北日本病虫研報 54: 174 ~ 176.
- 9) ——— (2004): 同上 55: 259 ~ 261.
- 10) ——— (2005): 関東東山病害虫研究会報 52: (印刷中).
- 11) 岡田齋夫 (2001): 昆虫研究グループ・シンポジウム (導入昆虫の生態系への影響とその評価法), 農業環境技術研究所, つくば, p. 12 ~ 20.
- 12) 関田徳雄 (1991): 平成2年度 (1990) 東北地域農業研究会資料 (寒冷地における果樹の良品安定多収技術の確立), 東北農業試験場・果樹試験場盛岡支場, 盛岡, p. 67 ~ 70.
- 13) SEKITA, N. and M. KINOTA (1990): The Use of Natural Enemies to Control Agricultural Pests, Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taipei, p. 156 ~ 165.
- 14) 高橋佑佑 (1991): 平成2年度 (1990) 東北地域農業研究会資料 (寒冷地における果樹の良品安定多収技術の確立), 東北農業試験場・果樹試験場盛岡支場, 盛岡, p. 71 ~ 74.
- 15) 矢野栄二 (2003): 天敵 生態と利用技術, 養賢堂, 東京, p. 267 ~ 283.
- 16) ZHANG, Z. Q. and B. A. CROFT (1995): Exp. Appl. Acarol. 19: 247 ~ 257.

新しく登録された農薬 (17.10.1 ~ 10.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名** (製造業者又は輸入業者) 登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、適用雑草等を記載。(登録番号：21555 ~ 21575) 下線付きは新規成分。

「殺菌剤」

●バチルス ズブチリス水和剤

21555：エコショット (クミアイ化学工業) 2005/10/05

バチルス ズブチリス D747 株の生芽胞：5.0 × 10¹⁰ cfu/g

野菜類：灰色かび病：収穫前日まで、ぶどう、かんきつ：灰色かび病：開花期～落弁期

●銅水和剤

21556：コサイド DF (デュボン) 2005/10/05

水酸化第二銅：55.3%

かんきつ：かいよう病：発芽前 (1,000 倍)、かいよう病 (2,000 倍)、黒点病、褐色腐敗病、ぶどう：べと病、さび病、ばれいしょ：疫病、軟腐病、たまねぎ：りん片腐敗病、にんにく：春腐病、にんじん：黒葉枯病、てんさい：褐斑病、アスパラガス：斑点病、茎枯病、びわ：がんしゅ病、キウイフルーツ：花腐細菌病、トマト：疫病、きゅうり：斑点細菌病、はくさい：軟腐病、りんご：斑点落葉病、すす点病、すす斑病、輪紋病、褐斑病、おうとう：せん孔病：収穫後 (6 ~ 8 月)、もも、ネクタリン：せん孔細菌病：開花前まで (500 倍)、収穫後から落葉まで (1,000 倍)、**野菜類**：軟腐病、褐斑細菌病、黒腐病、やまのいも：葉渋病、いんげんまめ：かき枯病、いちご：角斑細菌病

●フェニアミドン水和剤

21561：ビトリーンフロアブル (バイエルクロップサイエンス) 2005/10/17

フェニアミドン：40.0%

ぶどう：べと病：収穫 14 日前まで、はくさい：べと病：収穫前日まで

●フェニアミドン・ホセチル水和剤

21562：レイデン水和剤 (バイエルクロップサイエンス) 2005/10/17

21563：日曹レイデン水和剤 (日本曹達) 2005/10/17

フェニアミドン：3.9%、ホセチル：64.0%

きゅうり、メロン：べと病、収穫前日まで、たまねぎ：べと病、収穫 7 日前まで

●フェニアミドン・マンゼブ水和剤

21564：センクラス水和剤 (バイエルクロップサイエンス) 2005/10/17

21565：DAS センクラス水和剤 (ダウケミカル日本) 2005/10/17

21566：日農センクラス水和剤 (日本農薬) 2005/10/17

フェニアミドン：4.0%、マンゼブ：60.0%

小粒種ぶどう (露地栽培)：べと病、収穫 60 日前まで、**大粒種ぶどう** (露地栽培)：べと病、収穫 60 日前まで、ぶどう (施設栽培)：べと病、開花前まで、きゅうり：べと病：収穫前日まで、メロン：べと病：収穫 7 日前まで、はくさい：べと病：収穫 30 日前まで、たまねぎ：べと病：収穫 7 日前まで、すいか：褐色腐敗病：収穫 7 日前まで

(16 ページへ続く)