

スイカ急性萎凋症に対するアンケート調査の分析と防除対策

千葉大学園芸学部
千葉県農業総合研究センター
しし
たけ
内
竹
戸
内
まさ
たえ
雅
妙
ひろ
こ
宏
子

はじめに

近年、千葉県内のスイカ生産地域では急性萎凋症が多発している（図-1）。本病害はスイカが着果後、急激に萎凋・枯死するもので、現在のところホモブシス根腐病や黒点根腐病が主な原因と考えられている。千葉県では、病害発生当初からスイカ生産農家を対象にアンケート調査を行うとともに、発生要因究明のための試験・研究を行ってきた。本稿では、これら調査・試験の経緯とともに、防除対策として現在まで得られた知見を紹介する。

I アンケート調査と分析

千葉県内の主なスイカ生産地である印旛と山武地域の生産農家を対象に、1998年11月にアンケート調査を行い、704戸から回答を得た。この時点では、本病害の原因が特定されておらず、病害発生状況の実態を把握すること、および防除対策のヒントを得るうえでアンケート調査と分析が有効と考えられたためである。

全体の回答の中で、本病害の発生を経験した農家は429戸（61%）あり、また、その中で「以前は発生したが、最近は発生していない」と回答した203戸（29%）を除くと、実に226戸（32%）の農家が本病害に対する防除を必要としていた（図-2）。アンケート調査の分析に当たり、最初に検討したのは地域間差である。主な調査対象には富里、八街、山武、芝山の4地区があったが、病害の発生状況（毎年発生、発生なし、時々発生、最近発生、再発生、以前発生）の回答分布に有意な地域間差は認められなかった。つまり、本病害は特定の地域にかたよっているわけではなく、対象地域に一様に発生していると考えられた。そこで、アンケートのデータは全体をプールして分析に使用した。

スイカ急性萎凋症の発生にかかる要因として、発生が見られた農家の作付地の条件（連作地、造成地、排水不良、傾斜地）の影響程度を検討した。回答が「以前に

発生」を1、「最近発生」を2、「再び発生」を3、「時々発生」を4、「毎年発生」を5と序列化して、ロジスティック回帰モデルに当てはめたところ、連作地*、排水不良、傾斜地のパラメータが病害発生に有意な影響を及ぼしていた。ただし、排水不良や傾斜地の回答数が少なかった（「萎凋症発生あり」回答のそれぞれ14%と4%）ことから、連作地（「萎凋症発生あり」回答の56%）の影響が最も強いと考えられた。そこで、連作年数と減収率との関係を調べると、両者間に相関関係は認められなかつた（ $r = 0.06$ ）。以上から、連作の病害発生への影響は質的なものであり、スイカを長年連作しているから



図-1 スイカ急性萎凋症（富里、パイプハウス）

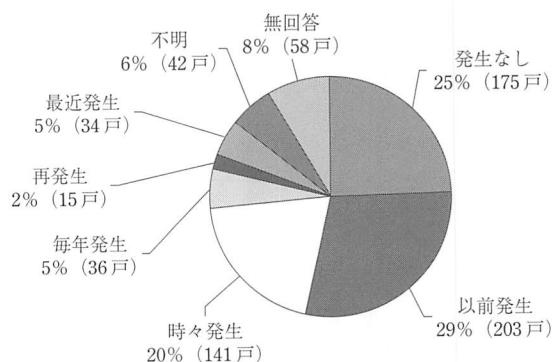


図-2 アンケートによるスイカ急性萎凋症発生状況の回答
(全704戸対象)

* ここでの「連作地」はスイカを毎年作付けしている圃場を指す。

といって、病害がよりひどく発生しているわけではないことがうかがわれた。

一方、土壤消毒剤については、「以前発生したが、現在は発生していない」と回答した農家の多くが、CP系（クロルピクリンやドロクロールなど）を使用しており、DD系（DD剤やテロンなど）よりも本病害の防除に有効であることが示唆された（図-3）。さらに、「土壤消毒剤を使用したときの効果」についての解答でも、CP系の方がDD系よりも防除効果が有意に高かった（図-4）。したがって、本病害が線虫によるものではないことが推察された。

アンケート調査の結果で、意外に影響が認められなかつたことに、穂木および台木品種や、灌水、施肥、整枝法など栽培法と病害発生状況（「以前に発生」、「最近発生」、「再発生」、「時々発生」、「毎年発生」）との関係がある。しかし、主なスイカ穂木品種で14種、台木品種で12種の回答があったため、統計的な検出力が低かったことも考えられた。また、防除対策に関して別途に行った質問を、5段階の防除効果（「高い」、「まあまあ高い」、「やらないより良い」、「ほとんどない」、「わからぬ」）に序列化してロジスティック回帰モデルに当てはめたところ、台木品種を‘相生’などから‘かちどき2号’、‘ドン竜’などに変更した場合には、防除効果に対する有意性が認められた。つまり、このような台木の変更によって病害程度が軽減したことを、その処置をした農家の多くは感じていたようである。

逆に、意外に病害発生との関係が認められたこともあった。例えば、スイカの前作にトマトを作付けすること

が、本病の発生と有意に対応していたのに対し、ダイコンやホウレンソウを作付けした場合には発生が少なくなる傾向が見られた（図-5）。もっとも、ホウレンソウは作付けしている農家数が少なかったこと（24戸）、そして、トマトはハウス栽培、ダイコンやホウレンソウは露地栽培と栽培方法が異なることから、さらなる検討が必要と思われた。

以上から、アンケート調査は、防除対策の方向性を決定するうえで有意義なヒント（例えば、有効な土壤消毒剤や前作の種類）を示唆してくれる半面、病害発生原因の特定については、「連作が有意に影響しているがそれ

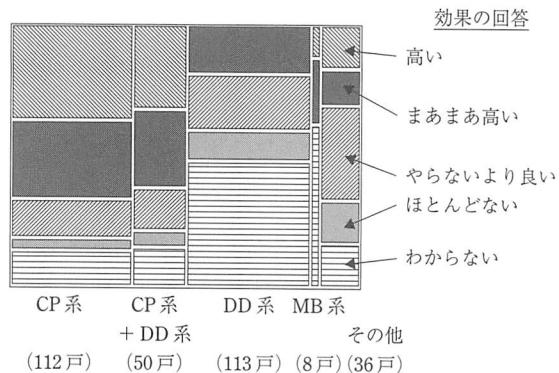


図-4 病害発生時に使用した土壤消毒剤の種類と効果

CP系：クロルピクリン、ドロクロールなど、DD系：DD剤、テロンなど、MB系：メチルプロマイドなど
(回答のあった319戸対象). $G^2 = 112.9 (P < 0.001)$, $\chi^2 = 94.1 (P < 0.001)$.

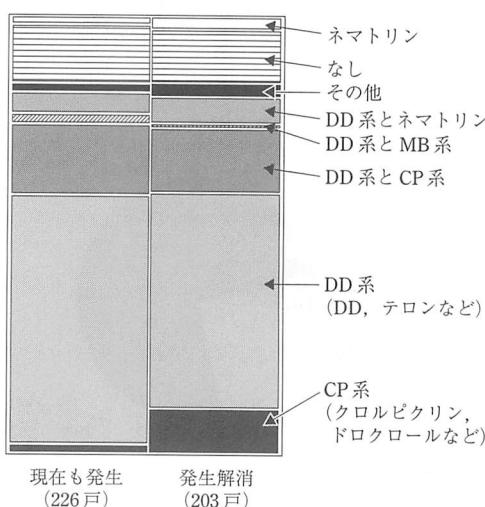


図-3 土壤消毒剤の利用とスイカ急性萎凋症の発生状況
(発生ありと回答のあった429戸対象)

$G^2 = 19.1 (P = 0.008)$, $\chi^2 = 18.1 (P = 0.011)$.

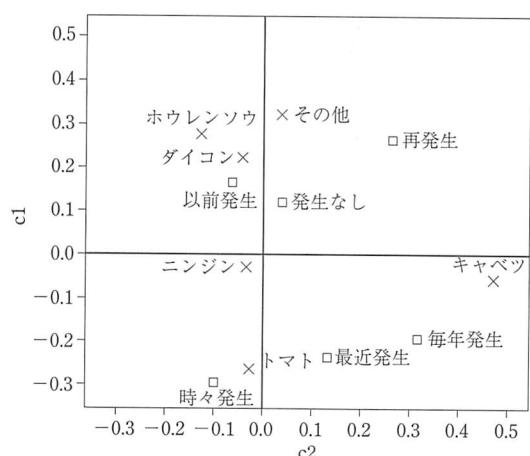


図-5 スイカ急性萎凋症の発病状況と前作作物との対応分析

発病状況と後作が原点に対して同方向で近い位置にあれば、強く対応している。 $G^2 = 56.5 (P < 0.001)$, $\chi^2 = 54.4 (P < 0.001)$. □：発病状況, ×：前作作物。

は質的なものである」とか「線虫が主原因とは考え難い」程度が限界であり、別途、仮説検証のための試験を行うことが重要であると考えられた。

II 作業仮説の検証

1 スイカ急性萎凋症の原因は土壤病原菌である?

クロルピクリンなどの土壤消毒剤が有効であることから、本病害の原因が土壤病原菌であることは容易に予想された。実際に急性萎凋症の病徵を示すスイカ18株を供試して、常法により病原菌の分離と接種試験を行った結果では、ホモプシス根腐病菌 (*Phomopsis* sp.**) が6株から、黒点根腐病菌 (*Monosporascus cannonballus*) が3株から、つる割病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*) が1株から分離され、また、分離菌株の病原性も確認できた。しかし、当初疑いのあった紅色根腐病菌 (*Pyrenophaeta terrestris*) は検出されなかった。さらに、地上部病徵の特徴（収穫初期以降に茎葉が生気を失って萎凋する）や地下部の病徵（根部の暗褐色化）と標徴（ホモプシス根腐病菌の擬似菌核や黒点根腐病菌の子のう殻）を総合的に判断すると、本病害の原因是、主にホモプシス根腐病または黒点根腐病であると考えられた。

2 スイカの着果負担はホモプシス根腐病の発生を増加させる?

前述のように、アンケート調査では整枝法によって病害発生程度が変わるという傾向は把握できなかった。しかし、本病害の病徵発現が着果後であるという特徴から、着果によるスイカ株への負担増が病害発生の引き金になっているという仮説を検証する必要があると思われた。そこで、スイカの着果数によるホモプシス根腐病の発生程度の違いを接種試験により調査したところ、全く着果しなければ、極端に発病が減少することや、株当たり2果よりも1果の整枝法で発病が若干軽めの傾向が認められた（表-1）。このことから、着果自体は確かにホモプシス根腐病発生に影響しているようであった。一方、黒点根腐病に関しては未検証であるが、着果数による病害程度の相違についての報告は、文献検索では見当たらなかった。急性萎凋症の原因が異なる二つの病原菌によることで、整枝法と病害程度との関係がアンケート調査では的確に検出できなかった可能性がある。

3 スイカの前作にトマトを作付けするとホモプシス根腐病の発生は増加し、ホウレンソウやダイコンでは減少する?

輪作作物の種類によって病害発生の程度に差が出ること自体は、それほど珍しいことではない。そして、病害

軽減に有効な輪作作物の組み合わせを科学的に検証することは、環境負荷の軽減を目指す農業にとって大いに役立つはずである。アンケート調査の結果では、スイカの前作にトマトを作付けすると本病害の発生が増加し、ホウレンソウやダイコンでは減少する傾向が見られた。そこで、ホモプシス根腐病菌の汚染石枠圃場にて、ダイコン（‘献夏37号’、夏まき秋どり栽培）、ホウレンソウ（‘ksp-01’、‘ユーパロ’、‘パンドラ’、秋冬どり栽培）、ニンジン（‘向陽2号’、秋冬どり栽培）、トマト（‘桃太郎ヨーク’、抑制栽培）をそれぞれ栽培後、スイカ（台木‘かちどき2号’、穂木‘甘泉’）のトンネル栽培をした。

結果として、1年目ではトマト前作で萎凋程度が増大し、ダイコン前作では軽減したが、2年目では全体に萎凋程度が小さく、効果は再現されなかった（図-6）。つまり、アンケート調査では、前作にトマトを作付けすることは急性萎凋症の発生を促し、逆にダイコンは抑制する傾向があったが、検証実験ではこの現象が必ず起こったわけではなかった（宍戸ら、2004）。この不安定性の理由は判然としないが、スイカ急性萎凋症の原因が、少なくともホモプシス根腐病菌だけでないこと、さらに、線虫や台木品種間の感受性の相違など、複雑な病害発生システムであることに起因しているのかもしれない。

III 防除対策

スイカ急性萎凋症の防除対策として重要な第1ステップは、発生している病害がホモプシス根腐病なのか、それとも黒点根腐病なのかを正しく判定することである。なぜなら、ホモプシス根腐病の場合、高温期ならば太陽熱消毒でも十分効果が期待できるし（小林ら、1997）、さらに土壤還元消毒を行えば、ほぼ完全に発病を抑える

表-1 スイカの着果負担によるホモプシス根腐病の発生程度の相違

整枝法		地上部		地下部
つる数	着果数	萎凋株率 (%)	萎凋程度 ^{a)}	褐変程度 ^{a)}
4	0	0.0	0	39.3
4	1	66.7	61.1	63.9
3	1	66.7	62.5	70.8
4	2	75.0	56.3	81.3

^{a)} 萎凋程度および褐変程度は以下の指標から算出した。萎凋指數（0：無発生、1：25%以下の萎凋、2：26～50%の萎凋、3：51～75%の萎凋、4：76%以上の萎凋または枯死）、褐変指數（0：無発生、1：25%以下の褐変、2：26～50%の褐変、3：51～75%の褐変、4：76%以上の褐変または枯死）。萎凋程度または褐変程度 = Σ(指標×各階級の株数)/(全株数×4) × 100。

注) ホモプシス根腐病菌の磨碎液にスイカ苗を浸根接種し定植した。台木：‘かちどき2号’、穂木：‘甘泉’。

** ホモプシス根腐病菌は、現在、暫定的に *Phomopsis sclerotoides* と同定されている（日本植物病名目録）。

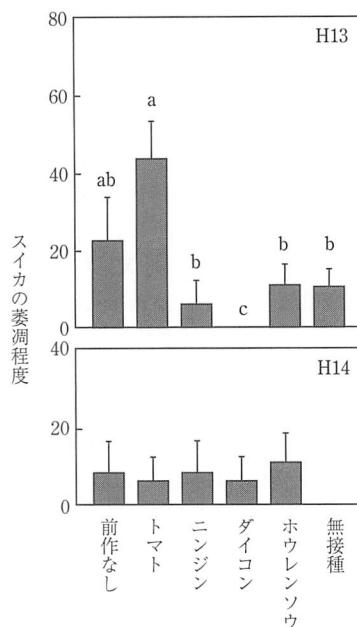


図-6 前作物の種類がスイカ急性萎凋症に及ぼす影響
(石杵試験, H13 : 2001年度; H14 : 2002年度)

ことができるからである(未報告)。しかし、黒点根腐病には、これらの方法では効果が認められないので、化学合成農薬による土壤くん蒸消毒が必要となる。

ホモプシス根腐病と黒点根腐病の違いは、収穫後期になれば、前者では擬似菌核が、後者では子のう殻が罹病根に形成されることが多く、比較的容易に判別できる。しかし、これらの菌に対する選択培地は未開発であり、両菌を早期に、特に土壤中から検出・同定することは簡単ではない。現在、PCRプライマーを用いた両菌の検出・同定法の開発が進められており、黒点根腐病菌に関してはほぼ完成している(小宅ら, 2004)。

耕種的防除法としては、できれば連作を避け、ダイコンやホウレンソウを栽培体系に入れることや線虫の抑制に効果のあるエンバク野生種などを緑肥施用することは、少なくとも本病害の予防に寄与すると考えられる。また、スイカ株の負担を少なくし、樹勢を保つことも発病を軽減する要因になり得るだろう。そのためには、土作りをはじめ、育苗法、整枝法、施肥法など栽培管理全体を通して、少しづつ病害が発生し難い圃場環境を整備・維持することが重要になると思われる。

一方、急性萎凋症の原因が黒点根腐病であることが判明した場合には、化学合成薬剤による土壤消毒を行う必要がある。前述のようにクロルピクリンが安定して高い効果を示すと思われるが、それは本剤が病原菌の子のう胞子に対しても殺菌効果があるからで、作付け前の使用

が勧められる(STANGHELLINI et al., 2003)。また、RADEWALD et al. (2003)は、カーバムナトリウム(キルバー)でも収穫後の早い時期に処理すれば、子のう殻形成があまり進行していない菌糸の段階で殺菌することが可能であり、有効な防除効果が得られるとしている。さらに、彼らは収穫後には速やかに根を掘り起こし、乾燥させてしまうことで、菌の成長を抑えることができたとも述べている。これらは米国カリフォルニア州での試験に基づくものだが、我が国においても実用性があるかどうかを検討することが望まれる。

おわりに

アンケート用紙の最後に寄せられた要望・意見の欄には、「早急に原因をはっきりしてほしい」、「抵抗性の台木ができるとよい」、「(化学合成農薬による) 土壌消毒以外の防除法を開発してほしい」、「人家の近くで使用できる農薬を開発してほしい」、「育苗の段階で防除できたらよい」、「作付前に原因の究明を求めたい」、「発生がある程度予想できたらよいと思う」等、生産者の切実な声が多数あった。その後の試験・研究によって原因の究明についてはほぼ達成されたと思われるが、防除対策に関してはまだ道半ばである。生産者の誰もが、できるならば化学合成農薬の使用を避けたいと願っていることはアンケートへの回答からも明らかであり、急性萎凋症に強く、かつ果実の品質が維持できる台木の開発は、今後最も望まれるところであろう。

一方、耕種的防除法も有効に組み合わせれば、十分な効果が期待できる。例えば、前述の黒点根腐病菌を検出するPCRプライマーの有効性を確認する試験中、急性萎凋症が多発している地域でも、発病がほとんど見られない圃場が存在し、その土壤からは黒点根腐病菌は検出できなかった。このPCRプライマーの検出限界値が子のう胞子2~3個/g土壤であることから、上手な栽培管理によって病原菌密度を非常に低く維持することが可能であることが推察された。今後、ホモプシス根腐病菌も土壤から検出・同定できるPCRプライマーが開発されれば、スイカ急性萎凋症に対して、より的確な防除対策を講じることが可能となるだろう。

なお、アンケート調査には印旛農林振興センター並びに山武農林振興センターの協力を得た。ここに厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 小林正伸ら (1997) : 関東病虫研報 44 : 79~81.
- 2) 小宅美和ら (2004) : 日植病報 70(3) : 228 (講要).
- 3) RADEWALD, K. C. et al. (2004) : Plant Pathology 53 : 660~668.
- 4) 宮戸雅宏ら (2004) : 土と微生物 58(2) : 124 (講要).
- 5) STANGHELLINI, M. E. et al. (2003) : Plant disease 87 : 1176~1178.