

## 全身獲得抵抗性誘導剤アシベンゾラルSメチルの タバコモザイクウイルスとキュウリモザイクウイルスに対する効果

小金澤碩城・笹谷孝英  
(近畿中国四国農業研究センター)

Efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against *Tobacco mosaic virus* and *Cucumber mosaic virus*

By Hiroki KOGANEZAWA and Takahide SASAYA\* (National Agricultural Research Center for Western Region, Fukuyama, Hiroshima 721-8514, Japan; \* National Agricultural Research Center for Western Region, Zentsuji, Kagawa 765-8508, Japan)

Acibenzolar-S-methyl (ASM) is known to induce systemic acquired resistance against several pathogens. Foliar applications of ASM were tested for its effects on reducing symptom appearance in some plant-virus combinations. Results showed that ASM significantly reduced final disease incidence by *Tobacco mosaic virus* and *Cucumber mosaic virus* (CMV) in tobacco and by CMV in cucumber. In most ASM-applied plants, if any, the symptom appearance was delayed.

### 緒 言

アシベンゾラルSメチル(以下ASMと略す)はベンゾチアジアゾール系化合物で、植物に施用すると全身の獲得抵抗性が誘導され、種々の病原菌、害虫、線虫などに対して防除効果を発揮する(石井, 1999; Tallyら, 1999; Oostendorpら, 2001)。我が国においてはイネいもち病およびイネ白葉枯病防除薬剤として農薬登録されている。

最初にASMのウイルス感染に対する効果を報告したのはLawtonら(1996)とFriedrichら(1996)である。Lawtonら(1996)はシロイヌナズナのエコタイプ Dijon に ASM を配布した3日後に *Turnip crinkle virus* を接種すると局部病斑数が水を処理した場合に比較して減少することを報告した。また、Friedrichら(1996)はASMを1.2 mMの濃度で、タバコモザイクウイルス(TMV)感受性タバコ品種Xanthiに処理すると、モザイク症状の発現が抑制されることを報告した。し

かし、両報告ではどの程度の効果が認められるかについて具体的データを示していない。一方、Pappuら(2000)はトマト黄化えそウイルス(TSWV)によるタバコ黄化えそ病に対する効果について圃場試験を行い、単独あるいは殺虫剤のイミダクロプリドと組み合わせて4回散布すると防除効果が認められると報告している。さらに、Anfoka(2000)はASMを土壌灌注処理後、アブラムシを用いてトマトにキュウリモザイクウイルス(CMV)Y系を接種すると、CMVによるモザイク病の病徴発現が抑制されることを報告している。また、Oostendorpら(2001)はタバコの圃場試験の結果として、ASMを12-37 g/haの割合で処理するとTSWV, TMV, CMV並びにジャガイモYウイルス(PVY)の病徴発現が60-80%減少すること図示しているが、図以外に具体的内容については記載していない。森ら(1998)はASM水和剤1000ppm液の定植直前散布処理により、

定植70日目までレタスビッグベイン病の発病を認めなかったと報告している。以上述べたように、ASMのウイルスに対する効果に関して試験が容易である機械的接種に対する効果については詳しい報告はなされていない。そこで、数種の作物とウイルスの組合せでASMの防除効果を検討したところ、ASM散布により汁液接種でもTMVとCMVによるタバコモザイク病並びにCMVによるキュウリモザイク病の病徴発現抑制を認めたのでここに報告する。

本研究を実施するに当たり、農業研究センター（当時）藤澤一郎氏よりタバコモザイクウイルスOM系とトマトモザイクウイルスを、日本たばこ株式会社（当時）の桑田茂氏よりジャガイモYウイルスを、高知県農業技術センター竹内繁治氏よりトウガラシマイルドモットルウイルスを、また、ノバルティスアグロ株式会社よりアシベンゾラルSメチル水和剤を分譲していただいた。ここに深く感謝申し上げる。

## 材料および方法

### 1. 供試ウイルスと供試作物

実験にはタバコモザイクウイルス(TMV)OM系、トウガラシマイルドモットルウイルス(PMMV)、トマトモザイクウイルス(ToMV)、ジャガイモYウイルス(PVY)T系、ズッキーニ黄斑モザイクウイルス(ZYMY)、キュウリモザイクウイルス(CMV)42CM株の6種を用いた。これらのウイルスの由来並びに供試作物は第1表に示した。キュウリを除く各作物は市販園芸培土に播種し育苗した後、土：パーミキュライト：堆肥（2：2：1）を詰めた5号素焼き鉢に移植した。

キュウリは直接5号鉢に播種した。

### 2. 薬剤処理

タバコ(*Nicotiana tabacum*)は播種約7週間後、ピーマン(*Capsicum annuum*)とトマト(*Lycopersicon esculentum*)は播種約4週間後、キュウリ(*Cucumis sativus*)は播種12日後の苗に、アシベンゾラルSメチル水和剤1000倍液（有効成分は50ppm）を供試植物の葉の表面にしたたたり落ちる程度に散布した。プロベナゾールはオリゼメート粒剤を用い、1鉢当たり5g（有効成分として0.4g）を上記土壌と混和して5号鉢に詰め、播種約5週間後のタバコ苗を移植した。

### 3. ウイルス接種法

TMVはタバコ(Bright Yellow)、PMMVは*Nicotiana benthamiana*、ToMVはトマト（福寿2号）、PVY-TとCMVはタバコ(Xanthi nc)、ZYMVはキュウリ(相模半白)で増殖させた後、試験まで凍結保存した。薬剤処理後、所定日数経過したときウイルスを汁液接種した。ウイルス感染凍結葉を0.1Mリン酸緩衝液(pH 7.0)中で磨砕して、カーボランダム(600メッシュ)をあらかじめ振りかけた葉に常法により綿球を用いて接種した。タバコウイルスのTMV、PMMV、ToMVでは主として感染葉重に対し500倍容の緩衝液を、PVY-T、ZYMVおよびCMVでは50倍容の緩衝液を用いた。キュウリでは2枚の子葉に、ピーマンでは本葉2葉にウイルスを接種し、その他の植物では各個体の展開した1葉に接種した。接種後30日間発病状況を観察し、各植物の先端部に症状が確認された日を発病日として記録した。

第1表 供試ウイルスと供試作物（品種）

ウイルス	略称	由来	供試作物（品種）
タバコモザイクウイルスOM系	TMV	藤澤氏より分譲	タバコ(Samsun)
トウガラシマイルドモットルウイルス	PMMV	竹内(2000)	ピーマン(カリフォルニアワンダー)
トマトモザイクウイルス	ToMV	藤澤氏より分譲	トマト(福寿2号)
ジャガイモYウイルスT系	PVY-T	都丸(1983)	タバコ(Xanthi nc)
ズッキーニ黄斑モザイクウイルス	ZYMY	岩崎ら(1996)	キュウリ(相模半白)
キュウリモザイクウイルス42CM株	CMV	岩崎ら(1996)	キュウリ(相模半白) タバコ(Xanthi nc)

## 結 果

第1表に示したウイルスと宿主の組合せでASM散布7日後にウイルスを接種した結果、PMMVとピーマン、ToMVとトマト、ZYMVとキュウリ、PVY-Tとタバコの組合せにおいては、発病率はいずれも100%で、無処理区と比較して発病度や発病に要する日数にも差が認められなかった。すなわち、試験した条件では全く防除効果が認められなかった。一方、タバコとTMVの組合せでは5本中3本、タバコとCMVの組合せでは10本中7本、キュウリとCMVの組合せでは10本中5本のASM散布した株で発病が認められなかったが、無散布の株では100%発病した。

これら効果の認められた組合せについてさらに詳細な試験を行った。タバコの感受性品種SamsunにASMを散布して1～5日後にTMVを接種（接種日は同じ）したところ、いずれの場合も発病株率の低下が認められ、その効果は散布後接種までの日数が長い程高かった。また、発病に要する日数も散布後接種までの日数が長いほど長くなる傾向が認められた。しかし、いずれの試験区でも発病株が認められ、防除効果は十分ではなかった。また、接種するウイルス濃度を高くすると効果は減少し、全ての接種株が発病したが、10本中

4本で発病が遅延した（第2表）。

次にASMとプロベナゾールの効果をCMVとタバコ(Xanthi nc)の系で比較した。ASMを散布7日後にCMVを接種したタバコではCMVによる発病株率が著しく減少した。一方、プロベナゾール処理では感染株率の減少は認められなかったが、12本中2本だけ接種29日後に発病した。他の10本は無散布の場合と同様に接種約10日後に発病した（第3表）。

次にキュウリとCMVの系で、散布日を同じにし、接種日を変えた試験を行った。その結果、ASMを散布したキュウリの感受性品種相模半白でもCMV接種による発病株率の低下および発病の遅延が認められ、特に播種してから17日目のキュウリに接種した場合は接種5日前散布と無散布では大きな差が認められた（第4表）。CMV抵抗性品種とされる‘あさかぜ’、‘夏さんご’、‘よしなり’、‘つばさ’を用いた場合、発病株率は20～50%と低かったが、ASM処理区と無処理区とは差がなかった。また、これらの抵抗性品種ではASM散布により葉辺黄化ならびに生育抑制の薬害が発生した。

第2表 タバコ(Samsun)におけるアシベンゾラルSメチル(ASM)散布のTMV感染に対する防除効果

ウイルス濃度*	散布時期	供試本数	発病本数	発病に要した日数**
1/50	接種5日前	10	10	13.3±4.5
1/500	5日前	10	6	15.8±3.4
1/500	3日前	10	7	13.1±5.8
1/500	1日前	10	9	12.7±3.4
1/500	無散布	10	10	10.3±1.0
無接種	無散布	15	0	

\*磨砕液の希釈倍数

\*\*平均±標準偏差

第3表 タバコ(Xanthi nc)におけるアシベンゾラルSメチル(ASM)散布のCMV感染に対する防除効果

処理薬剤	供試本数	発病本数	発病に要した日数*
A S M	12	2	12.5±4.9
プロベナゾール	12	12**	12.3±8.4
無処理	24	24	10.4±1.9
無接種	12	0	

\*平均±標準偏差

\*\*12本のうち2本は接種29日後に発病

第4表 キュウリ(相模半白)におけるアシベンゾラルSメチル(ASM) 散布のCMV感染に対する防除効果

接種時苗齢	接種時期	供試本数	発病本数	発病に要した日数*
17日	散布5日後	12	4	23.5±4.4
	無散布	12	12	7.0±1.0
20日	散布8日後	9	4	16.3±4.3
	無散布	10	10	10.2±2.4

\*平均±標準偏差

## 考 察

1996年にASMのウイルスに対する防除効果が報告されてから現在まで、全身感染系で防除効果が認められたウイルスとしてはTMV, TSWV, CMV, PVYがある(Friedrichら, 1996; Pappuら, 2000; Anfoka, 2000; Oostendorpら, 2001)。これら以外にも森ら(1998)および神余ら(2002)はASM処理によるレタスビッグベイン病の病徴発現の遅延を報告している。森ら(1998)によるとASM処理はビッグベインウイルスを媒介する*Olpidium brassicae*の休眠孢子形成数に影響を及ぼさないことを報告していることより、ASMは直接病原ウイルスの病徴発現を抑制していると考えられる。

本報告では、ASMを散布処理したタバコとキュウリに、TMVとCMVを機械的接種したところ防除効果が認められた。筆者らは先にASMと同様に全身獲得抵抗性誘導剤であるプロベナゾールを土壤に処理するとTMVによるモザイク症状の発現には影響ないが、症状のマスキングが促進されることを報告している(Koganezawaら, 1998)。本報告でもプロベナゾール処理したタバコへCMVを接種したところ、僅かな発病の遅延が認められた。これに対して、ASMは病徴発現を抑制する効果がプロベナゾールより高く、実用性が高いと思われる。しかし、ASMの処理を行って発病する株が存在することより、ASMによるウイルス防除効果は完全なものではない。

本報告のTMVの試験結果から、ASM処理の効果は接種時のウイルス濃度が低い場合により高く認められることが示唆された。圃場内ではCMVは専らCMV感染植物を吸汁したアブラムシによって伝搬するが、アブラムシ接種による試験では感染時のウイルス濃度は本報告で用いた汁液接種の場合のウイルス濃度と比較して極めて低い

(Walker and Pirone, 1972)。TMVも土壌残査中に存在するTMVあるいは病株と健全株の接触による接触感染がTMV伝搬の主要因であるので、圃場内でのウイルス接種強度は汁液接種と比較して低いと考えられる。すなわち、ASMの効果は、感染時のウイルス濃度が低いと考えられる野外圃場では、本報告で得られた効果よりも高い防除効果が期待される。実際、Pappuら(2000)およびOostendorpら(2001)は圃場における本薬剤による良好なウイルス防除結果を得ている。

また、Narusakaら(1999)やIshiiら(1999)はキュウリにASMを処理すると、黒星病や炭疽病に対する抵抗性が誘導されることを報告しているなど、多くの病害に対してのASMの防除効果が報告されている。従って、ASM散布により他の菌類等の病害とウイルス病との同時防除が期待できる。

## 摘 要

アシベンゾラルSメチル(ASM)は種々の病原菌に対する全身獲得抵抗性を誘導することが知られている。本剤のウイルスに対する効果を種々の宿主とウイルスの組合せで検討した。その結果、タバコに処理するとタバコモザイクウイルスとキュウリモザイクウイルス(CMV)による発病率の低下が認められ、発病に要する日数も長くなった。また、キュウリでも同様にCMVによる発病株率の低下と発病の遅延が認められた。

## 引用文献

- Anfoka, G. H. (2000): Benzo - (1, 2, 3) - thiadiazole - 7 - carbothioic acid S - methyl ester induces systemic resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum*. Mill cv. Vollendung) to Cucumber mosaic virus. Crop Protect.,

- 19 : 401~405.
- Friedrich, L., K. Lawton, W. Ruess, P. Masner, N. Specker, M. G. Rella, B. Meier, S. Dincher, T. Staub, S. Uknes, J. - P. Métraux, H. Kessmann and J. Ryals, (1996) : A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant J.*, 10 : 61~70.
- 石井英夫 (1999) : 植物病害抵抗性の誘導 —アシベンゾラルSメチルを中心として—. *植物防疫*, 53 : 393~397.
- Ishii, H., Y. Tomita, T. Horio, Y. Narusaka and Y. Nakazawa (1999) : Induced resistance of acibenzolar -S- methyl (CGA 245704) to cucumber and Japanese pear diseases. *Eur. J. Plant Pathol.*, 105 : 77~85.
- 岩崎真人・山本孝彦・稲葉忠興 (1996) : ウイルスによるカボチャ台接ぎ木キュウリの萎凋病に関する研究. *四国農試報*, 60 : 1~88.
- 神余暢一・十河和博・森 充孝・鐘江保忠 (2002) : レタスビッグベイン病の防除. *四国植防*, 37 : 15~21.
- Koganezawa, H., T. Sato and T. Sasaya (1998) : Effects of probenazole and saccharin on symptom appearance of tobacco mosaic virus in tobacco. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 64 : 80~84.
- Lawton K. A., L. Friedrich, M. Hunt, K. Weymann, T. Delaney, H. Kessmann, T. Staub and J. Ryals (1996) : Benzothiadiazole induces disease resistance in Arabidopsis by activation of the systemic acquired resistance signal transduction pathway. *Plant J.*, 10 : 71~82.
- 森 充孝・十河和博・鐘江保忠 (1998) : レタスビッグベイン病に対する病害抵抗性誘導化合物 CGA 245704 (アシベンゾラルSメチル) の防除効果. *日植病報*, 64 : 621 (講要).
- Narusaka, Y., M. Narusaka, T. Horio and H. Ishii (1999) : Induction of disease resistance in cucumber by acibenzolar -S- methyl and expression of resistance-related genes. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 65 : 116~122.
- Oostendorp, M., W. Kunz, B. Dietrich and T. Staub (2001) : Induced disease resistance in plants by chemicals. *Eur. J. Plant Pathol.*, 107 : 19~28.
- Pappu, H. R., A. S. Csinos, R. M. McPherson, D. C. Jones and M. G. Stephenson (2000) : Effect of acibenzolar -S- methyl and imidacloprid on suppression of tomato spotted wilt tospovirus in flue-cured tobacco. *Crop Protect.*, 19 : 349~354.
- 竹内繁治 (2000) : *Capsicum* 属植物におけるトバモウイルス病の発生生態とその防除に関する研究. *高知県農技セ特別研報*, 3 : 1~52.
- Tally, A., M. Oostendorp, K. Lawton, T. Staub and B. Bassi (1999) : Commercial development of induced resistance to pathogens. In : *Induced Plant Defenses Against Pathogens and Herbivores* (Agrawal, A. A., S. Tuzun and E. Bent, eds.), APS Press, St. Paul, Minnesota : 357~369.
- 都丸敬一 (1983) : ジャガイモYウイルスえそ系によるタバコ黄斑えそ病 第1報 香川県の黄色種における発生. *盛岡たばこ試報*, 17 : 87~96.
- Walker, H. L. and T. P. Pirone, (1972). Particle numbers associated with mechanical and aphid transmission of some plant viruses. *Phytopathology*, 62:1283 - 1288.