極早生温州ミカンの緑かび病に対するベンゾイミダゾール系薬剤と イミノクタジン酢酸塩液剤との混用散布による防除効果の向上

田代 暢哉^{1,2*}・井手 洋一¹

ABSTRACT

TASHIRO, N.^{1*} and IDE, Y.¹ (2008). The effectiveness of simultaneous application of benzimidazoles and iminoctadine triacetate on the control of green mold in orchards of very early ripening Satsuma. Jpn. J. Phytopathol. 74: 297–303.

Benomyl wettable powder control of green mold of a very early ripening variety of mandarin orange, Satsuma, decreased to unacceptable levels for practical use against benzimidazole-resistant strains of *Penicillium digitatum* in orchards. Application of an iminoctadine triacetate liquid formulation that achieved a high fungicidal efficacy *in vitro* against benzimidazole-resistant and -sensitive strains of *P. digitatum* gave variable effects in the control of the disease under field conditions. When the disease incidence was severe, the efficacy of the iminoctadine triacetate application was significantly lower. However, simultaneous application of an iminoctadine triacetate liquid formulation and benomyl wettable powder improved the control efficacy to levels acceptable for practical use. Interestingly, the effect was not additive but synergistic. Although thiophanate-methyl wettable powder is also a benzimidazole like benomyl wettable powder, it was not as effective. In addition, no significant effect on application timing during 3 weeks before harvest and cumulative precipitation of up to 150 mm during the treatment period was detected.

(Received August 14, 2007; Accepted January 6, 2008)

Key words: benomyl, benzimidazoles, iminoctadine triacetate, *Penicillium digitatum*, simultaneous application, very early ripening Satsuma

緒 言

佐賀県では、収穫前のベンゾイミダゾール系薬剤散布時点で既に同系薬剤耐性緑かび病菌 (*Penicillium digitatum*) が検出される極早生温州ミカン (*Citrus unshu*) 園が多数存在し、同系薬剤の緑かび病に対する効果が低いこと、あわせて代替薬剤として使用されるようになったイミノクタジン酢酸塩液剤の効果が不安定であることが指摘されている。(田代ら, 2008). また、イミノクタジン酢酸塩液剤については耐雨性が低く、残効期間が短いことも報告されている(古賀ら, 1999). このように、緑かび病対策として現在使用されている薬剤の効果は不十分で、このことが本病の最近の多発原因の一つであると考えられた。これらの薬剤の他に優れた効果を示す腐敗防止剤があれば、代替薬剤として利用できるが、現状では困難である。このため、本病に対して満足すべき効果を示す薬剤がない状況では、既登録薬剤の有効利用を

図ることが必要になっている。

ところで、作用機作の異なる薬剤を混用散布したり、あるいは混合剤を散布することで、それぞれの薬剤を単独で使用した場合よりも大幅に効果が向上する事例がこれまでにいくつ報告されている(日本農薬, 1982; 安田ら, 1997). そこで、作用機作が異なるベンゾイミダゾール系薬剤とイミノクタジン酢酸塩液剤とを混用して散布することによって、緑かび病に対する防除効果が向上するか否かについてベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌が存在する複数の極早生温州ミカン園で検討し、メタ・アナリシスによるデータ統合評価を行った。その結果、両薬剤を混用することでそれぞれの薬剤の相乗効果が発現し、実用上十分な防除効果が得られることを明らかにしたのでその概要について報告する。

材料および方法

供試園 1999 年から 2005 年にかけて佐賀県太良町、大和

¹ 佐賀県果樹試験場 (〒 845-0014 佐賀県小城市小城町寺浦 91) Saga Prefectural Fruit Tree Experiment Station, Ogi, Saga 845-0014, Japan

² 現在: 佐賀県上場営農センター (〒 847-0326 佐賀県唐津市鎮西町早田 1471-6) Saga Prefectural Uwaba Upland Farming Experiment and Extension Center, Karatsu, Saga 847-0326, Japan

* Corresponding author (E-mail: tashiro-nobuya@pref.saga.lg.jp)

町、小城町および多久市の極早生温州ミカン園 5 か所で試験を実施した。ベンゾイミダゾール系薬剤はすべての園地で年間を通して収穫期以降に問題になる果実腐敗対策のみに使用されており、同系薬剤散布前の園地における緑かび病菌の採集ならびに採集菌株の同系薬剤およびイミノクタジン酢酸塩剤に対する感受性の調査は前報（田代ら，2008）に示した方法によった。

供試薬剤と散布方法 供試薬剤とその希釈倍数はベンゾイミダゾール系薬剤としてベノミル水和剤 4000 倍とチオファネートメチル水和剤 2000 倍、および同系薬剤耐性菌の出現のために代替薬剤として用いられているイミノクタジン酢酸塩液剤 2000 倍とした。各薬剤あたり 4 ～ 6 樹を供試し、収穫 7 ～ 21 日前の 9 月下旬～10 月上旬に動力噴霧機を用いて枝葉および果実から薬液が滴り落ちるまでの十分量（1 樹あたり 8 ～ 10 リットル）を散布した。展着剤は無加用、使用ノズルは強力キリナシプラ 3 頭口で、散布圧力は 1.0 MPa とした。

調査方法 10 月中～下旬に各試験区から 200 ～ 500 果実を収穫し、試験場に持ち帰った。発病を促すためにコンクリート舗装道路の傾斜角約 20 度の斜面で 30 cm の高さから落下させ、そのまま約 5 m の距離を自然に滑落させて付傷させた。付傷後の果実はポリエチレン製の袋に入れ、コンテナ

に収容して貯蔵庫（温度制御なし、約 15 ～ 25℃ で推移）に搬入し、経時的に腐敗果実の発生状況を原因別に調査した。収穫 2 ～ 3 週間後の結果についてメタ・アナリシスによるデータ統合を DerSimonian-Laird method（丹後，2002；増井，2003）によって行い、各薬剤間ならびに無散布との発病果率の割合（リスク比）を求めて各薬剤の効果を評価した。

結 果

ベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌の検出状況

第 1 表に示すように試験を実施した 16 園地中、未調査の試験事例 10（2004-2）を除いたすべての園地で、腐敗防止剤を散布する前の時点で既にベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌が検出された。検出頻度は最も多い場合で 14 菌株中 10 菌株、少ない場合で 11 菌株中 3 菌株であった。

一方、イミノクタジン酢酸塩液剤に対して感受性の低下した菌株は、まったく検出されなかった。

ベノミル水和剤およびイミノクタジン酢酸塩液剤の防除効果

ベンゾイミダゾール系薬剤であるベノミル水和剤では延 14 試験、イミノクタジン酢酸塩液剤では延 16 試験を実施し、各試験の発病果率と防除価を第 1 表に示した。このうち、防除価を算出できた試験結果をメタ・アナリシスによって統合

第 1 表 極早生温州ミカン緑かび病に対するベノミル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤との混用散布による防除効果

試験事例 ^{a)}	耐性菌検出頻度 ^{b)}	ベノミル水和剤 4000 倍		イミノクタジン酢酸 塩液剤 2000 倍		ベノミル水和剤とイミノク タジン酢酸塩液剤の混用		無散布
		発病果率	防除価	発病果率	防除価	発病果率	防除価	発病果率
1 (1999-3)	4/15	55.0	1.8	55.0	1.8	8.0	85.7	56.0
2 (1999-4)	4/15	18.0	67.9	60.0	0	3.0	94.6	56.0
3 (1999-5)	4/15	7.0	87.5	65.0	0	3.0	94.6	56.0
4 (2000-1)	9/16	54.0	0	72.0	0	8.0	76.5	34.0
5 (2000-2)	6/10	23.0	46.5	52.0	0	4.0	90.7	43.0
6 (2003-1)	4/11	5.0	37.5	3.3	58.8	0.7	91.3	8.0
7 (2003-2)	4/11	7.7	3.8	0.3	96.3	1.7	78.8	8.0
8 (2003-3)	4/11	0.7	91.3	1.0	87.5	—	—	8.0
9 (2004-1)	4/10	— ^{c)}	—	25.6	51.0	11.5	78.0	52.2
10 (2004-2)	—	—	—	45.4	33.8	—	—	68.6
11 (2004-3)	4/15	14.3	0	5.7	42.4	2.9	70.7	9.9
12 (2004-4)	3/11	24.6	52.9	38.0	27.2	13.8	73.6	52.2
13 (2005-1)	6/12	22.0	18.5	15.0	44.4	—	—	27.0
14 (2005-2)	2/14	10.0	28.6	8.0	42.9	4.0	71.4	14.0
15 (1999-1)	10/14	83.0	—	19.0	—	1.0	—	—
16 (1999-2)	10/14	47.0	—	81.0	—	1.0	—	—

a) () は試験実施年および試験番号を表す。

b) 薬剤散布前のベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌検出頻度、耐性菌株数／調査菌株数。

c) 試験および調査未実施、試験事例 15、16 については無散布区を設定していないため防除価を算出していない。

第2表 極早生温州ミカン緑かび病に対するベノミル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤の混用散布による防除効果

供試薬剤	希釈倍数	試験事例数	無散布との推定されたリスク比 ^{a)}
ベノミル水和剤	4000 倍	12	0.607 (0.417–0.883)
イミノクタジン酢酸塩液剤	2000 倍	14	0.749 (0.581–0.965)
ベノミル水和剤 イミノクタジン酢酸塩液剤	4000 倍 2000 倍 } 混用	11	0.176 (0.129–0.239)

a) () は 95%信頼区間.

したところ、第2表に示すようにベノミル水和剤では無散布に対する統合リスク比 0.607 (95%信頼区間 0.417–0.883)、イミノクタジン酢酸塩液剤では同 0.749 (95%信頼区間 0.581–0.965) で、両薬剤の統合リスク比はともに誤差の範囲も含めて 1.0 以下であったことから、発病は無散布に比べて有意に少なかった。

しかし、その効果は試験によって大きくふれており、ベノミル水和剤で防除価 80 以上の効果が得られたのは 12 試験のうち 2 例のみで、他の 6 例の防除価は 67.9 ~ 18.5 にとどまり、残り 4 例の防除価は 0 またはそれに近かった。このように腐敗防止剤散布前の時点で既にベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌が検出される園地では、ベノミル水和剤の効果はきわめて不十分であった。しかし、耐性菌の検出頻度とベノミル水和剤の防除効果との間には明らかな関係は認められなかった (データ不掲載)。

イミノクタジン酢酸塩液剤では防除価 80 以上の効果が

得られたのは 14 試験中 2 例のみで、8 例では防除価が 58.8 から 27.2 と低く、残りの 4 例では無散布と同程度かそれを上回る発病がみられた。さらに、無散布区の発病果率と本剤の効果との関係をみると、第1図に示すように発病が多くなるほど防除価が低下する傾向にあった。この場合、直線回帰の寄与率 $R^2 = 0.476^*$ 、対数回帰の寄与率 $R^2 = 0.588^{**}$ となり、対数回帰でより高い寄与率が得られ、回帰式は $y = -29.051\ln(x) + 130.11$ となった。

ベノミル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤の混用散布による防除効果

ベノミル水和剤 4000 倍とイミノクタジン酢酸塩液剤 2000 倍の混用散布試験の結果も第1表に示した。防除価が算出できたのは試験した 13 例中の 11 例で、防除価 90 以上は 4 例、80 以上 90 未満は 1 例、70 以上 80 未満は 6 例であった。これらの結果をメタ・アナリシスによって統合したところ、第2表に示すように統合リスク比は 0.176 (95%信頼区間 0.129–

第1図 無散布区の発病状況とイミノクタジン酢酸塩液剤 2000 倍散布の防除効果との関係

第2図 無散布区の発病状況とベノミル水和剤 4000 倍およびイミノクタジン酢酸塩液剤 2000 倍との混用散布区の防除効果との関係

第3表 それぞれの薬剤の防除価から予想される相加効果の理論上の防除価と実際の防除価の比較

試験事例 ^{a)}	防除価			相加効果の理論上の防除価 ^{b)}	実測値と理論値の比 ^{c)}
	ベノミル水和剤 4000倍	イミノクタジン酢酸塩液剤 2000倍	ベノミル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤の混用		
1999-3	1.8	1.8	85.7	3.6	23.8
1999-4	67.9	0	94.6	67.9	1.4
1999-5	87.5	0	94.6	87.5	1.1
2001-1	0	0	76.5	0	∞
2001-2	46.5	0	90.7	46.5	2.0
2003-1	37.5	58.8	91.3	74.3	1.2
2003-2	3.8	96.3	78.8	96.4	0.8
2004-3	0	42.4	70.7	42.4	1.7
2004-4	52.9	27.2	73.6	65.7	1.1
2005-2	28.6	42.9	71.4	59.2	1.2

a) 試験実施年および試験番号を示す。

b) 相加効果の理論上の防除価 = (100 - ベノミル水和剤の防除価) × (イミノクタジン酢酸塩液剤の防除価 / 100) + ベノミル水和剤の防除価。

c) 実測値 (ベノミル水和剤・イミノクタジン酢酸塩液剤混用散布時の防除価) / 理論値 (相加効果の理論上の防除価)。

0.239) になり、誤差の範囲も含めて 1.0 以下であったことから発病は無散布に比べて有意に少なく、無散布の場合の約 13 ~ 24% に抑制されることが示された。なお、無散布区を設定していなかった 2 例 (1999-1, 1999-2) では、ともに混用散布区の発病果率は 1% で、極めて少ない発生であった。

無散布区における発病果率と混用散布の効果との関係をみると、第 2 図に示すように寄与率は $R^2 = 0.171$ と低く、無散布区の発病果率が高くなっても混用散布の防除価が低下するような傾向は認められなかった。また、ベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌の検出頻度の高低に関係なく安定した防除効果が得られた。なお、本混用散布による果実表面の障害や落葉などの薬害の発生はすべての試験で認められなかった。

以上のように、混用散布ではそれぞれの薬剤の単用散布よりも大幅に防除効果が向上することが明らかになった。そこで、効果の発現様相が相加的なのか、あるいは相乗的なのかについて相加効果の理論値と実測値とを比較する Colby 法 (李, 2001) によって検討した。その結果、第 3 表に示すように 10 試験のなかで 2003-2 試験を除き、実測値が相加効果の理論値を上回ったことから、相乗効果の発現があったと判断された。なお、2003-2 試験ではイミノクタジン酢酸塩液剤のみの散布でも防除価 96.3 と高い効果を示したために、混用による効果の向上は検出できなかった。

イミノクタジン酢酸塩液剤に混用するベノミル水和剤とチオフファネートメチル水和剤の効果比較

ともにベンゾイミダゾール系薬剤であるベノミル水和剤およびチオフファネートメチル水和剤のイミノクタジン酢酸塩液剤に対する混用効果を比較した試験結果を第 3 図に示した。11 試験のうちベノミル水和剤のチオフファネートメチル

第3図 イミノクタジン酢酸塩液剤に対して混用するベンゾイミダゾール系薬剤 (ベノミル水和剤 4000 倍およびチオフファネートメチル水和剤 2000 倍) 間の効果比較^{a)}

a) ■の値がベノミル水和剤・イミノクタジン酢酸塩液剤混用散布区とチオフファネートメチル水和剤・イミノクタジン酢酸塩液剤混用散布区の発病果率の比較値。値が 1.0 よりも小さい場合はベノミル水和剤混用散布区の効果が高く、1.0 よりも大きい場合はチオフファネートメチル混用散布区の腐敗果が少ないことを示す。各マーカーの両側の線は 95% 信頼区間。一番下の大きな◆は 11 試験の統合値 0.499 (95% 信頼区間 0.310-0.805)。

ル水和剤に対するリスク比が 95% 信頼区間も含めて 1.0 よりも小さく、チオフファネートメチル水和剤よりも有意に高い効果を示したのが 6 例、95% 信頼区間が 1.0 を含んで両薬剤間に有意な差がみられなかったのが 5 例であった。そこで、メタ・アナリシスによってこれら 11 例の結果を統合したところ、統合リスク比は 0.499、(95% 信頼区間 0.310-0.805) になり、ベノミル水和剤混用での発病は、チオフファネートメチル水和剤混用の場合の約 31 ~ 81% にとどまる

第4図 ペノミル水和剤 4000 倍とイミノクタジン酢酸塩液剤 2000 倍の混用散布の防除効果に及ぼす散布後日数の影響

第5図 ペノミル水和剤 4000 倍とイミノクタジン酢酸塩液剤 2000 倍の混用散布の防除効果に及ぼす散布後の累積降雨量の影響

ことが示された。

散布時期および散布後の累積降雨量と防除効果の関係

イミノクタジン酢酸塩液剤とペノミル水和剤との混用散布における散布時期と防除効果の関係をみたところ、第4図に示すように寄与率は $R^2 = 0.004$ と極めて低いことから両者の間に有意な関係は認められず、散布から収穫までの日数が21日前後と長くなっても防除効果が低下するような傾向はみられなかった。また、第5図に示すように散布から収穫までの累積降雨量が150 mm程度までであれば防除効果が低下することはなかった。

考 察

腐敗防止剤散布前の時点においてベンゾイミダゾール系薬剤耐性緑かび病菌が存在する極早生温州ミカン園で、同系薬剤の一つであるペノミル水和剤の防除効果を調べたところ、発病率の低下が認められた。しかし、実用的な防除効果ではなく、前報（田代ら，2008）と同様に耐性菌が存在する園での防除効果は、耐性菌検出頻度の高低にかかわらず期待できないことを確認した。

一方、イミノクタジン酢酸塩液剤はベンゾイミダゾール系薬剤感受性菌、耐性菌のいずれに対しても0.78 µg/mlという極めて低濃度で胞子発芽を阻害するという高い活性を有している（Kuramoto and Yamada, 1976; 倉本，1981; Brown, 1988）。このため、同系薬剤耐性菌対策としての役割が期待されたが、園地における本剤の防除効果は不安定で、特に多発生条件下での効力不足が顕著であった。緑かび病菌の感染部位は果皮の傷口のみなので、果皮が弱い場合や手荒に果実を取り扱った場合には果皮に傷が付きやすくなり、腐敗果の発生は多くなる。このような状況下では腐敗防止剤の役割が一層重要になるが、本研究の結果は本剤では実用上十分な効果が得られないことを示している。この場合、本剤に対して感受性が低下した菌株（Wild, 1983）は本研究を含めて、これまでわが国では検出されていないことから、薬剤の残効性（古賀ら，1999）や薬液の付着むらなどの観点からの効力不足原因の究明が必要である。以上の知見は前報（田代ら，2008）の結果を支持するもので、本病対策の難しさを示している。

ところで、作用機作の異なる薬剤を混用して散布したり、それらの混合剤を使用することで、それぞれの薬剤を単独で使用した場合よりも大幅に効果が向上する事例がこれまでにいくつか報告されている。すなわち、イネいもち病に対してイソプロチオランとピロキロンを同時に施用することで相乗的な効果の向上が認められ、この理由として分子子付着器からの侵入阻害効果が高まることが明らかにされている（日本農薬，1986）。また、ナシ黒斑病に対して、ポリオキシ剤は同剤耐性菌に対する効果は期待できないが、同剤とイミノクタジン酢酸塩剤との混合剤ではそれぞれの剤の相乗効果が発現し、有機銅剤との混合剤では相加効果が発現することが明らかにされている（安田ら，1997）。

本研究では、極早生温州ミカンの緑かび病に対してイミノクタジン酢酸塩液剤とベンゾイミダゾール系薬剤であるペノミル水和剤との混用散布について検討した結果、それぞれの薬剤の相乗効果が発現し、防除効果が大幅に向上することが明らかになった。本混用散布はベンゾイミダゾール系薬剤耐性菌が検出される園地でも高い防除効果を示しており、イ

ミノクタジン酢酸塩液剤の効果が不安定になるような多発生条件下でも効果が低下するようなことはなかった。このように、効果が不十分な薬剤どうしの混用散布であるにもかかわらず、優れた共力作用が発現するという点については非常に興味を持たれる現象であり、今後その機構の解明が期待される。なお、ベンゾイミダゾール系薬剤にはベノミル水和剤とチオファネートメチル水和剤の2種類があり、両薬剤ともに腐敗防止剤として温州ミカン栽培地域で広く使用されている。そこで、イミノクタジン酢酸塩液剤に混用する場合に両薬剤間の効果に差がみられるのかどうかについて検討した結果、ベノミル水和剤を混用した場合に、より高い防除効果が得られた。このことから、ベノミル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤との混用散布は、本病が多発生して対応に苦慮している生産現場でより実用的な防除手段として有効であると期待される。

同じベンゾイミダゾール系薬剤間でこのような効果差が現れる原因として、同系薬剤が効力を発揮する代謝産物であるMBC（メチル2-ベンゾイミダゾールカーバマート）への変換時間の違いが考えられる。すなわち、ベノミルは加水分解によって速やかにMBCに変換されるのに対して、チオファネートメチルがMBCに変換されるためには、まず植物体内に吸収された後に、酵素による分解を受けなければならない。MBCはベノミルやチオファネートメチルの代謝産物で、その抗菌活性は代謝される前よりも高い（ディーコンJ. W., 1982）。カンキツの事例ではないが、チオファネートメチルはナシ葉上では比較的安定で、MBCへの変換は少量であることが報告されている（石井・柳瀬, 1982）。このため、効果が発現するまでにベノミルよりも時間を要することが考えられる。また、MBCへの変換量が少ないために抗菌活性が異なってくることも考えられる。ただし、これは感受性菌に対する効果が発現する場合のことで、耐性菌に対する作用や、イミノクタジン酢酸塩液剤との共力作用の相違点等については、今後より詳細な検討が必要である。

栽培現場では薬剤散布時期の問題は重要である。数ヘクタール以上の広い栽培面積を有している場合、ひとたび収穫が始まると収穫作業に追われて薬剤散布がおろそかになることが多い。同じ極早生品種のなかでも収穫時期が異なるいくつかの系統があり、9月中旬から10月下旬まで連続して収穫されていく。このため、収穫前に散布される腐敗防止剤にはできるだけ長い残効期間が要求される。ベノミル水和剤とイミノクタジン酢酸塩液剤との混用散布では、収穫3週間前の散布でも十分な腐敗防止効果が得られ、その場合、散布から収穫までの累積降雨量が123 mmや146 mmという多雨条件下でも効果が低下することはなかったことから、本混用

散布の残効期間は比較的長く、耐雨性も高いものと考えられる。今後は人工降雨条件下での解析結果も含めて、残効期間や耐雨性をさらに明確にしていく必要がある。

摘 要

極早生温州ミカンの緑かび病に対して、イミノクタジン酢酸塩液剤およびベンゾイミダゾール系薬剤の効果は不安定であるが、両剤を混用することによって、それぞれの薬剤の相乗効果が発現し、実用上十分な防除効果が得られた。イミノクタジン酢酸塩液剤に混用するベンゾイミダゾール系薬剤としては、ベノミル水和剤がチオファネートメチル水和剤よりも優れていた。イミノクタジン酢酸塩液剤とベノミル水和剤との混用散布時期の違いによる防除効果の差は、収穫3週間前から1週間前までの間はみられず、この間に150 mm程度の累積降雨量があっても防除効果が低下することはないかった。

謝 辞

本論文の御校閲を賜りました佐賀大学名誉教授野中福次博士、並びに文献を提供していただきました東京農業大学根岸寛光博士、久保 花氏に厚くお礼申し上げます。

引 用 文 献

- Brown, G. E. (1988). Efficacy of guazatine and iminoctadine for the control of post harvest decays. *Plant Dis.* 72: 906-908.
- ディーコン J. W. (1982). 現代真菌学入門（山口英世・河合康雄訳）。pp. 218-223, 培風館, 東京。
- 石井英夫・柳瀬春夫 (1982). ナシ黒星病のチオファネートメチル剤およびベノミル剤に対する耐性—チオファネートメチル剤のナシ葉上におけるMBCへの変換。日植病報 48: 132-133 (講要)。
- 古賀敬一・大石孝義・難波信行 (1999). カンキツ果実腐敗の異常発生原因と防除薬剤の特性。九農研 61: 80.
- Kuramoto, T. and Yamada, S. (1976). DF-125, a new experimental fungicide for the control of Satsuma mandarin post harvest decays. *Plant Dis. Rep.* 60: 809-812.
- 倉本 孟 (1981). カンキツ青かび病菌と緑かび病菌の薬剤耐性とその対応。果樹試報 B 8: 69-138.
- 増井健一 (2003). ここからはじめるメタ・アナリシス。pp. 41-68, 真興交易(株)医書出版部, 東京。
- 日本農業株式会社 (1982). 日本国特許庁特許公開昭 57-154109.
- 李 度鎮 (2001). 雑草科学実験法（日本雑草学会編）。pp. 159-163, 日本雑草学会, 東京。
- 丹後俊郎 (2002). メタ・アナリシス入門。pp. 61-91, 朝倉書店, 東京。
- 田代暢哉・井手洋一・井下美加乃 (2008). 収穫期のベンゾイミダゾール系薬剤散布前のハウスミカン園および極早生温州ミカン園における同系薬剤耐性緑かび病菌の検出状況と同系薬剤による防除効果の低下。日植病報 74: 89-96.
- 安田文俊・渡辺博幸・三浦一郎・村松憲通 (1997). 鳥取県にお

けるポリオキシシン耐性ナシ黒斑病菌の発生状況と薬剤の連
合作用による防除効果. 日植病報 63: 516 (講要).
Wild, B. L. (1983). Double resistance by citrus green mould

Penicillium digitatum to the fungicides guazatine and benomyl.
Ann. Appl. Biol. 103: 237–241.