



生物的防除部会ニュース No. 59

平成28年9月26日発行

目 次

巻頭言

1. チャノコカクモンハマキにおけるジアミジ剤抵抗性の
実態と今後の抵抗性管理 頁 1

内 山 徹 氏 静岡県農林技術研究所 茶業研究センター
平成28年第1回講演会（平成28年6月16日開催）

2. コナガにおけるジアミド系等殺虫剤感受性の実態と
今後の抵抗性管理 頁 7

北 林 聡 氏 長野県野菜花き試験場 環境部
平成28年第1回講演会（平成28年6月16日開催）

3. 平成28年度 第2回講演会 開催のお知らせ 頁 13

演題1 「IPMプログラムにおける農薬の使い方」

アリストライフサイエンス(株)

里 見 純 氏

演題2 「モモ圃場におけるカブリダニ類の発生動態に影響を及ぼす要因とハダニ管理
利用」

宇都宮大学

園 田 昌 司 氏

演題3 「カンキツのIPMにおける土着天敵の活用(農薬と天敵との調和)」

静岡県農林技術研究所 果樹研究センター 増 井 伸 一 氏

4. 東京農業大学へのアクセス 頁 15

< 巻頭言 >

どうして農薬の抵抗性問題の講演会には聴衆が多いのか？

生物防除部会会長 和田 哲夫

生物防除部会で、地道な天敵昆虫の研究や、天敵製剤の話、新規微生物剤の講演会を過去なんども行ってきました。(本会のホームページで過去の講演については参照ください。)ところが、聴衆が極めてすくないのです。

あるときなどは、常連の農薬学会、農薬業界のOB4-5 人を除くと、あとは幹事、農大の教授、生徒で 5-6 人という惨憺たる聴衆数で、講師の方々には、心底申し訳ないという気持ちになりました。

その後、会員数も増え、また会場もより広いところへと移していき、現在は新図書館のなかの洒落た場所へと、evolve していったのも原因かもしれません。

しかし、本当の意味で聴衆が増えたのは、生物農薬と化学農薬とのインターアクションの話題を講演の一つにすることで、生物防除だけに偏らない現実的な場面でのIPMについての知見が得られそうだという皆さんの期待が理由だったと思います。いくら素晴らしい講演でも、聴衆が少なくては、インパクトも小さく、演者にも失礼になります。

抵抗性問題は特に聴衆をひきつけます。それが自社の剤だからか、競合剤だからなのか？西日本から始まり、東山道に上がってくる抵抗性の問題は、やはり刻々と変化していく生物相を観測していることで、チャレンジングなのかもしれません。

さて、日本の天敵利用ですが、オランダのそれと大きく違うところがいくつかあります。その一つは、日本では、天敵を放飼する前に、害虫密度を下げるために、天敵に影響の少ない薬剤を散布するという点です。これは、日本での病害虫の初期密度がオランダのそれに比べ高いというのも理由と考えられます。またオランダの温室での定植が 11 月ごろというのもその理由です。

オランダのワグニンゲン大学の元教授であるレンテレレン氏に、この方法を説明したところ、一蹴された記憶があります。ただ同教授も、生物防除の利用を開始させるためのドライバーは抵抗性が重要な要因であるとは、その著作で陳べています。

オランダはあくまで、化学農薬を敵対するアンチテーゼとして観ているようで、日本のような、折衷型、自然と人工との融和を図る哲学とは、コーカサス以西の方々と異なることは、南蛮紅毛人の時代とさほど変わってはいないように思うと、聊か微笑を禁じえなくなります。

{南蛮紅毛碧眼は、derogative(軽蔑的) な意味ではなくあくまで Sehnsucht(憧憬) としての表現です。日本のテレビで白人とのハーフ(正確な英語は mix といいます。)があふれていることと同根です。}

チャノコカクモンハマキにおけるジアミド剤抵抗性の実態と今後の抵抗性管理

静岡県農林技術研究所茶業研究センター 内山 徹

はじめに ～チャノコカクモンハマキについて～

チャの害虫は、我が国において126種が知られているが（日本応用動物昆虫学会、2006）、一般的な栽培管理がなされるチャ園で防除対象となる害虫は10種程度である。このうち通常、年間の殺虫剤散布が複数回に及び害虫は、チャノミドリヒメヨコバイ *Empoasca onukii* Matsuda、チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood、チャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* Yasuda、及びチャハマキ *Homona magnanima* Diakonoff 等の数種に限られる。

チャの重要害虫であるチャノコカクモンハマキは、幼虫が葉をつづり合わせて巻葉をつくり、その中で葉を加害する（南川・刑部、1979）。本種は光合成の母葉となる成葉のみならず収穫物となる新葉にも寄生し、多発時には新芽の生育遅延や収量の低下などの深刻な被害をもたらす。近年、静岡県内の代表的なチャ産地である牧之原地域を中心として、チャノコカクモンハマキの多発傾向が続いている。例えば、静岡県では本種に関して、2014年までの10年間に計4回の発生予察注意報が発令されている。現在、静岡県のチャ園における本種の防除では、通常年4回の幼虫の発生時期にジアシルヒドラジン系（以下、DAH系）昆虫成長制御剤（以下、IGR剤）やジアミド系殺虫剤（以下、ジアミド剤）を基幹剤として、年数回の殺虫剤防除が行われている。



IGR剤やジアミド剤は、土着天敵の保護が可能な選択性殺虫剤であるとともに残効期間も長い（内山、2012）、ハマキガ類をはじめとしたチョウ目害虫の防除に欠かせない殺虫剤である。しかしながら、DAH系IGR剤のチャノコカクモンハマキに対する防除効果の低下が、2004年頃より牧之原地域の茶生産者から指摘され始め、その一因として殺虫剤抵抗性の発達が考えられた。

これまでに、静岡県では過去にチャノコカクモンハマキの殺虫剤に対する感受性低下について数例の報告（白井ら、1988；小杉、1999）があるものの、これらの知見はいずれも断片的であった。また、2000年代以降、DAH系の後発剤やジアミド剤などの新剤が上市される中、本種の殺虫剤感受性の実態に関する調査は行われておらず、その詳細は不明であった。

本稿では、チャノコカクモンハマキの殺虫剤抵抗性の実態についてジアミド剤を中心に最新データを交えつつ紹介する。また、静岡県牧之原地域では本種がジアミド剤やIGR剤などに対する複合抵抗性を獲得していることから、問題は深刻化している。こうした状況における殺虫剤抵抗性管理について、今後の展望を考察したい。

1 殺虫剤感受性の実態

2014年～15年にかけて、静岡県的主要チャ産地からチャノコカクモンハマキを合計12個体群採集し、チャ葉浸漬法（小杉、1998）によりIGR剤及びジアミド剤に対する感受性を検定した。その結果、DAH系IGR剤のテブフェノジド剤は、ほぼ県下全域で本種に対する感受性が著しく低下していた。同系のメトキシフェノジド剤は、牧之原地域の個体群で感受性の低下がみられた。ベンゾイル尿素系（以下、BU系）のルフエヌロン剤は、2009年頃の筆者らの調査では県下全域で高い感受性を示していたのに対し、今回の調査では牧之原地域をはじめとした複数個体群で感受性の低下が認められた。

ジアミド剤については、フルベンジアミド剤及びクロラントラニリプロール剤の2剤で牧之原地域のみならず県東部から西部の各地で感受性の低下が認められたのに対し、新剤のシアントラニリプロール剤では県下すべての個体群で感受性が高かった。ただし、シアントラニリプロール剤は、島田市湯日2015系統では死虫率が100%に達しておらず、抵抗性個体の存在を示唆するデータが得られたため、今後も注意する必要がある。フルベンジアミド剤及びクロラントラニリプロール剤については、同一個体群における感受性が同程度であったことから、両剤における交差抵抗性の可能性が考えられた。その一方で、シアントラニリプロール剤については、同一個体群における感受性が他のジアミド2剤とは異なっており、同系統剤とは抵抗性が交差しないか弱い可能性が考えら



表 IGR剤およびジアミド剤の常用濃度に対する処理10日後の補正死亡率

殺虫剤名 (商品名)×(系統名)	希釈 倍率	個体群											
		沼津市 宮本	富士市 岩本	静岡市 内牧	川根本町 地名	島田市 湯日	島田市 湯日	菊川市 茶研D	菊川市 茶研A	牧之原市 布引原	掛川市 上内田	磐田市 笠橋	浜松市 春野町
		2014	2014	2015	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2015	2014
テブフェノジド水和剤 (ロムダン)×(DAH系IGR)	1000	91.4	53.8	96.4	54.2	34.0	11.6	-	-	14.8	18.4	22.2	100
メトキシフェノジド水和剤 (ファルコン)×(DAH系IGR)	4000	100	96.3	100	100	93.1	40.4	79.3	-	67.5	95.7	100	100
ルフエヌロン乳剤 (マッチ)×(BU系IGR)	2000	96.6	100	100	100	89.7	68.8	87.0	-	79.6	86.2	77.8	100
フルベンジアミド水和剤 (フェニックス)×(ジアミド)	2000	87.1	60.0	100	100	30.4	58.7	43.8	92.8	47.0	66.0	52.1	100
クロラントラニリプロール水和剤 (サムコル)×(ジアミド)	2000	93.1	82.6	100	95.7	75.0	58.3	71.6	80.1	71.4	89.3	44.8	100
シアントラニリプロール水和剤 (エクシレル)×(ジアミド)	2000	100	100	100	100	100	96.2	100	100	100	100	100	100

れた。

筆者らは、最近、全国のチャ産地の公設地方研究機関の協力を得て、チャノコカクモンハマキの全国的な殺虫剤感受性の実態についても調査を進めている。特に、現在、ハマキガ類や他のチョウ目害虫対象の殺虫剤として全国的に広く普及しているジアミド剤について、チャノコカクモンハマキに対する感受性の低下が静岡県のみの問題なのか、近いうちに明らかにしたい。ちなみに、チャノコカクモンハマキと同様にチャの重要害虫であるチャハマキでは、静岡県においてジアミド剤に対する明確な感受性の低下はみられていないものの、鹿児島県では顕著な感受性低下が報告されている（上室、2015）。

チャハマキにおけるジアミド剤感受性についても全国的な調査が必要であろう。

2 ジアミド剤に対する抵抗性の実態

筆者の所属する静岡県茶業研究センターでは、チャノコカクモンハマキの殺虫剤感受性をモニタリングする定点を牧之原地域の島田市湯日とし、2004年頃から毎年、検定を実施している。同場所は、牧之原地域の中でも薬剤防除回数が比較的多く、1980年代から現在に至るまで殺虫剤抵抗性が顕在化しやすいことから定点としている。

チャノコカクモンハマキ島田市湯日個体群では、2010年以降、フルベンジアミド剤及びクロラントラニプロール剤に対する半数致死濃度 LC_{50} 値が常用濃度を上回り、抵抗性の発達が確認された (Uchiyama and Ozawa, 2014)。なお、ジアミド剤に対する LC_{50} 値が常用濃度を上回るレベルの抵抗性発達については、世界ではコナガ *Plutella xylostella* Linnaeus に次いで本事例が2例目、国内では初事例となった。

静岡県牧之原地域のチャ園において、チャノコカクモンハマキのジアミド剤に対する防除試験を日本植物防疫協会の新農薬実用化試験・殺虫剤圃場試験法に従って複数回実施した。2010年以前の防除試験では、本種に対するジアミド剤の防除率の多くが70%を上回っていた (データ略) のに対し、2011年以降では、防除率が55%未満 (新農薬実用化試験において「実用性が低い、または実用性がない」と判定される) となる事例が頻発した。

また、これらの中には防除率が0%となり、ジアミド剤の防除効果がまったくない事例もみられた。なお、防除率が55%未満となった試験圃場からチャノコカクモンハマキ個体群を採集し、ジアミド剤に対する感受性検定

チャ園におけるジアミド剤抵抗性の実態

表 1. チャノコカクモンハマキのジアミド剤に対する防除試験結果 (2011年～)

農薬名 (希釈倍率)	試験時期 年 月	場所	発生量	防除率%	感受性検定 補正死亡率%	常用濃度 ×2000
フルベンジアミド剤 (×2000)	2011	5 菊川市倉沢	少	94	100	
		5 島田市湯日	少	69	11	
		8 島田市湯日	甚	51	11	
		8 牧之原市布引原	甚	48	42	
	2012	5 菊川市倉沢	少	59	35	
		8 島田市船木	中	70	14	
				17	14	
	2013	5 菊川市倉沢	少	64	59	
		8 牧之原市勝間	少	0	- ^a	
	2014	5 菊川市倉沢	少	25	44	
5 菊川市倉沢		少	56	73		
クロラントラニプロール剤 (×2000)	2011	5 菊川市倉沢	少	64	34	
		8 島田市湯日	甚	32	34	
		8 牧之原市布引原	甚	35	64	
		5 菊川市倉沢	少	85	95	
	2012	8 島田市船木	中	37	20	
		8 島田市船木	多	0	33	
	2013	8 牧之原市勝間	少	61	-	
		2014 5 菊川市倉沢	少	66	72	

注) 黒色背景は、防除率55%未満および感受性検定補正死亡率55%未満の数値
a) 感受性検定未実施

2010年以前
ほとんどが
防除率70%↑

55%未満
実用性低い

を実施したところ、そのほとんどで感受性の低下が認められた。

以上のように、静岡県牧之原地域では、チャノコカクモンハマキがジアミド剤に対して感受性検定レベルだけでなく圃場レベルでも抵抗性を発達させている実態が明らかになった。

3 チャノコカクモンハマキの複合抵抗性

静岡県牧之原地域におけるチャノコカクモンハマキの殺虫剤抵抗性は、1980年代のメソミル剤（カーバメート系）（白井ら、1988）、1990年代のクロルピリホス剤（有機リン系）やフェンプロパトリン剤（ピレスロイド系）（小杉、1999）、2000年代のテブフェノジド剤などのIGR剤（内山ら、2013）、2010年代のジアミド剤（Uchiyama and Ozawa、2014）というように次々と顕在化している。静岡県では牧之原地域を中心に本種が複合抵抗性を獲得し、防除薬剤の選定に苦慮している。現状、牧之原地域の本種個体群は、カーバメート系、ピレスロイド系、DAH系、BU系及びジアミド系の合計5系統に対して複合抵抗性を発達させている。なお、1990年代に顕在化した有機リン剤抵抗性は現在認められていないことから、感受性の回復が起こった可能性がある。この点は学術的観点からも興味深い事例である。



4 今後の殺虫剤抵抗性管理 ～現実的に何ができるのか？～

このようなチャノコカクモンハマキにおける殺虫剤抵抗性の発達を抑制するための対策、すなわち、殺虫剤抵抗性管理（Insecticide Resistance Management）のために現実的に何ができるのか、今後の展望について考察したい。筆者はここ数年、本種の殺虫剤抵抗性研究に携わってきたが、IRMのためには究極的に「殺虫剤を使用しなければ抵抗性は発達しない」という考えにたどり着いた（当たり前前の考えではあるが…）。この考えに基づいたIRMの最近の取組事例を2つ紹介する。静岡県ではチャノコカクモンハマキのIRMとして、「①ジアミド剤の使用制限」や「②化学殺虫剤以外の防除手段の活用」を推奨している。

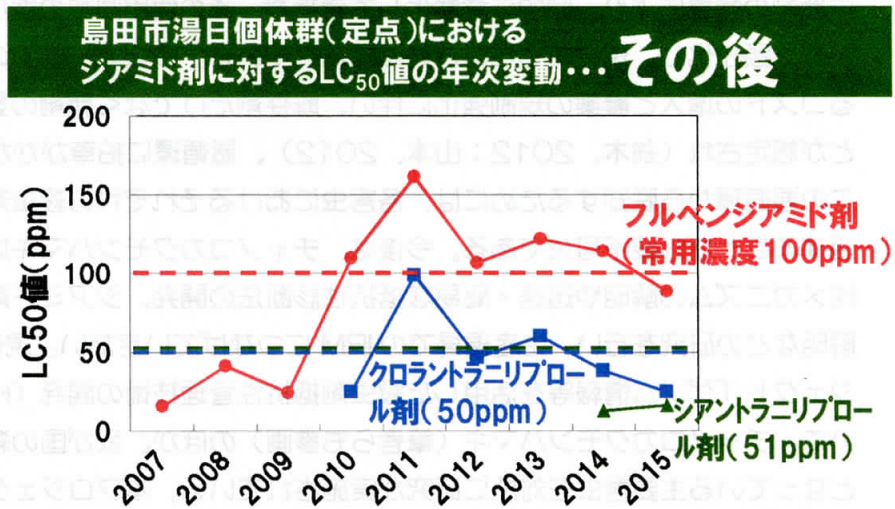
①ジアミド剤の使用制限の推奨：ジアミド剤の使用は年1回まで

静岡県牧之原地域のチャノコカクモンハマキ個体群において2010年にジアミド剤抵抗性が確認された（Uchiyama and Ozawa、2014）ことから、同年から翌年にかけて農協等の技術指導員や生産者を対象とした成果発表会や講習会において周知を図った。具体的には、チャノコカクモンハマキではジアミド剤に対する抵抗性が発達しやすいことを念頭において、ジアミド剤の使用は年1回までとする（ジアミド剤のうち1剤のみを年1回までの使用にとどめる）ことを推奨した。さらに、2015年よりジアミド系の新剤（シアントラニリプロール剤）が加わり、チャノコカクモンハマキに使用できるジアミド剤は3剤となったが、この新剤が現場で使用される前年からシアントラニリプロール剤はジアミド系であることを周知した。なお、使用制限を推奨する際には、ジアミド剤に対する抵抗性発達の速度が他剤に比べても速いという科学的根拠（データ略）

を示して説明し、説得力を高めるよう努めた。

こうしたIRMに取り組んだ前後のフルベンジアミド剤及びクロラントラニプロール

剤に対する LC₅₀ 値の年次変動をみると、使用制限を推奨し始めた2010年を境に値が低下傾向となっていることがわかる。この現象がIRMによるのかは証明できないが、少なからず関連していると思われる。



②化学殺虫剤以外の防除手段の活用：ハマキコン-Nロープ状製剤

チャのハマキガ類に対する化学殺虫剤以外の防除手段のひとつとして、交信攪乱フェロモン剤（トートリルア剤、商品名：ハマキコン-N）の使用がある。本剤は、大面積処理の条件では慣行防除と同等以上の密度抑制効果を示し、実用性が高い（小澤、2011）。しかしながら、従来のディスペンサー型は設置に多大な労力を要するだけでなく、地域でのまとまった設置（大面積処理）が必要なため、十分に普及しているとは言えなかった。2014年より本剤に新たな使用方法が追加され、ハマキコン-Nロープ状製剤が使用可能となった。このロープ状製剤は、支柱等を立てて茶樹摘採面の上部に製剤を張り渡すことによりディスペンサー型とほぼ同等の防除効果を示す。従来のディスペンサー型よりも設置労力が大幅に軽減されるため、現場での活用が期待されるIRM手法である。2016年現在では、静岡県農業振興基金協会から本剤使用の取り組みへの助成事業が始まったこともあり、各地で普及が進んでいる。

上述の2事例以外にIRMのために何ができるのか。例えば、チャノコカクモンハマキの複合抵抗性に交差抵抗性が関与するかどうかを解明すれば、生産現場におけるローテーション防除の構築に活用できる（ただし、最近ではローテーション防除が殺虫剤抵抗性の発達を抑制しないとのシミュレーション結果も報告されている（山中ら、2015））。また、チャノコカクモンハマキではテブフェノジド剤及びジアミド剤（フルベンジアミド剤及びクロラントラニプロール剤）に対する抵抗性の遺伝様式は、ともに複数因子による不完全優性である（内山・小澤、2015a；内山・小澤、2015b）ことが判明しているが、このように殺虫剤抵抗性の遺伝様式を解明すれば、抵抗性の発達速度や抵抗性遺伝子の拡散が予測可能となるだけでなく、高薬量／保護区戦略（鈴木、2012）の検証にもつながる。これらはIRMに有用な基礎的知見として生産現場での技術指導に活用可能である。

おわりに

これまで、チャノコカクモンハマキのみならず農業害虫における殺虫剤抵抗性の問題は新剤の登場により一時的に沈静化してきたが、その使用回数の増加に伴って新たな抵抗性が顕在化し、現在でもこの悪循環は続いている。今後は、農薬の開発・登録に要するコストの増大と農薬の規制強化に伴い、既存剤だけでなく新剤の登録数も伸び悩むことが想定され（鈴木、2012；山本、2012）、悪循環に拍車がかかる可能性がある。この悪循環から脱却するためには、各害虫におけるそれぞれの殺虫剤抵抗性を詳細に解明することが必要不可欠である。今後は、チャノコカクモンハマキにおける殺虫剤抵抗性メカニズムの解明や迅速・簡易な抵抗性診断法の開発、ジアミド剤間の交差抵抗性の解明などの研究を行い、生産現場でのIRMにつなげていきたい。現在、農水省委託プロジェクト「ゲノム情報等を活用した殺虫剤抵抗性管理技術の開発（H26～30）」において、チャノコカクモンハマキ（筆者らも参画）のほか、我が国の殺虫剤抵抗性が問題となっている主要害虫を対象に研究が実施されている。本プロジェクトでは各害虫で殺虫剤抵抗性管理ガイドラインを策定することになっており、チャノコカクモンハマキでは新剤上市前に系統などの薬剤情報の周知推進や抵抗性発達リスクを考慮した使用制限の推奨など、先回りのIRMの重要性を盛り込む予定である。今後は、本プロジェクトにおいて各害虫の殺虫剤抵抗性の詳細な解明が進み、IRMにつながる多くの知見が得られると期待される。

引用文献

- 日本応用動物昆虫学会（2006）農林有害動物・昆虫名鑑 増補改訂版。日本植物防疫協会、東京。387 pp.
- 南川仁博・刑部 勝（1979）茶樹の害虫。日本植物防疫協会、東京。322 pp.
- 内山 徹（2012）関西病虫研報 54:151-154.
- 白井ら（1988）関東病虫研報 35: 189-190.
- 小杉由紀夫（1999）関東病虫研報 46: 123-126.
- 小杉由紀夫（1998）植物防疫 52: 48-50.
- 上室 剛（2015）茶研報 120（別）：19.
- Uchiyama T. and A. Ozawa（2014）：Appl. Entomol. Zool. 49：529-534.
- 内山ら（2013）応動昆 57: 85-93.
- 小澤朗人（2011）静岡農林研報 4：23-35.
- 山中ら（2015）第59回応動昆大会（講要）：206.
- 内山 徹・小澤朗人（2015a）応動昆 59：127-131.
- 内山 徹・小澤朗人（2015b）第59回応動昆大会（講要）：129.
- 鈴木芳人（2012）植物防疫 66：380-384.
- 山本敦司（2012）農薬誌 37：392-398.

コナガにおけるジアミド系等殺虫剤感受性の実態と今後の抵抗管理

長野県野菜花き試験場 環境部

北 林 聡

1 はじめに

ジアミド系殺虫剤はチョウ目害虫に卓越した効果を示す薬剤として、栽培現場では高い評価を得てきた。クロラントラニリプロール剤（商品名：プレバソン 5フロアブル 等）の“植物体内での移行性の高さ”は「セル苗灌注処理」を可能とし、栽培現場での労力軽減に大きく貢献し、露地・葉物野菜においては栽培上のスタンダードと言っても過言ではない。また、散布剤としての評価も極めて高く、クロラントラニリプロール剤、フルベンジアミド剤（商品名：フェニックス顆粒水和剤 等）は “①チョウ目害虫への効果が高く”、“②残効が長く”、“③収穫前日数が短い” 剤として、広く現場で受け入れられてきた。はくさい、キャベツなど結球野菜はスーパーでは欠かすことのできない“あたりまえの野菜”であり、それゆえ、これらの野菜に対するクレームは販売店にとっては致命的になりかねない。（残念ながら、）現在の市場において食害痕や虫体が残る野菜は、まず受け入れられない。すなわち「虫の食った跡のない、（当然、虫などついていない）野菜」が求められる。生産者の立場では、「同一ほ場で作期をずらしながら栽培する手法」が労力分散や安定収入の面で“重要な技術”であり、収穫前日数の短いジアミド剤は、この“わがままな要求事項”をすべてみたす救世主であった。

さて、もう一方の主演「コナガ」(*Plutella xylostella*)は言わずと知れた重要害虫で、古くから「薬剤抵抗性の発達しやすい害虫」とされる。長野県では2013年（平成25年）に東信地域を中心にコナガによる被害が多発し、翌、2014年から県内各地のコナガ個体群についてジアミド系殺虫剤を中心とした薬剤感受性検定を実施している。以下では、長野県内における調査結果から、コナガのジアミド剤に対する感受性の実態と今後の抵抗管理（IRM）に関する情報を紹介する。

2 野菜産地“長野”の概要

長野県はその標高の高さを生かし、露地野菜の栽培が盛んである。「高原野菜」としてはレタスがよく知られているが、アブラナ科野菜の栽培も盛んである。はくさいは、26年統計では出荷量 19万7千トンで全国2位。夏季の出荷においては全国の流通量の8割～9割を担っている。キャベツは出荷量では全国5位であるが、生産は夏季に集中しており、夏秋作では群馬県に次ぐ生産量である。ブロッコリーについても生産量は全国5位の出荷量で冷涼な気候を生かし、夏から秋にかけての栽培では大きなシェアを占めている。産地では、はくさい、レタス、キャベツ、ブロッコリー、カリフラワーなどの露地野菜がモザイク状に栽培され、同一ほ場の中でも「定植時期を2週間おきにずらす」など、様々な生

育ステージが混在する。防除は20m前後のブームを有する大型防除機が一般的で、一台の機械で複数のほ場や異なった品目の防除を可能な範囲でまとめて行う。機器洗浄の手間もあり、薬剤は「複数の品目に登録がある」、「収穫前日数が短い」、「残効が長い」剤が好まれる。

3 コナガの発生実態

長野県におけるコナガの発生は、大まかには2つのパターンが見受けられる(図1)。標高が1000mを超える寒地(高冷地)、高原野菜の産地では、初期の発生密度が低く、9月~10月にかけて大きな発生ピークが認められる。一方、標高750m前後の寒冷地(準高冷地)では5月~6月に大きな発生ピークを示し、その後もだらだらと発生を繰り返す。秋、9月~10月に再び発生のピークが認められる場合もある。大阪府の田中寛氏は著書の中で、秋一回のみピークを示すパターンを「北日本型」、春と秋に2回発生ピークを示すパターンを「南日本1型」と位置付けている(田中 1993)。高冷地では気温が低いため、初期密度が少なく、後半、気温の上昇とアブラナ科野菜の作付増加に伴って発生量が急速に増加する「北日本型」の発生となる。準高冷地では春先に一度増加したコナガが夏の高温で密度を下げ、その後、再び密度を増加または維持するようなパターンといえる。発生のピークを標高別に並べると、標高が低い地域からより高い地域へ、発生のピークが後ろにずれている様子が分かる。ただし、これらが移動分散も伴っているかについては今のところ分かっていない。

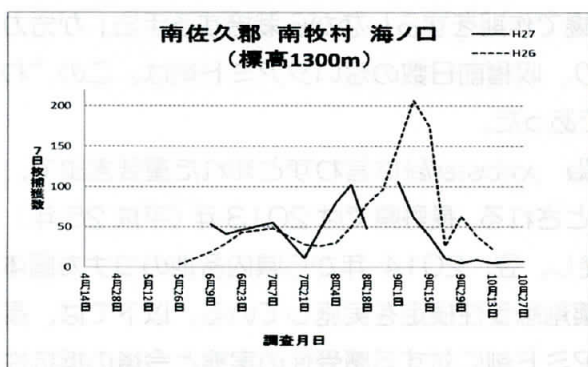


図1 高冷地のコナガの発生消長

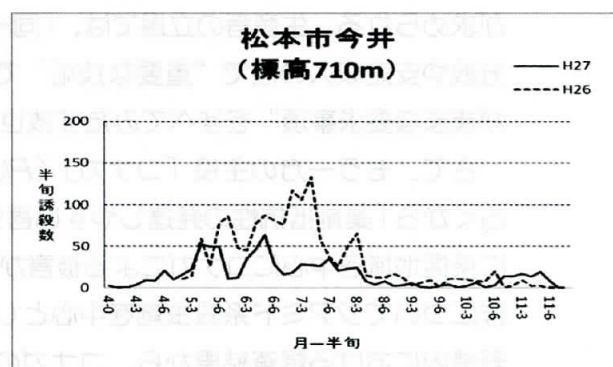


図2 準高冷地のコナガの発生長

松本市今井地区に設置したフェロモントラップは、周囲をリンゴとナガイモのほ場に囲まれ、アブラナ科野菜の作付が少ない地区であるが、少なからずコナガの誘殺が認められる。このような作付や防除などの人為的影響が比較的少ない場所では、秋のコナガの捕獲数は大幅に減少していく(図2)。生物検定のために採集したコナガの幼虫、蛹からはたびたび寄生蜂が発生するが、これらはすべて秋以降に採集したコナガに認められた。得られた主な寄生蜂はコナガサムライコマユバチ (*Cotesia vestalis*)、コナガヒメコマユバチ (*Oomyzus sokolowskii*) であった(表1)。これら2種はコナガの密度を抑制する(野田、宮井ら 1996)とされ、長野県においても秋以降の密度抑制要因と考えられる。

表1 長野県内で得られたコナガ寄生蜂の採集時期と種構成

採集地	採集場所	採集月	天敵			
			コナガサムライ コマユバチ <i>Cotesia vestalis</i> (Haliday)	コナガ ヒメコマユバチ <i>Oomyzus sokolowskii</i> (Kurdjumov)	コナガチビ ヒメバチ <i>Diadromus subtilicornis</i> (Gravenhorst)	ムラタヒゲナガ ハリバエ <i>Bessa parallela</i> (Meigen)
塩尻市	野花試	2015年	1 ♀	17 ♀		
宗賀		9月	1 ♂	2 ♂	2 ♂	-
塩尻市	岩垂原	2015年	7 ♀	28 ♀		
洗馬		9月	2 ♂	2 ♂	-	1(未確定)
諏訪郡	払沢	2015年	-	111 ♀		
原村		9月	-	8 ♂	-	-
北佐久郡	鳥の巣	2015年	4 ♀	12 ♀	1 ♀	
軽井沢町		9月	2 ♂	1 ♂		
伊那市	富県	2015年	-	102 ♀		
富県		9月	-	10 ♂		

同定は農業生物資源研究所(2015年当時)の野田隆志氏にお願いした。

4 コナガの薬剤抵抗性

長野県におけるコナガの殺虫剤抵抗性については1980年代に既に問題となっている。まず、1983年(昭和58年)に合成ピレスロイド剤とBT剤が普及に移された。当初のピレスロイド剤は有機リン剤との混合剤であるハクサップ水和剤(フェンバレレート・マラソン水和剤)とベジホン乳剤(ジメトエート・フェンバレレート乳剤)で、その防除効果は顕著であった。その結果、現地では多用されることになり、3年後の1986年(昭和61年)には防除効果の低下が認められるようになった(表2)。

1987年(昭和62年)にはパダン水溶剤(カルタップ)、エピセクト水溶剤(チオシクラム)が、1988年(昭和63年)にはIGR剤であるアタブロン乳剤(クロルフルアズロン)、1990年(平成2年)にノームルト乳剤(テフルベンズロン)が普及に移された。しかし、コナガは1994年~1996年(平成6~8年)にかけて多発し、深刻な問題となった。当時は合成ピレスロイド剤をはじめ、IGR剤、有機リン剤に抵抗性を発達させ、BT剤以外はほとんど効果が得られないような状態となった。このような状況の中、現地ではフェロモン剤による交信攪乱の利用が進んだ。さらに1996年(平成8年)ごろから殺虫剤の定植時株元処理(セル苗処理)や新規の殺虫剤が普及に移された。これ以降は多発することが少なく、2013年(平成25年)にコナガによる害の多発が問題となるまでは、見かけの上では殺虫剤抵抗性の問題はないように思われていた。

表2 1980年代の長野県におけるコナガの薬剤抵抗性

薬剤名	IRAC	希釈	北信		中信		東信	
			長野市	牟礼村 (飯綱町)	塩尻市 1985	1986	小諸市	小海町
フェンバレレート マラソン	3A(合ピレ) 1B(有機リン)		15	17	0	35	16	43
カルタップ	14 (ネライストキシン)	×1000	-	-	95	85	68	90
BT(死菌)	11A (BT)		-	-	-	80	95	97

カルタップは使用頻度が高く注意が必要
ほ場試験では、IGR(脱皮阻害)の効果が極めて高い。
<テフルベンズロン・クロルフルアズロン>

<表中の値は補正死亡率 昭和62年「コナガの薬剤抵抗性対策」長野県野菜花き試・長野県経済連 報告より抜粋>

5 シアミド系殺虫剤（フルベンジアミド）の感受性

コナガのシアミド剤に対する抵抗性については、近年、国内の多くの地域で報告がなされている。長野県においても、2013年に東信地域を中心にコナガによる被害が多発し、多用されてきたシアミド系殺虫剤に対する感受性低下が一因であることが指摘され、2014年より、県内各地のコナガ個体群についてシアミド系殺虫剤を中心とした薬剤感受性検定を実施している。2014年調査では東信地区4カ所、中信地区3カ所の計7カ所のコナガ個体群について感受性検定を実施したところ、すべての個体群について感受性低下が認められ、特に南佐久郡川上村、諏訪郡原村、塩尻市洗馬については、補正死虫率が20%を下回る強い感受性低下が認められた（データ省略）。2015年調査ではフルベンジアミド（フェニックス顆粒水和剤）については、10地区中、6地区でLC50値が常用散布濃度100ppmを大きく上回る結果となった（表3）。同一地域における補正致死率について、2014年と2015年の比較では、一部では感受性が年を追って低下する傾向が示唆された（データ省略）。また、2015年に同一のほ場で採集した6月採集個体群と9月採集個体群の比較では、栽培シーズン内で感受性が低下することが確認された（表4）。この結果は中央農業総合研究センターで実施した抵抗性遺伝子変異の解析結果でも確認された。ただし、新規シアミド剤シアントラニプロールについては生物検定で異なる傾向を示し、維持個体群を用いて検定を行ったところ、高い補正死虫率を示した。

表3 フルベンジアミドにおける濃度別補正死虫率およびLC50値（2015年）

薬剤	系統名	IRACコード	希釈倍率	北信		中信			東信				南信	感受性
				N市①	N市②	S市	A村	H村	M町①	M町②	S市	K町	I市	
1000ppm	ジアミド	28	20	NT	NT	67	70	83	30	60	47	64	27	100
					++	++	+	++	+++	++	+++	++	++	-
1000ppm			200	NT	NT	43	60	83	33	73	50	32	23	100
					+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-
100ppm			2,000	63	44	33	67	73	30	47	35	6	0	100
					+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	++	-
10ppm			20,000	23	22	25	30	90	17	10	28	NT	7	100
					+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	NT	+++	-
1ppm			200,000	3	15	3	28	100	0	13	23	3	3	100
					++++	++++	++++	+++	++	++++	++++	++++	NT	+++
フルベンジアミド LC50値 (ppm)				48	>100	>100	23	>100	>100	>100	-	>100	-	

上段：供試96時間後の補正死虫率（補正死虫率50%以下を網掛け） NT：「試験未実施」または「データが得られなかった」
 下段：供試48時間後の葉片被害面積 [“-”0%、“+”<5%、“+”5~10%、“++”10~30%、“+++”30~50%、“++++”50~80%、“+++++”>80%]
 採集したコナガ個体群を試験室内で飼育し、得られたコナガ3例幼虫を]葉片浸漬法により感受性検定を実施。
 葉片を所定の薬剤(展着剤マイリノー10,000倍可溶)に20秒間浸漬したのち風乾、コナガ3齢幼虫を供試、25℃湿度70%16L8Dの恒温槽で飼育し48時間、96時間の評価を行った。
 10個体×3反復 展着剤(マイリノー10,000倍)の死虫率から補正死虫率を算出

表4 シアミド剤感受性の季節変動

	野菜花き試験場		東筑摩郡 朝日村		北佐久郡 御代田町	
	6月	9月	6月	9月	6月	9月
フルベンジアミド	14	25	74	33	43	20
クロラントリニプロール	25	0	17	10	17	0

(供試 48時間後の補正死虫率)

5 その他薬剤の感受性

県内10カ所より採取したコナガ個体群について、作用性の異なる14剤に対する感受性検定を行った（表5）。BT剤については全ての個体群で補正死虫率が100%であった。スピノサド、エマメクチン安息香酸塩、インドキサカルブ、カルタップはいずれも高い殺虫効果が認められた。インドキサカルブ、トルフェンピラドは、96時間補正死虫率で生存虫が見られることがあるが、葉片の摂食量は少なかった。

表5 その他薬剤に対する感受性検定結果 (2015年)

薬剤	系統名	IRAC コード	希釈倍率	北信			中信			東信				南信 I市	感受性
				N市 ①	N市 ②	S市	A村	H村	M町 ①	M町 ②	S市	K町			
クロントラニプロール	ジアミド	28	2,000	83	30	20	27	93	3	0	38	7	20	100	-
シアントラニプロール			4,000	37	NT	100	93	90	93	97	93	NT	100	100	-
BT(生菌)アイザワイ系	BT	11A	2,000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
スピノサド	スピノシン	5	5,000	100	100	100	97	70	100	100	100	100	100	100	-
エマメクテン安息香酸塩	マクロライド	6	2,000	93	70	100	100	53	97	100	100	100	73	-	
インドキサカルブ	オキサダイアジン	22A	2,000	67	48	97	83	87	83	100	93	100	100	100	-
ピリダリル水和剤	その他	UN	1,000	100	93	87	97	33	60	87	90	54	57	-	
トルフェンピラド	ピラゾールアミド	21	1,000	53	48	80	53	70	20	67	83	93	47	96	
フィボニル水和剤	フェニルピラゾール	2B	2,000	33	48	80	77	47	23	63	63	57	20	100	
クロフェナビル水和剤	ピロール	13	2,000	47	56	65	90	17	57	87	50	21	50	100	
メタフルミゾン	セミカルバゾン	22B	1,000	40	15	93	100	17	63	83	88	93	83	100	
フルフェノクスロン	IGR	15	4,000	3	-7	80	37	7	10	60	7	57	30	-	
アセタミプリド	ネオニコチノイド	4A	2,000	7	0	27	63	0	40	47	20	7	20	70	
トラロメリン	ピレスロイド	3A	2,000	5	-4	10	13	0	17	3	0	11	0	100	
カルタップ塩酸塩	ネライストキシシン	14	1,500	93	85	100	100	100	100	90	90	89	100	96	
(対照)マイリノー	展着剤	-	10,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

上段: 供試96時間後の補正死亡率 (補正死亡率50%以下を網掛け) NT: 「試験未実施」または「データが得られなかった」
 下段: 供試48時間後の葉片被害面積 [“-”0%、 “+”<5%、 “++”5~10%、 “+++”10~30%、 “++++”30~50%、 “+++++”50~80%、 “++++++”>80%]
 採集したコナガ個体群を試験室内で飼育し、得られたコナガ3例幼虫を]葉片浸漬法により感受性検定を実施。
 葉片を所定の薬剤(展着剤マイリノー10,000倍可溶)に20秒間浸漬したのち風乾、コナガ3齢幼虫を供試、25℃湿度70%16L8Dの恒温槽で飼育し48時間、96時間で評価を行った。
 10個体×3反復 展着剤(マイリノー10,000倍)の死亡率から補正死亡率を算出

6 抵抗性管理を考える

これまで害虫の抵抗性管理は、「薬剤感受性の低下をできるだけ早期に発見し、感受性低下・抵抗性発達の懸念があれば、その薬剤の使用をただちに中止し、効果の高い別(系統)の薬剤に切り替えること」が最も一般的であった。一方で、農薬メーカーによる新規薬剤の開発に目を向けてみると、新規上市数は1990年後半から減少傾向が続いており(神山2015)、安易な薬剤の切り替えのみでは、今後、ますます作物の管理が厳しくなることが予想される。コナガにおいて広域での感受性低下が示唆されたジアミド剤においても、大型チョウ目の防除を考えれば今後も重要な役割を果たす剤と言えるであろう。ポイントは「どの剤を、何を対象に、どのタイミング(生育ステージ)で、加えて、多用な手段(剤の球数を確保することが不可欠)を用いて防除すること」が、ますます重要になるであろう。

殺虫剤抵抗性管理(Insecticide Resistance Management: IRM)の主要な目的は①害虫個体群における主要な抵抗性発達を回避すること、②抵抗性発達速度を緩めること、③抵抗性が発達した個体群の感受性を回復させ、その後も抵抗性のあるレベル以下に維持すること(宮井2015)とされる。今後生産現場では、抵抗性の情報をできる限り生産者に伝える技術、あるいは、効果の高い特定の薬剤に依存することなく、“複数の組み合わせ”として発信し伝達することが重要であると考えられる。コナガは各種薬剤に対するローカルバリエーションが認められており(Mohan and Gujar 2003, Santos et al.2011)、得られた“薬剤感受性の情報”をより細やかに現場へ伝達することが重要となるであろう。今

回、これら“抵抗性の地理的変異情報”を視覚的に伝えるアイデアとして、レーダーチャートの活用を示した(図3)。今後もこのような情報発信方法も含めた抵抗性管理技術の検討が重要と考える。



図3 コナガの薬剤に対するローカルバリエーションとレーダーチャートの活用

7 引用文献

- 神山洋一(2015)第20回農林害虫防除研究会大分大会 講演要旨 1-4
 田中 寛(1991)今月の農業 4月号 化学工業日報社
 田中 寛(1993)コナガ 面白い生態とかしこい防ぎ方. 農文協
 野田隆志・宮井俊一・山田慎・小西和彦(1996)盛岡市のキャベツ畑におけるコナガ幼虫及び蛹の寄生蜂の種類相と発生消長. 応動昆 40: 164-167
 神山洋一(2015)第20回農林害虫防除研究会大分大会 講演要旨 1-4
 宮井俊一(2015)第20回農林害虫防除研究会大分大会 講演要旨 5-6
 Mohan,M GT.Gujar (2003)Local variation in susceptibility of the diamondback moth , *Plutella xylostella*(Linnaeus) to insecticide and role of detoxification enzymes. Crop prot. 22:495-504

平成28年度 第2回講演会のお知らせ

生物的防除部会 平成28年度第2回講演会を下記の通り開催致します。
会員の皆様には是非多数ご参加くださいますようお願い申し上げます。

記

日 時 : 平成28年 11月 16日 (水) 午後2時00分~5時00分
場 所 : 東京農業大学 図書館プレゼンテーションルーム
(農大アカデミアセンター7階) キャンパス案内図参照 (15頁)

講演会 :

演題1 「IPMプログラムにおける農薬の使い方」

アリスタライフサイエンス(株)

里 見 純 氏

< 講演要旨 >

IPMプログラムの失敗例の多くは薬剤の誤使用である。IPMプログラムを成功させるためには影響表を参考にして、実際に使用する薬剤名を記載した防除暦を作成し、生産者に渡すことが重要である。なお、影響表に従い薬剤を分類するといくつかのタイプに分けることができる。それらの組み合わせについて作物ごとに紹介するとともに、殺虫剤のローテーション散布にも貢献している点についてIRAC番号を交えて解説する。

演題2 「モモ圃場におけるカブリダニ類の発生動態に影響を及ぼす要因と

ハダニ管理への利用」

宇都宮大学

園 田 昌 司 氏

< 講演要旨 >

岡山県のモモ圃場におけるハダニとカブリダニの発生調査により、下草は一般的にはハダニの発生源となっていることが示された。しかし、下草の中からカブリダニの温存植物を見つけ出し、それを有効利用できれば、カブリダニによるハダニ密度抑制効果を高めることが可能かもしれない。本研究では、モモ圃場およびその周辺に繁茂する下草において、カブリダニの発生調査を網羅的に行い、温存植物としてヤイトバナを選抜すると同時に、その効果を確認した。また、カブリダニのハダニ以外の餌資源として花粉に着目し、その利用についても調査したので、あわせて報告する。

演題3 「カンキツのIPMにおける土着天敵の活用（農薬と天敵との調和）」

静岡県農林技術研究所 果樹研究センター 増井伸一氏

< 講演要旨 >

カンキツ園に発生する定住型害虫のカイガラムシ類やミカンハダニには有力な天敵が存在する。一方で、飛来型害虫であるチャノキイロアザミウマやカメムシ類には、園内に有力な天敵が存在しないことから、防除には薬剤散布が不可欠である。したがって、効率的な防除には必要な薬剤散布と定住型害虫の天敵保護を両立することが重要である。ここでは、薬剤感受性低下が問題となるミカンハダニを例に土着天敵を活用するために取り組んできた内容を紹介する。

なお、講演会終了後、講演者らを囲んでの懇親会（参加費 3000円）を予定しています。ぜひご参加ください。

▶ 講演会への参加申し込み・お問い合わせは

生物的防除部会長 和田哲夫 wada_tetsuo@yahoo.co.jp までお願い致します。

生物的防除部会の会員各社へお願い

会員会社各位におかれましては人事異動や住所変更などでご担当者や組織の変更などが発生しています。その都度訂正させて頂いていますが、現在、会員名簿の整備を行っています。お手数ですが以下の要領でお知らせください

生物的防除部会会員名簿（2016年10月現在）

会社名	所属部署	郵便番号	住所	担当者名	電話	FAX	e-mail

名簿については各欄をご記入の上、下記へお願い致します

東京農業大学総合研究所研究会	
生物的防除部会（部会長 和田哲夫）	生物的防除部会（庶務 足達太郎）
〒156-8502 東京都世田谷区桜 1-1-1	
TEL 03-5477-2411（直通）	e-mail t3adati@nodai.ac.jp

東京農業大学へのアクセス



- 小田急線**
 - ◆ **経堂駅下車**
徒歩 約15分
 - ◆ **千歳船橋駅下車**
徒歩 約15分
バス 約5分 <千歳船橋駅～農大前>
東急バス 渋谷駅行…(洗23) 等々力操車所行…(等11) 用賀駅行…(用01)
- JR山の手線**
 - ◆ **渋谷駅下車(渋谷駅西口)**
バス 約30分 <渋谷駅～農大前>
小田急バス 成城学園前駅西口行…(洗24) 調布駅南口行…(洗26)
東急バス 成城学園前駅西口行…(洗24) 祖師ヶ谷大蔵駅行…(洗23)
- 東急田園都市線**
 - ◆ **用賀駅下車**
徒歩 約20分
バス 約10分 <用賀～農大前>
東急バス 世田谷区民会館行…(園02) 祖師ヶ谷大蔵駅行…(用01)

学部 応用生物科学部・地域環境学部・国際食料情報学部・短期大学部
住所 〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1

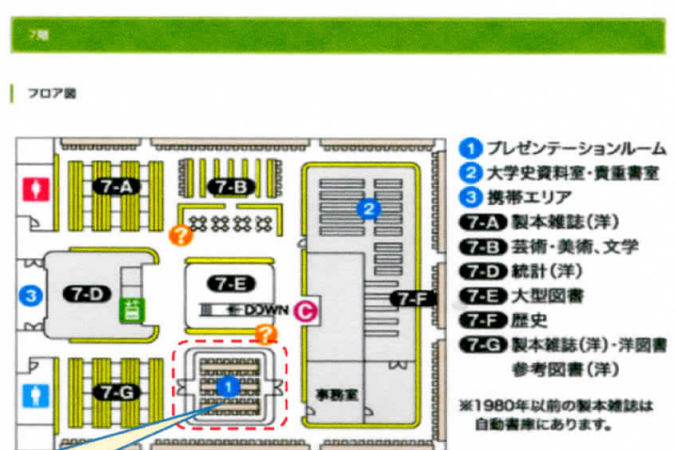
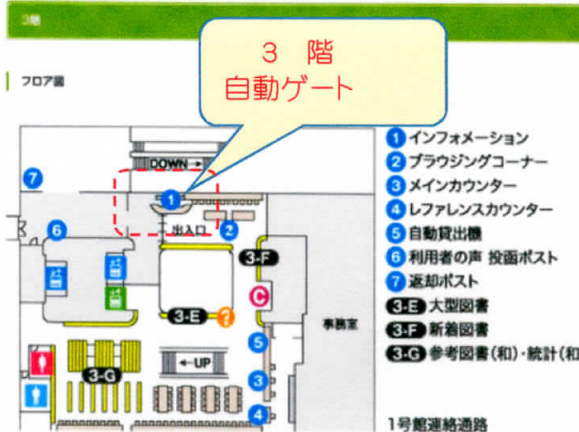
世田谷キャンパス

アカデミアセンター
講演会会場
総会会場

総会と講演会の会場(図書館)はアカデミアセンターの7階です
図書館の入り口は3階にあります
そこで自動ゲートを通るため
入館証を受け取る必要があります
担当者がご案内致します



東京農業大学 図書館



① 蔵書検索(OPAC) ② コピー機(3F:コイン式、4~7F:カード式)
③ エレベーター(図書館内) ④ エレベーター(図書館外)