

2.3.2.4.1 天敵昆虫類の温存・強化 周辺植生との関係(資源評価)

1. はじめに

害虫防除に土着天敵を温存・強化して活用する試みは、国内では野菜で取り組みが進展している(大野、2011)。しかし、果樹に代表される永年作物の栽培園地は、野菜等の畑地と比較して防風樹や下草などの作物以外の植物相が複雑であり、天敵、特に土着天敵を活用した害虫防除は露地ではほとんど成功していなかった。この一因として、利用対象とした天敵類の特性を正しく評価し、その働きを高めるための管理法を十分考慮していなかったことがあげられる(高木、2008)。近年、IPM の概念を導入した果樹栽培が拡大するにつれて、これまで以上に環境との調和を考慮した害虫防除への関心が高まっている。こうした中、農地での生物多様性に焦点を当てた農林水産省委託プロジェクト「農業に有用な生物多様性の指標及び評価手法の開発」が 2008～2011 年度に実施され、環境保全型農業が生物多様性の保全に及ぼす効果の解明と、それを特徴づける指標生物(天敵類)の選抜が進められた。さらに、ここで選抜された指標生物の圃場内への定着を促進する圃場管理技術の開発を目的として、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「永年作物における農業に有用な生物の多様性を維持する栽培管理技術の開発」が果樹と茶を対象に 2009～2011 年度に実施され、下草及びインセクタリープランツが土着天敵類を圃場内あるいは圃場周辺での指標生物(土着天敵類)の定着促進に有効であることが明らかになった。

本稿では、ナシ園において、圃場及びその周辺に存在する土着天敵類、特にハダニ類の天敵の温存・強化を目的に、圃場内外の植生と発生動態の関連性を調べた。

2. ナシの害虫における土着天敵類

ハダニ類の土着天敵のうち、ここでは、ヒメハナカメムシ類(図1)、ハダニクロヒメテントウ(図2)、ヒメハダニカブリケシハネカクシ(図3)、ハダニアザミウマ(図4)について、ナシ園及び周辺植生での発生動態を紹介する。

ナシの産地の園地周辺で比較的良好に見られる樹種を想定して、農研機構果樹研究所構内(茨城県つくば市)で実施した。ヒイラギモクセイ、サワラ、サクラ類、シダレウメ、ハナモモ、ビワ、ヤマモモ、マテバシイ、キリ、イヌツゲ、殺虫剤無散布のクリについて、樹冠下に黄色粘着トラップを設置して飛来性の土着天敵類の発生を調査し、無防除のナシでの発生と比較した。

主な天敵の発生を表1に示した。無防除のナシ園では、ハダニの発生が少ない状況下であるが、ヒメハナカメムシ類とハダニクロヒメテントウが多く発生した。一方、殺虫剤慣行散布のナシ園では、殺虫剤散布の影響でハダニが多発し、それにともないヒメハダニカブリケシハネカクシとハダニアザミウマが多くみられた。

防風樹として利用されることが多いサワラでは天敵類の発生が少なかった。また、ヤマモモ、マテバシイ、キリ、ビワでも天敵類の発生は少なく、これらの樹種はハダニの飛来性土着天敵類の温存効果はないと考えられた。イヌツゲでは、5月～8月のミカンハダニの発生にともない、ハダニカブリケシハネカクシとハダニクロヒメテントウが多く発生した。ヒイラギモクセイ、サクラ類、シダレウメ、ハナモモ、および殺虫剤無散布のクリでは、ヒメハナカメムシ類、ハダニ



図 1. ヒメハナカメムシ類の一種 成虫)



図 2 ハダニクロヒメテントウ 成虫)



図 3. ヒメハダニカブリケシハネカクシ 幼虫)



図 4. ハダニアザミウマ 成虫)

表 1. ナシ園及び周辺樹木におけるハダニの飛来性土着天敵類の発生状況

樹種	天敵類			
	ヒメハナカ メムシ類	ヒメハダニ カブリケシ ハネカクシ	ハダニクロ ヒメテント ウ	ハダニア ザミウマ
ナシ 無防除)	○	—	○	△
ナシ 殺虫剤無散布)	▲	▲	▲	○*
ヒイラギモクセイ	○	○	△	○
サワラ	▲	—	▲	—
サクラ類	△	○	◎	▲
シダレウメ	○	△	◎	△
モモ	◎	△	◎	○
ビワ	▲	○	▲	—
ヤマモモ	—	—	△	—
マテバシイ	—	—	△	—
キリ	△	—	△	—
イヌツゲ	▲	◎*	◎*	○*
クリ 殺虫剤無散布)	◎	○	△	

◎ :非常に多い、○ :多い、△ :少ない、▲ :非常に少ない、— :発生なし

* :餌となるハダニの多発に乗じて発生

カブリケシハネカクシ、ハダニクロヒメテントウが多くみられ、天敵類の温存効果が高いと考えられた。このうち、ヒメハナカメムシ類はヒイラギモクセイとサクラ類で、ハダニクロヒメテントウはサクラ類とシダレウメで5月から9月まで安定的にみられた。これらのバラ科樹木にはオ

ウトウハダニやコハリダニが発生しており、これらを餌として天敵類が安定的に温存されている可能性が考えられた。

調査圃場では、無防除ナシ園を区切るようにヒイラギモクセイを植栽している（図5）。ヒイラギモクセイにはモクセイマルハダニが発生する。モクセイマルハダニはナシに寄生するミカンハダニと近縁であるが、ナシでは問題となるほど増殖しないことがわかっている（北嶋、2000）。ヒイラギモクセイとナシの間で天敵類の発生消長を比較すると、ナシにはハダニが発生していない期間にヒメハナカメムシ類とハダニクロヒメテントウがナシに来ていることがわかった。この期間は、ヒイラギモクセイでモクセイマルハダニが発生し、この2種の天敵が飛来していた。これと



図5. ナシ園隣接のヒイラギモクセイ樹列

は逆に、ヒイラギモクセイでハダニが発生していない期間にハダニアザミウマがヒイラギモクセイに来ていた。この期間はナシでハダニが発生しハダニアザミウマが飛来していた。すなわち、これら3種の天敵はナシとヒイラギモクセイの間で移動していることが明らかになった。

果樹園への下草の導入も天敵昆虫やクモ類の温存に有効である（表2）。前出の実用技術開発事業において、ナシ園に下草としてシロクローバーやヒメイワダレソウを導入することによりヒメハナカメムシをはじめ、多くの土着天敵類がナシ園に温存されることが明らかになっている（三代ら、2012）。

表2 導入した下草と土着天敵類の発生状況

土着天敵	多かった区			少なかった区	
オサムシ科成虫合計	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	≥	防草シートマルチ
マルガタゴミムシ	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	≥	防草シートマルチ
セアカヒラタゴミムシ	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	>	防草シートマルチ
ナガヒョウタンゴミムシ	シロクローバー	≥	防草シートマルチ	≥	ヒメイワダレソウ
寄生蜂類	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	≥	防草シートマルチ
ハナカメムシ科	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	≥	防草シートマルチ
ヒラタアブ亜科	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	≥	防草シートマルチ
ハダニアザミウマ*	シロクローバー	≥	防草シートマルチ	>	ヒメイワダレソウ
クモ目	シロクローバー	≥	ヒメイワダレソウ	>	防草シートマルチ

* 餌となるハダニ密度に依存し、年次変動が大きい。

三代ら、2012より

3. 結論及び考察

本研究では、ヒイラギモクセイ、サクラ類、シダレウメ、モモ、イヌツゲ、殺虫剤無散布のクリなどがハダニ類の土着天敵類の温存に有効であることが明らかになった。

これまでの多くの研究から、害虫の発生過程で十分な量の土着天敵が存在すれば、害虫を深刻な経済的損害を引き起こさないレベルに抑制できることが実証されており、「1対1の害虫と天敵の組み合わせ」としてではなく、「複数種の天敵が複合的」に作用していることが認められている

(足立・三代、2012)。永年作物である果樹を栽培する園地（果樹園）は下草や防風樹など園内に存在する植物種は畑地や水田と比較して多く、もともとの農地としての生物多様性は豊かであると考えられる。豊かな生物多様性は農業生産に必要な生態系サービス（生態系によりもたらされる便益）をもたらす（環境省、2008）。生態系サービスを享受するためには豊かな生物多様性を維持することが重要であり、このことは土着天敵の多様性を維持することにつながる。そのためにはまず、害虫防除に使用する殺虫剤は土着天敵に影響の少ない剤（選択性殺虫剤）を基本とするのが望ましい。さらに土着天敵をより有効に活用するには土着天敵の生息場所となる植物を選択して導入するなど、園地の植生管理を積極的に進め、果樹園の生物多様性を保全することが重要になる。

本研究ではモモやクリなど、果樹そのものが土着天敵類の温存効果を持つことも明らかになった。アメリカでは、リンゴ園にモモを間植することでハマキムシの寄生蜂の寄生率向上を試みたところ、寄生蜂の寄生率は向上しなかったが、カメムシやカイガラムシによる果実の被害が減少した、と報告されている（Brown et al., 2010）。このことは、植生管理による土着天敵の活用の場面では、対象としていた天敵だけでなく、そのほかに存在する天敵あるいは害虫の活動に対しても正または負の影響が現れる可能性を示していると同時に、果樹の混植が土着天敵の温存に有効である可能性を示唆している。

4. 留意点

本研究で調査した樹木類には、イヌツゲで発生したミカンハダニ、あるいはサクラやシダレウメで発生したオウトウハダニのように、果樹と共通の害虫が発生して、その結果、天敵を呼び寄せるものもある。発生した害虫がナシに移動するのでこれらの樹木をナシ園に隣接して利用することは避けたい。しかし、両者が天敵類の移動可能距離以上に離れてしまうと土着天敵の温存効果がなくなってしまう。天敵の移動距離についてはまだ不明な部分が多く今後の研究が待たれるが、たとえば、ハダニクロヒメテントウあるいはキアシクロヒメテントウは 200 メートルくらい飛翔すると言われているので、一つの目安にできるかもしれない。一方、ヒイラギモクセイではナシと共通の害虫（ハダニ類）が発生しないのでナシ園の内部あるいは近傍に導入することが可能である。

5. 今後の課題

本稿では土着天敵による害虫（ここではハダニ類）の被害軽減効果を解明するまでには至っていない。今後は、混植可能な果樹の組み合わせを明らかにするとともに、土着天敵の生態解明、温存・強化による害虫の被害抑制、および、土着天敵を活用することによる経済的效果を明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 足立礎・三代浩二（2012）：植物防疫. 66(9): 488-493.
- 2) Brown et al. (2010) : J. Econ. Entomol. 92: 899~905.
- 3) 環境省（2008）：生物多様性と農業 生物多様性の保護と、世界の食糧の確保. pp.14-15.
- 4) 大野和朗（2011）：日本の天敵利用 Past, Present and Future. <http://www.cc>.

miyazaki-u.ac.jp/ohnok/img/study/seminar.pdf.

5) 北嶋康樹 (2000) : 今月の農業. 44(3): 94~99.

6) 三代浩二ら (2012) 果樹・茶における土着天敵類を維持する管理技術－技術開発成果集－. 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所. pp.20~24.

7) 高木一夫 (2008) : 天敵ナビゲータ. 日本植物防疫協会研究所.
<http://takagi.tenteki.org/%E5%A4%A9%E6%95%B5%E3%83%8A%E3%83%93/%E7%9B%AE%E6%AC%A1.htm>.

(三代浩二・外山晶敏・井原史雄・中野亮・土田聡・岸本英成・望月雅俊：農研機構果樹茶業研究部門)

2.3.2.4.2 天敵昆虫類の温存・強化 防風樹(キンモクセイ、ヒイラギモクセイ)の利用

1. はじめに

果樹園全体の立体構成をみると、多くは防風樹である植栽に囲まれている。この植栽は、カンキツを例にすれば、長い経緯により、イヌマキ、サンゴジュ、スギ、ヒノキなどが主に用いられてきた。これらの防風樹は天敵類の保護温存場所になることが注目されてきたが(井上ら, 1991)、それと同時に、樹種によっては害虫類にとってもその繁殖場所、隠れ場所になることが知られる。たとえばスギ、ヒノキは果実が果樹カメムシ類によっては好適な餌である。またイヌマキではチャノキイロアザミウマも発生し、農薬の種類によっては防風樹へ農薬がドリフトした場合には、そこにいる天敵類への悪影響により、チャノキイロアザミウマが増えることが知られる。このため果樹の防除体系では天敵類に悪影響が少ない薬剤の使用は欠かせないと同時に、天敵は害虫が増えてから機能することを踏まえると、果樹園環境のどこかに天敵温存場所を確実に確保することが必要になる。そこで本研究ではカンキツ園を想定して、果樹を加害しないモクセイマルハダニが寄生するキンモクセイを防風樹に用いてハダニ天敵類の増加を図り、防風樹に積極的な天敵保護機能を付与することを目的とした(図1)。

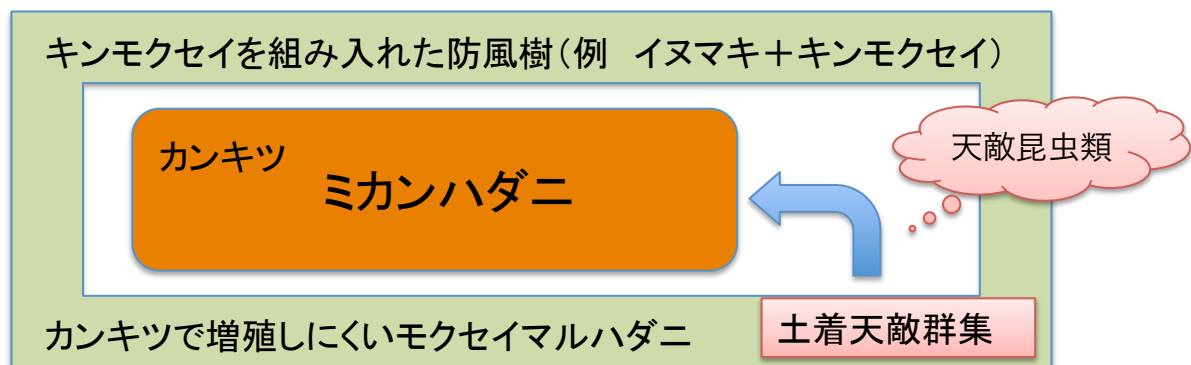


図1：キンモクセイ防風樹の活用によるカンキツのミカンハダニ制御の概念図

2. モクセイマルハダニとミカンハダニの寄生特性を利用したキンモクセイ防風樹

街路樹や生垣に利用されるキンモクセイには、カンキツの重要害虫ミカンハダニと非常に近縁なモクセイマルハダニが寄生する。このモクセイマルハダニはカンキツでの発育、増殖が劣り、他の落葉果樹でも産卵数が少ない(Kitashima and Gotoh, 1995)。一方ミカンハダニは、キンモクセイでは全く発育できない。両種は、胴背毛、雄交尾器の部分にわずかな形態的な違いがあり、交雑により次世代雌成虫を生じるが、その後代は不妊になる同胞種である(Ehara and Gotoh, 1996; Osakabe and Komazaki, 1996)。このことからキンモクセイを防風樹として果樹園の植栽とすれば、キンモクセイはミカンハダニの増殖源とならず、一方果樹園で増殖しにくいモクセイマルハダニが増殖したキンモクセイは、ハダニ類の天敵が生息し、その温存場所、また増殖場所となることが提唱されたが(北島, 2000)、実際にそのような果樹園を作成した調査はされてこなかった。

3. キンモクセイにおけるモクセイマルハダニの発生活消長と天敵相

モクセイマルハダニが発生したキンモクセイが天敵の温存場所・増殖源になるかを明らかにす

るため、まずキンモクセイでのモクセイマルハダニとその天敵類の発生活消を 2012 年から 2015 年まで 2 週間から 1 ヶ月間隔で調査した。場所はカンキツ産地である東海以西を想定して静岡県（静岡市興津）と広島県（東広島市安芸津）の 2 箇所とし、興津では樹高 3 メートルの成木 1 樹、安芸津では樹高 2m の成木 5 樹を対象にした。モクセイマルハダニは全般を通じて発生したが、剪定による急減もあり、密度の変動は大きかった。静岡では 2012 年 5 月～2015 年 4 月のうち秋から春に密度が高まる例が 2 回、広島では 2012 年 5 月～2015 年 10 月のうち夏に密度が高まる例が 3 回あり、共通の発生パターンは見られなかった。一方、天敵類ではカブリダニ類、ナガヒシダニ類は低密度で常在するが、ハダニアザミウマ、ケシハネカクシ類、ダニヒメテントウムシ類は、モクセイマルハダニの密度増加に対応して観察された（図 2）。

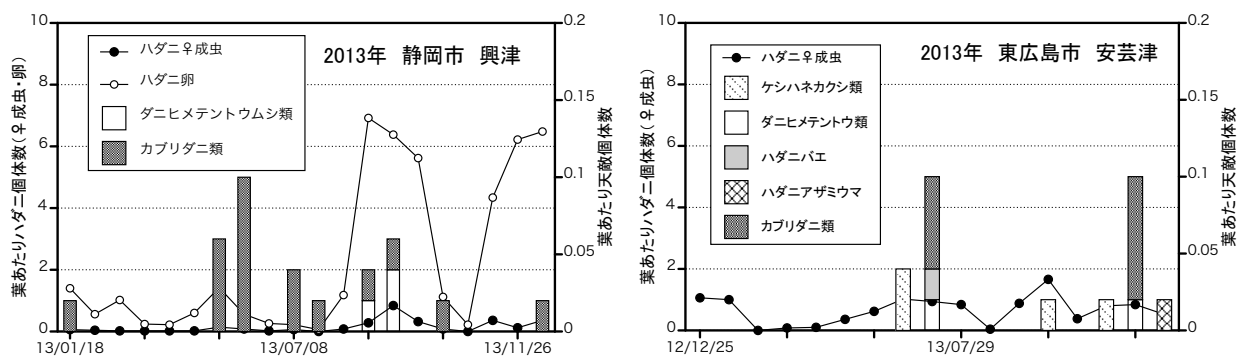
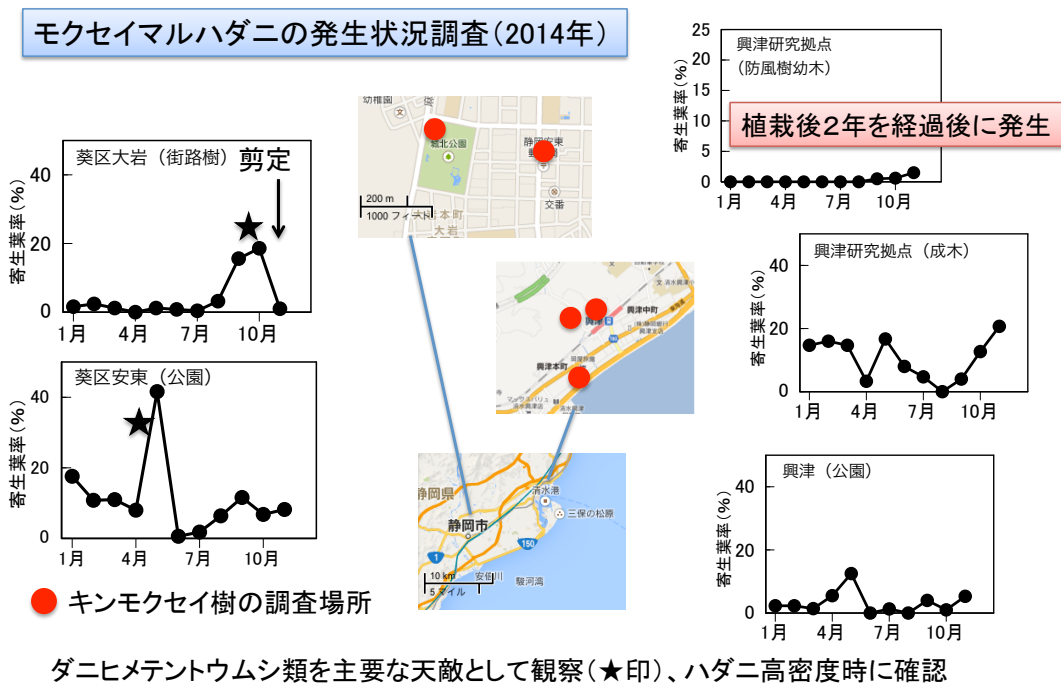


図 2 静岡市と東広島市のキンモクセイでのモクセイマルハダニと天敵類の発生活消（2013）

キンモクセイは果樹園防風樹として利用されている事例はないが、公園外周や街路にまわって栽植されている。これらキンモクセイの栽植状況は果樹園防風樹として見立てられるので、このような環境でのモクセイマルハダニ発生活消を調査した。2013 年 5 月から 2015 年 4 月まで静岡市内の 2 地域（清水区興津、葵区安東・大岩）合計 5 地点のキンモクセイにおけるモクセイマル



ダニヒメテントウムシ類を主要な天敵として観察(★印)、ハダニ高密度時に確認

図 3 公園、街路樹のキンモクセイでのモクセイマルハダニ発生活消（2014）

ハダニの見取り調査を1ヶ月間隔で行った。図3には2014年の状況を平均寄生葉率で示す。2014年は興津では、果樹研究所カンキツ研究興津拠点（静岡市清水区）の防風樹（幼木）で0～2%、他の成木では最高20%、葵区では最高で40%であった。天敵として、静岡市葵区大岩、興津（公園）ではダニヒメテントウ類がハダニの高密度時に多数発生して短期間でこれを制御した。

4. キンモクセイとカンキツにおけるハダニの発消長の比較

互いに接近して（列間距離2m）で植栽したキンモクセイとカンキツの実験圃場を作成し、2013年からキンモクセイではモクセイマルハダニ、カンキツではミカンハダニの発消長を、雌成虫数を指標に調査した。2011～2012年の定植初期はモクセイマルハダニの発生はほとんど見られなかったが2013年後半から発生し始めた。2014年後半から2015年前半では、秋から冬にかけて密度が高くなった。またミカンハダニも同じ時期に消長パターンを示した。（図4）。両樹種ともに幼木であったため、生長への影響を考慮して葉の採取による調査を省略したが、成木での調査結果（図2）から推測すれば、樹の生長に伴い、ハダニ発生に応じて天敵類が増加することは確実と考えられる。

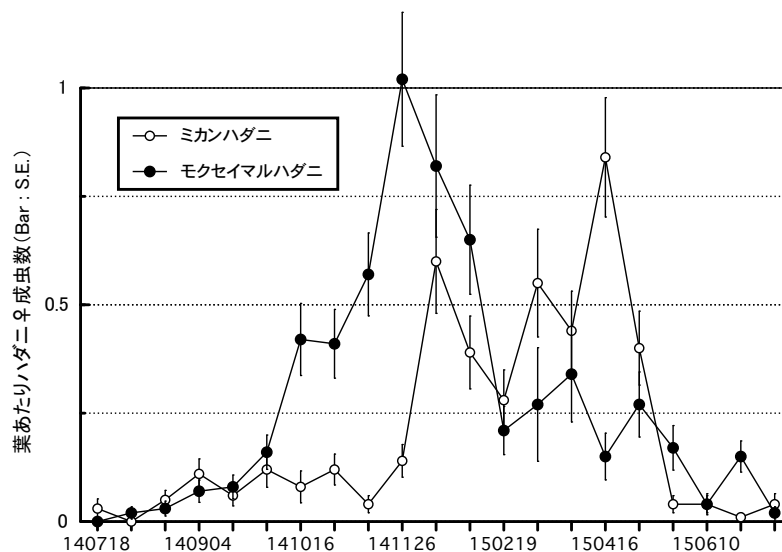


図4 キンモクセイでのモクセイマルハダニと、隣接したカンキツでのミカンハダニの発消長

5. キンモクセイの生育とモクセイマルハダニの発生状況

2012年3月に新たに開設した所内のカンキツ園2カ所の周囲に、2012年6月に樹高約1mのキンモクセイとイヌマキの苗木を植栽し、その生長状況を比較した。定植時の詳細な樹高を未調査であったため、生長途上での樹高伸長状況を指標に、定植後約1年半を経過した2014年1月から2015年4月まで、3ヶ月間隔で両樹種の樹高を巻尺と支柱（180cm）を使って目視測定した。一部のキンモクセイでは、幼木時期に潮風害を受けて落葉が起きて生育が悪化したが、それ以外では樹高が180cm程度に達し、キンモクセイはイヌマキと同等の生育状況であった（図5）。

また2014年10月には、上記の1つのカンキツ園周囲に植えたキンモクセイ20樹の1樹にモクセイマルハダニが発見され、2015年春には一部の樹での寄生葉率が50%を超え、2015年12月末には発生樹は9樹に広がった。枝葉の繁茂が少ない苗木では、野外では風雨にさらされてハダニが定着しにくい、樹が大きくなり、微気象的にハダニの生息に適した環境がふえてハダニが増殖するようになったと推測される。



2012 年 6 月 2015 年 4 月
同位置から撮影（左：土止め柵の高さ 1 m、右：手前樹は 2 m 近くに生長）

図5 キンモクセイ防風樹の生育状況（2012 年 6 月～2015 年 4 月）

6. キンモクセイの総合評価（まとめ）と技術の利用上の留意点

モクセイマルハダニは、カンキツ産地のキンモクセイにごく普通に観察された。静岡と広島での4年間の調査から、天敵としてカブリダニ類が恒常的に見られ、ハダニ多発時にはダニヒメテントウムシ類が発生した。これらはカンキツのミカンハダニの天敵類と共通し、キンモクセイをカンキツ園周囲に植栽すれば、ミカンハダニ天敵類の発生が確実にすることが示唆された。

キンモクセイではヘリグロテントウノミハムシ、マエアカスカシノメイガが春から初夏にかけて多発すると一時的に新芽が加害されたが、樹勢は強く、樹の生長への悪影響は少ないと思われる。さらに樹幹を加害するカミキリムシのような致命的な害虫も見られない。ただ 2012 年 9 月には、台風による潮風を受けて落葉が起き、現時点でも回復が遅れている樹があるため、海岸付近での植栽には注意が必要である。また生長に時間がかかるため、状況を見ながら既存の防風樹から少しずつ置き換えることが望ましい。

キンモクセイに多発したモクセイマルハダニを天敵類が捕食し、それらが次にカンキツに移動してミカンハダニを抑えるような状況は、キンモクセイでの天敵増加とカンキツでのミカンハダニ増加が重なった時に起きると推測されるが、このような状況はまだ検証できていない。過大な期待を持たず、あくまで天敵の保全場所であることを重視してキンモクセイを園内に植栽してほしい。

7. 技術の（実用化に向けた）課題等

この4年間の調査ではキンモクセイにはカンキツに大きな被害を与える害虫は発生していない。防風樹の種類によっては重要害虫であるチャノキイロアザミウマが増殖して問題になるが、キンモクセイ上での増殖は観察されていない。キンモクセイ防風樹はミカンハダニに効果のある天敵類の温存場所になりうることが判明したが、現時点では定性的な結果が主体である。今後はモクセイマルハダニを餌にして発生した天敵が、どの程度、カンキツのミカンハダニ制御に寄与しているのかを定量的に明らかにする必要がある。また植栽したキンモクセイの長期的な管理方法、たとえば防風樹として防風効果を発揮させ、天敵温存効果を高めるような剪定時期は未解明であり、これらも今後の課題である。

参考文献

- 1) Ehara and Gotoh, (1996): Journal of Acarological Society of Japan 5: 17-25.
- 2) 井上晃一ら (1991): 応動昆 35: 49-56.
- 3) Kitashima and Gotoh (1995): Journal of Acarological Society of Japan 4: 91-101.
- 4) 北嶋康樹 (2000): 今月の農業 44(3): 94-98.
- 5) Osakabe and Komazaki (1996): Applied Entomology and Zoology 31: 397-406.

(望月雅俊・外山晶敏：農研機構果樹茶業研究部門)