

トマト青枯病に対する数種防除法の検討

村越 重雄・高橋 基

Shigeo MURAKOSHI and Motoi TAKAHASHI

Trials of some control to the tomato bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*

I 緒 言

ナス科作物の青枯病は一度発病すると数年間は自根栽培が困難となる土壤病害である。トマト栽培においても最も恐れられている土壤病害の一つであり、発病地でのトマトの連作は抵抗性台木品種である‘BF興津101号’や、‘LS89’に接木する事によって回避する技術(9)が普及しているが、近年これらの台木を利用しても発病する事例が生じつつあり、新たな問題となっている。

そこで、現在の自根栽培で想定される防除対策のうち、土壤消毒剤による防除効果の再検討、土壤消毒後における微生物入り資材の施用と殺菌剤の処理による発病の遅延並びに増収効果について検討したところ、若干の知見が得られたので報告する。

本試験を実施するに当たり、試験材料を提供していただいた住友化学工業株式会社及び日本微生物化学株式会社に対し謝意を表する。

II 材料及び方法

1) 供試は場：1980年夏作のトマトが青枯病により全滅した場内露地ほ場において1981年から3年間実施した。

2) 耕種概要：3年間とも品種は‘サターン’の自根栽培であり、定植は1年目から5月27日、10日、17日とした。株間は45cmの2条植で1区16株とした。収量は16株の合計で、発病は両側の各2株を除いた12株について調査した。

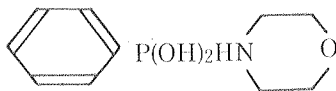
3) 土壤消毒方法：1年目は10アール当りクロールビクリン剤(99.5%)40l、臭化メチル剤(98.5%)50kg、ダズメット微粒剤(95%)40kgを5月6日に処理

した。クロールビクリン剤は手動式注入機で30cm角に、4mlを深さ15cmに注入して覆土した後、直ちにビニルで被覆した。臭化メチル剤は低いトンネル状にビニル被覆した内部で500g入りのカンから噴出させた。ダズメット微粒剤は手まき後深さ15cmに混合し、直ちにビニルで被覆した。5月19日にビニルを除去してガス抜きのため耕耘した。

2年目は10アール当りディ・トラベックス油剤(D—D40%+MITC20%)の50lを4月19日に手動式注入機で30cm角に、5mlを深さ15cmに注入して覆土した後、十分に散水して水封処理し、4月27日にガス抜きのため耕耘した。3年目も2年目と同様にディ・トラベックス油剤(10a当り50l)を4月12日に注入後水封処理し、5月4日まで放置して耕耘した。

4) 微生物入り資材の施用方法：1年目はクロールビクリン剤処理(40l/10a)土壤に日本微生物化学製のオーレスB(50kg/10a)、オーレスG(100kg)、サロトンG(150kg)と協立有機研究所製のバイオファーティ(40kg)を5月19日に手まきした後土壤混和した。2年目はサロトンGを土壤消毒しない土壤に10アール当り150kg、ディ・トラベックス油剤処理(50l/10a)土壤に150と300kgを4月28日に土壤混和した。3年目はサロトンGを2年目と同様に消毒しない土壤と消毒した土壤に10アール当り150kgを5月4日に混和した。なお、「サロトンG」は有用グラム陰性通性嫌気性細菌の混合物とゼオライト及び完熟鶏ふんからなる土壤調整資材である。

5) 殺菌剤の処理方法：住友化学工業製のS6035(主成分：フェニルホスフィン酸モルホリン塩、第1図)の水溶剤(50%)と粉剤(10%)を用いた。1年目はクロールビクリン剤で土壤消毒した(40l/10a)後、水溶剤の1,000倍液を5月27日、6月5日、15日、24日、7



第1図 S6035の化学構造

月4日、13日の計6回茎葉部散布または土壌かん注(1 l/m²)処理した。2年目は土壌消毒をしない土壌とディ・トラベックス油剤で土壌消毒した(50 l/10 a)土壌に粉剤の10アール当り45kg相当量を4月30日に手まきとし、深さ15cmに混合した。更に、水溶剤の1,000倍液を5月17日、31日、6月9日、21日、30日の5回茎葉部に散布した。

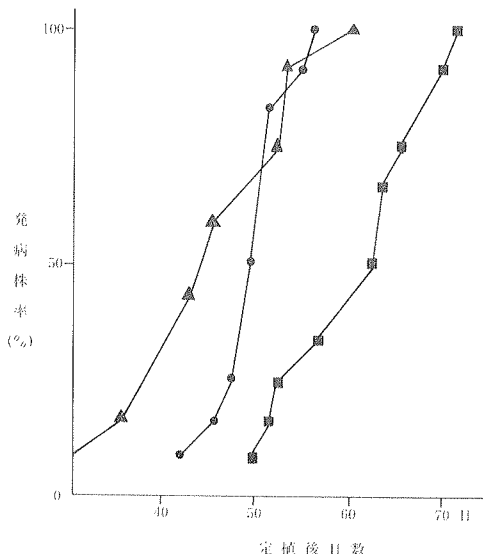
6) 各資材の組合せ処理：2年目にディ・トラベックス油剤で土壌消毒(50 l/10 a)し、サロトンGを混和(150kg/10 a)した後、S6035を処理(粉剤と水溶剤の併用)する区を設けた。

7) 青枯病の発病及び収量調査法：定植後活着時より観察を続け、先端が萎ちょうした状態を確認して発病始めとした。その後全株が萎ちょうするまで栽培を続け、その間の収量を調べた。萎ちょう株からの収穫は原則として行わなかった。なお、2年目においては7月31日(定植82日後)に台風に見舞われ、塩害で健全株も枯れ上ったために、それ以後の調査は中止した。

III 成 績

1. 無処理区における発病状況

3年間の無処理区での青枯病の発病状況は第2図に示した通りである。1年目の'81年は定植41日後(7月7日)から発病が認められ、56日後に100%発病した。その間の収量は16株当り10.38 kgであった。2年目は定植



第2図 無処理区における青枯病の発生

● : '81年, ▲ : '82年, ■ : '83年

29日後(6月8日)から発病が認められ、61日後に100%発病した。収量は16株当り8.90kgであった。3年目は48日後(7月4日)から発病が認められ、71日後に100%発病した。収量は16株当り18.80 kgであった。

2. 土壌消毒剤の効果

1年目においてはクロールピクリン40 l/10 a 処理、臭化メチル50kg処理、ダゾメット40kg処理ともに青枯病の発病遅延及び収量の増加に対して効果を示さなかった。特に、臭化メチル処理区の生育はおう盛であったにもかかわらず、発病後の進展が急激であったため、無処理区より大幅に減収した(第1表)。

第1表 土壌消毒剤の処理が青枯病の発生と収量に及ぼす影響

| 年次 | 処 理 区 | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当りの収量 kg | 同左比 |
|-----|-----------------|-----------------|-------|------|------|------|------|-------------|-------|
| | | 43日 | 50 | 57 | 64 | 71 | 78 | | |
| '81 | 無 処 理 | 8.3% | 50.0% | 100% | 100% | 100% | 100% | 10.38 | 100 |
| | ク ロ ー ル ピ ク リ ン | 8.3 | 41.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 10.25 | 98.4 |
| | 臭 化 メ チ ル | 41.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 2.55 | 24.6 |
| | ダ ゾ メ ッ ト | 25.0 | 83.3 | 91.7 | 91.7 | 100 | 100 | 8.78 | 84.6 |
| '82 | 無 処 理 | 41.6 | 58.3 | 91.7 | 100 | 100 | 100 | 8.90 | 100 |
| | ディ・トラベックス | 8.3 | 33.3 | 50.0 | 58.3 | 66.7 | 66.7 | 22.90 | 257.3 |
| '83 | 無 処 理 | 0 | 8.3 | 33.3 | 58.3 | 100 | 100 | 18.80 | 100 |
| | ディ・トラベックス | 4.2 | 8.3 | 20.8 | 33.3 | 58.3 | 79.2 | 25.25 | 134.3 |

第2表 数種微生物資材が青枯病の発生と収量に及ぼす影響 ('81年)

| 資材名 | 10a当り 施用量 | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当り の収量 | 同左 比 |
|----------|--------------|-----------------|-----|-------|-------|------|------|--------------|---------|
| | | 43日 | 47日 | 55日 | 62日 | 70日 | 82日 | | |
| 無施用 | kg | 0% | 0% | 25.0% | 50.0% | 100% | 100% | 12.08kg | 100 |
| オーレスB | 50 | 0 | 0 | 16.6 | 75.0 | 83.3 | 100 | 12.71 | 105.2 |
| オーレスG | 100 | 8.3 | 8.3 | 41.6 | 50.0 | 83.3 | 100 | 11.65 | 96.4 |
| サロトンG | 150 | 0 | 0 | 0 | 16.6 | 41.6 | 100 | 24.44 | 202.3 |
| バイオファーター | 40 | 0 | 0 | 0 | 25.0 | 50.0 | 100 | 13.84 | 114.6 |

第3表 サロトンGの施用が青枯病の発生と収量に及ぼす影響① ('82年)

| 土壌消毒 | サロトン G | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当り の収量 | 同左 比 |
|------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|------|------|--------------|---------|
| | | 43日 | 50日 | 57日 | 64日 | 71日 | 78日 | | |
| 無 | 無施用 | 33.3% | 50.0% | 58.3% | 91.6% | 100% | 100% | 10.6kg | 100 |
| | 150kg/10a | 8.3 | 33.3 | 41.6 | 75.0 | 83.3 | 100 | 16.9 | 140.6 |
| 有* | 無施用 | 8.3 | 33.3 | 50.0 | 58.3 | 66.7 | 66.7 | 22.9 | 216.0 |
| | 150kg/10a | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 33.3 | 32.8 | 309.4 |
| | 300kg/10a | 8.3 | 8.3 | 16.6 | 33.3 | 41.6 | 50.0 | 28.0 | 264.2 |

* デイ・トラベックス処理 (50 l / 10 a)

第4表 サロトンのG施用が青枯病の発生と収量に及ぼす影響② ('83年)

| 土壌消毒 | サロトン G | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当り の収量 | 同左 比 |
|------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|------|------|--------------|---------|
| | | 48日 | 56日 | 63日 | 69日 | 76日 | 83日 | | |
| 無 | 無施用 | 8.3% | 33.3% | 66.7% | 91.6% | 100% | 100% | 18.80kg | 100 |
| | 150kg/10a | 0 | 16.6 | 50.0 | 75.0 | 100 | 100 | 20.06 | 108.3 |
| 有* | 無施用 | 8.3 | 20.8 | 33.3 | 54.2 | 66.7 | 91.6 | 25.25 | 134.3 |
| | 150kg/10a | 4.2 | 8.3 | 20.8 | 25.0 | 37.5 | 66.7 | 31.49 | 167.5 |

* デイ・トラベックス処理 (50 l / 10 a)

2年目と3年目はデイ・トラベックス50 l 処理のみ検討したが、両年度ともに無処理区より発病が遅延し収量も増加した。その程度は2年目の方が顕著であった(第1表)。

3. 微生物入り資材の効果

1年目はクロールピクリン処理後に4種の微生物入り資材を施用して検討した。バイオファーターは青枯病の発病を遅延させたが、収量の増加は少なかった。一方、サロトンGは発病を遅延させるとともに無施用区に比べて約2倍の収量となった。オーレスBとオーレスGは発病遅延及び増収効果とも見られなかった(第2表)。

2年目は前年に効果の見られたサロトンGを用い、デ

イ・トラベックス処理の有無と効果の発現及び施用量について検討した。その結果は第3表に示したように、土壌消毒をせずに施用した場合でも発病遅延と増収効果が若干認められた。更に、消毒後に施用した場合は、発病遅延効果が高まるとともに収量の増加も著しかった。施用量は10アール当り150 kgで十分であり、300 kgに増量しても効果は高まらなかった。

3年目の結果は第4表に示した通りで、2年目とほぼ同じ傾向であった。すなわち、土壌消毒後に施用する事により発病遅延及び増収効果が高まった。

4. 殺菌剤S 6035の効果

殺菌剤S 6035の1,000倍液を茎葉部散布と土壌かん注

第 5 表 殺菌剤 S 6035 の処理が青枯病の発生と収量に及ぼす影響 ('81年)

| S 6035の処理 | 使用倍率 | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当りの収量 | 同左比 |
|-----------|-------|-----------------|-------|-------|------|------|------|---------------------|-------|
| | | 43日 | 47日 | 55日 | 62日 | 70日 | 82日 | | |
| なし | 一倍 | 8.3% | 25.0% | 83.3% | 100% | 100% | 100% | 10.25 ^{kg} | 100 |
| 散布 | 1,000 | 0 | 8.3 | 41.6 | 75.0 | 83.3 | 100 | 16.93 | 165.2 |
| かん注 | 1,000 | 0 | 8.2 | 58.3 | 83.3 | 100 | 100 | 14.57 | 142.1 |

第 6 表 土壌消毒の有無と S 6035 剤の処理効果との関係 ('82年)

| 土壌消毒 | S 6035 の処理 | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当りの収量 | 同左比 |
|------|------------|-----------------|-------|-------|------|------|------|-------------------|-------|
| | | 43日 | 50日 | 57日 | 64日 | 71日 | 78日 | | |
| 無 | なし | 41.6% | 58.3% | 91.6% | 100% | 100% | 100% | 8.9 ^{kg} | 100 |
| | あり | 16.6 | 16.6 | 33.3 | 66.7 | 83.3 | 100 | 17.6 | 197.8 |
| 有* | なし | 8.3 | 33.3 | 50.0 | 58.3 | 66.7 | 66.7 | 22.9 | 257.3 |
| | あり | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 16.6 | 16.6 | 33.3 | 29.2 | 328.1 |

*ディ・トラベックス処理 (50 l / 10 a)

第 7 表 各種の組合せ処理が青枯病の発生と収量に及ぼす影響 ('82年)

| ディ・トラベックス | サロトン G | S 6035 | 定植後における青枯病の発病株率 | | | | | | 16株当りの収量 | 同左比 |
|-----------|--------|--------|-----------------|-------|-------|------|------|------|-------------------|-------|
| | | | 43日 | 50日 | 57日 | 64日 | 71日 | 78日 | | |
| — | — | — | 41.6% | 58.3% | 91.6% | 100% | 100% | 100% | 8.9 ^{kg} | 100 |
| — | — | 有 | 16.7 | 16.7 | 33.3 | 66.7 | 88.3 | 100 | 17.6 | 197.7 |
| 有 | — | — | 8.3 | 33.3 | 50.0 | 58.3 | 66.7 | 66.7 | 22.9 | 257.3 |
| 有 | 有 | — | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 33.3 | 32.8 | 368.5 |
| 有 | — | 有 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 16.7 | 16.7 | 33.3 | 29.2 | 328.1 |
| 有 | 有 | 有 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38.4 | 431.5 |

した結果を第5表に示した。散布とかん注とも発病を幾分遅延させると同時に収量も増加させた。その効果は散布の方が若干高かった。

2年目は土壌中への粉剤処理と茎葉部散布を組合せ処理し、土壌消毒の有無と効果の発現について調べた。その結果は第6表に示したように、土壌消毒をしない場合でも発病遅延効果が認められるとともに収量は無処理区の約2倍となった。土壌消毒後に処理した場合には、発病遅延及び増収効果は著しく高まった。

5. 各処理を組合せた場合の効果

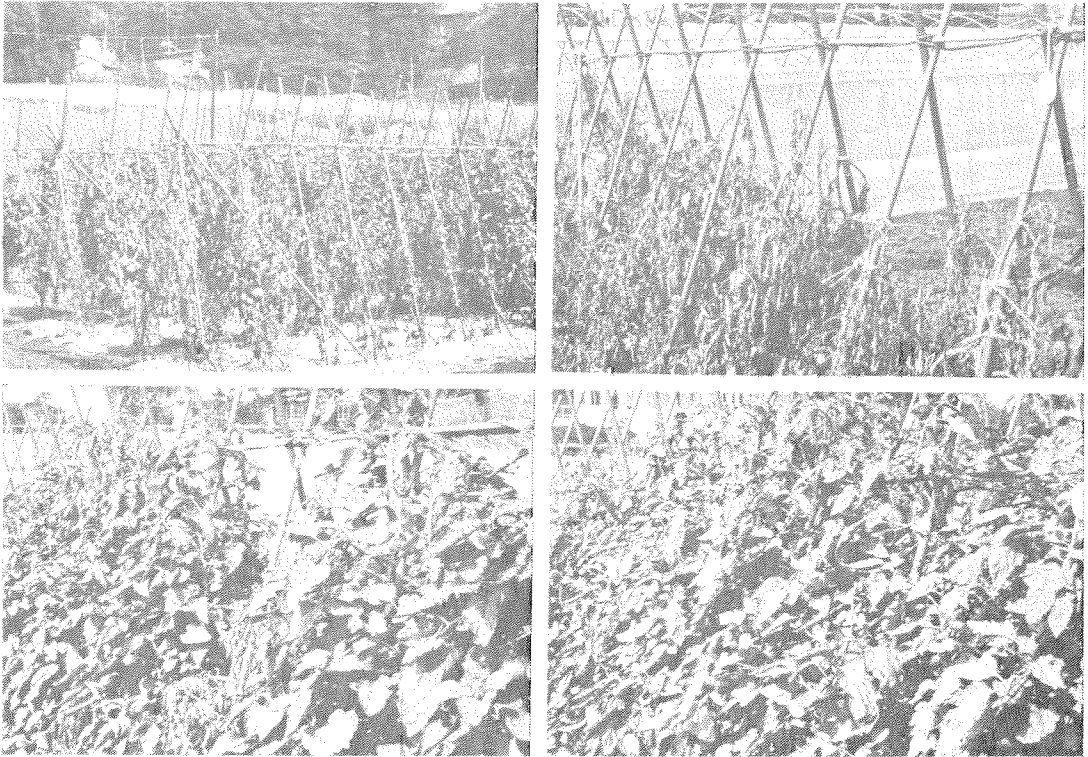
ディ・トラベックスで土壌消毒した後、サロトンGを施用するとともに S 6035粉剤を土壌混和して定植し、S 6035水溶剤を定期的に散布して検討した結果を第7表に示した。組合せ処理した場合は81日後の7月30日まで、

青枯病の発生は全く認められなかった(第3図)。

また、収量は無処理区の4.3倍、土壌消毒区の1.6倍に増加した。

IV 考 察

トマト栽培にとって、青枯病は最も防除困難な病害とされている(8)。しかし、その防除法(3)については抵抗性台木である 'BF興津101号' や 'L S 89' の利用(9)以外に有効な方法は確立されていない。それは、本病菌が80~100cmの深土層まで生存しているため(4)、土壌消毒剤の効果が十分に発揮されないものと思われる。太田・森田(5)は、この問題を解決する一方法として、有底ベット内での消毒法を考案し、その効果の有効性を確



第 3 図 1982年におけるトマト青枯病の発生状況（7月12日）
 左上：全景，右上：無処理区，左下：土壌消毒区，右下：組合せ処理区

認しているが、直ちにどのような場にも適用可能なものではない。

本試験ではトマト‘サターン’の自根栽培を前提として、まず土壌消毒剤の効果の再確認を行った。1年目においてはクロールピクリン、臭化メチル、ダゾメットによる土壌消毒を実施したが、いずれの薬剤も発病遅延や収量の増加で見る限り有効ではなかった。下川ら(7)は、本病に対して臭化メチルが有効であるとしているが、本試験では発病前の生育がおう盛であったにもかかわらず、発病後の病勢の進展が早く無処理区より減収した。これらの現象は土壌消毒により表層土（40cm位）の本病原菌が死滅しても、より深層に生存する本病原菌まで効果は及ばず、トマトの根の伸長に伴って残存菌の増殖が容易に起りうるものと思われる。表層土内において消毒効果の高い薬剤は、本病原菌以外の微生物をも死滅させるので、本病原菌の復元をたやすくしているとも考えられる。2、3年目に実施したディ・トラベックスは本病原菌そのものに対する効果が上記3薬剤より若干劣ったとしても、総合的には本病の発病遅延とある程度の収量維持は可能である事が判った。

土壌消毒後の表層土内における本病原菌以外の微生物密度を高めて、本病の発病を抑制させることが可能かどうかについて、数種の微生物入り資材を用いて検討した。1年目において施用した4種の資材のうち、サロトンGだけが発病遅延と増収効果を示した。2、3年目においても、土壌消毒後に施用した場合は効果を示したが、土壌消毒をしないで施用した場合の効果は少なかった。このような現象は、クロールピクリンで消毒後に樹皮堆肥等を施用したナガイモ褐色腐敗病の防除効果(6)に類似したものであろう。なお、サロトンGに含まれる通性嫌気性細菌類が青枯病菌にいかなる作用を有するかは不明である。更に、より効果の高い微生物入りの資材の探索や開発については今後の課題である。

植物体内には微生物類の侵入や増殖を抑制する数多くの機能が備わっていると考えられるが、これらの詳細については今なお不明な点が多い。青枯病菌はナス科を始めとして多数の植物を犯す多犯性病原細菌である。幸いにして、トマトにおいては‘LS89’や‘BF興津101号’のような台木用品種はかなりの抵抗性を持っており、接木栽培として実用化されている。しかしながら、菌密度の

高い圃場での発病事例や菌のレース分化の危険性はある。なお、果実品質の優れた白根の抵抗性品種は試作の域を出していない。そこで、感受性品種の‘サターン’にS 6035（フェニルホスフィン酸モルホリン塩）を処理して、本病の発病遅延や収量の維持または増加が得られるか否かを検討した。S 6035自体は青枯病菌に直接的な強い殺菌効果はないとされているが、トマトへの茎葉部散布または地下部かん注処理によって発病遅延と増収効果が見られた。更に、この効果は粉剤の土壌混和と水溶剤の茎葉部散布とを併用する事によって高まった。また、これらの効果は土壌消毒をしない場合にも認められた。このことは、S 6035がトマトに吸収・移行することによって直接あるいは間接的に青枯病菌の侵入・増殖を抑制したものと思われる。いわば、S 6035は感受性のトマトを幾分なりとも抵抗性に近付ける作用を有する可能性がある。青枯病に対してこのような作用物質は知られていないが、フザリウム病については、N-アリルアミノアセトニトリル塩酸塩（ANN）が類似した作用を有するとされている(1)。今後の土壌病害防除を含めた植物の抵抗性増強にとって、S 6035やANNのような作用物質は興味深いものがある。

トマト白根栽培における青枯病総合防除の観点から、ディ・トラベックスで土壌消毒した後に微生物入り資材サロトンGを施用し、S 6035粉剤の土壌混和と水溶剤の茎葉部散布を実施したところ、無処理区は61日後に全株発病したのに対して81日後まで発病が認められず大幅に遅延し、その間の収量は約4倍となって顕著な効果が認められた。また、各単独処理や2種の組合せと比べても効果が高まり総合防除の有効性が認められた。

青枯病を始めとして、土壌病害の防除対策はどれをとってみても、ただ一つの方法で完全に防除できるような決め手とはなり得ないのが実情である(2)。今後共、個々の防除手段をより安定的で効果の高いものにするための努力をする一方で、これらの手段を組合せた総合的な防除対策の実用化が期待される。

V 摘 要

1981年から'83年までトマト青枯病の発病遅延と増収効果を指標として、数種の防除法について検討した。

(1) 無処理区は定植56日後から71日後までに100%発病し、収量は16株当たり8.9 kgから18.8 kgであった。

(2) 土壌消毒剤4種について検討したところ、クロールピクリン(40 l/10 a)、臭化メチル(50 kg/10 a)、

ダゾメット剤(40 kg/10 a)の効果は認められなかった。ディ・トラベックス(50 l/10 a)は若干の効果が認められた。

(3) 微生物入り資材4種について検討したところ、サロトンG(150 kg/10 a)のみ効果が認められた。土壌消毒しない場合の施用効果は低いが、土壌消毒後に施用すると効果が高まった。

(4) 殺菌剤S 6035水溶剤(50%)の1,000倍液を茎葉散布または土壌かん注すると効果が認められた。更に、粉剤(10%)を土壌混和して水溶剤を散布すると効果が高まった。土壌消毒をしない場合でも効果が認められた。

(5) ディ・トラベックスで土壌消毒した後、サロトンGを施用し、S 6035粉剤の土壌混和と水溶剤の散布を行ったところ、無処理区は61日後には100%発病したのに対して81日後まで発病が認められなかった。収量も約4倍に増加して高い防除効果を示した。

引用並びに参考文献

1. KIRINO, O., H. OSHITA, T. OISHI and T. KATO (1981). Mode of Action of N-Allylaminoacetonitrile in Controlling Diseases Caused by *Fusarium oxysporum*. J. Pesticide Sci. 6 : 59-64.
2. 駒田 且(1977). 野菜の土壌伝染性病害の防除対策 農業および園芸 52 : 1453-1458.
3. 向 秀夫(1951). トマト青枯病とその防除法 農業及び園芸 26 : 95-98.
4. 岡部徳夫(1969). *Pseudomonas solanacearum*の土壌中における増殖性について 静大農研報 19 : 1-29.
5. 太田光輝・森田 壽(1981). 抑制トマトの青枯病とその防除 静岡農試研報 26 : 43-50.
6. 関口昭良・赤沼礼一・中沢 斉・南 峰夫(1981). 有機物施用によるナガイモ褐色腐敗病防除法の確立 長野野菜花き試報 1 : 29-38.
7. 下川三男・小沢 博・杉山忠治・戸部敬哉(1957). 「メチルプロマイド」による土壌燻蒸試験(第2報) 神農試園芸分場研報 5 : 61-68.
8. 鈴木孝仁(1980). 施設野菜の土壌病害 化学と生物 18 : 619-625.
9. 山川邦夫(1978). トマト・ナス青枯病の品種抵抗性 植物防疫 32 : 197-200.

Summary

Since 1981 to 1983 some control methods of tomato bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* were carried out by way of indication on appearance of symptom and yields of 16 tomato plants.

1. The symptom of all plant in untreatment plots appeared at 56-71 days after planting. Yields of these plots were 8.9-18.8kg in 16 plants.

2. Three soil fumigants, Chloropicrin (40l/10a), Methyl bromide (50kg/10a) and Dazomet (40kg/10a) were not effective, while Di-Trapex (50 l/10a) had a little effect for control of the disease.

3. As compared with four soil conditioning materials which involved useful microorganisms, only SAROTON-G (A soil conditioner contained well-rotted fowl droppings, zeolite and blended useful gram negative facultatively anaerobic bacteria : 150

kg/10a) was effectiveness for the control of the disease by applying soil mixing after fumigation.

4. The disease was controlled by mean of spraying of S 6035 (Morpholinium Phenylphosphinate) on plants with 1/1000 solution of the water soluble powder (50%). Moreover, the chemicals was more effective using the 10% powder mixed in soil before planting plus foliar application of 1/1000 solution during growth without soil fumigation.

5. Integrated control by soil fumigation with Di-Trapex, soil mixing of SAROTON-G and application of S 6035 was most effective because symptom of the disease did not appear until 81 days after planting which resulted in about 4 times of the yield compared to the untreatment plot.