

萎縮病が発症したニホンナシ「幸水」樹の解体調査

押田正義

キーワード：ニホンナシ，幸水，萎縮病，解体調査，樹勢

I はじめに

ニホンナシでは、春先の展葉が健全樹より遅れて葉が萎縮し、葉縁に黒変した枯死部を生ずる症状が古くから認められ、「萎縮症」等と呼ばれてきた（関本，1978）．多くの品種で発生が認められるが，現在の主力品種である「幸水」で特に発生が多く，大きな問題となっている．

本症状はウイルス病に類似することや、接ぎ木伝染性が示唆されたことから、ウイルスが病原であると推定され萎縮病と命名された．しかし、佐久間ら（1993）は萎縮病の接ぎ木伝染性を否定するとともに、本病が 2 種類の異なる病害からなっていることを明らかにし、それらをヒポキシロン幹腐病及び萎縮病と命名した．この際、ヒポキシロン幹腐病の病原は子のう菌の材質腐朽菌 *Hypoxylon serpens* (Persoon : Fries) Kickx と同定されたが、萎縮病の病原は *Phellinus igniarius* (L.ex Fr.) Quel と推定されたものの、同定にはいたらなかった．

千葉県で「萎縮症」と呼ばれてきたものの多くは、その症状から佐久間ら（1993）が命名した萎縮病と推察される．萎縮病の病原が材質腐朽菌であれば、発症した樹を解体し腐朽の分布を調査することにより、腐朽が発症に及ぼす影響について多くの知見が得られると期待される．

一方、森ら（2011）は萎縮病の発生程度の異なる「幸水」園 6 園の土壤理化学性や樹体栄養を調査し、発生の著しい園はわずかの園に比べて有効土層が浅く根域が限られるなど栽培に不適な条件であり、それによる樹勢低下が萎縮病の発症に関与したと推定している．また、中村（2005）は萎縮病が発症した樹の根部を土壌くん蒸消毒することで症状が軽減した例から、土壌改良や根の活性化は改善効果があると推察している．これらの報告から、根の状態も萎縮病の発症に影響すると考えられる．

そこで、萎縮病の発症機構解明の一助とするため、萎縮病を発症した「幸水」の若木について、材質腐朽の分布と側枝別の発症程度との関係及び根系の発達状況を調査した事例を報告する．

なお、本調査の実施に当たり、病理研究室（現病理昆虫研究室）の大谷徹氏には多くの有益な助言を頂いた．また、君津農業改良普及センター（現君津農業事務所）の糸喜幸氏及び加地成至氏には、現地生産者との連絡調整に多大な御協力を頂いた．ここに記して深謝の意を表する．

II 材料及び方法

1. 供試樹の概要

千葉県木更津市にあるナシ園（表層腐植質黒ボク土）に植栽されている 15 年生「幸水」（7m×7m 植え、折衷式平棚仕立て、3 本主枝）1 樹を供試した．供試樹は、1988 年に千葉県原種農場から苗木を購入し、2 年間育成した大苗を圃場に定植して育成した樹である．萎縮病の初発は 1999 年の 12 年生の頃であり、当初は 1 主枝のみに発症したが徐々に他の主枝にも拡大し、調査時には 3 主枝全てに症状がみられた．

2. 樹体の解体調査

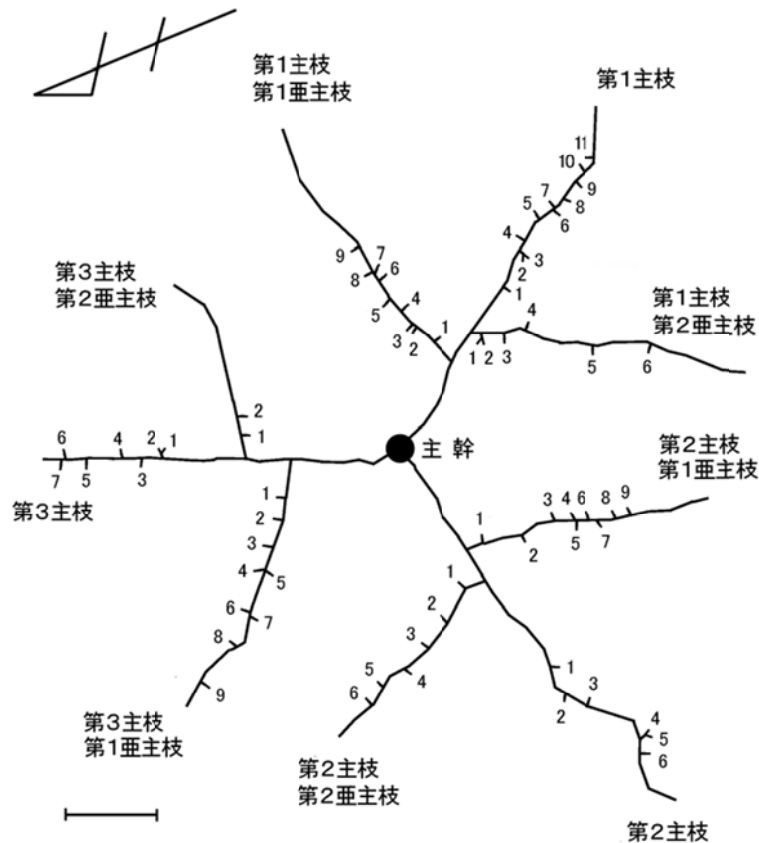
解体調査は 2002 年 10～11 月に行った．樹冠の投影図を作成したのち、全ての側枝を切除して摘葉し、萎縮病を発症した葉数を全葉数で除して、側枝別の萎縮病発症葉率を求めた．その後、主幹は台木との接ぎ木部を、主枝及び亜主枝は分岐部を起点に、いずれも 20cm おきに切断して切断面の写真を撮影し、断面積に対する腐朽部分の面積の割合を画像解析により測定した．

根系の調査は梅宮ら（2000）の方法に準じ、以下の手順で行った．主幹を中心に縦横 2m、深さ 1m の範囲の土壌を、深さ 20cm 間隔で採取した．根を含んだ土壌を洗面器に入れ、水で洗い流して根を収集した．ノギスを用いて、直径 20mm を超える根を極大根、直径 10mm を超え 20mm 以下を大根、直径 5mm を超え 10mm 以下を中根、直径 2mm を超え 5mm 以下を小根、直径 2mm 以下を細根として分別し、新鮮重を測定した．なお、主幹から連続する塊状の部位（根幹）は調査から除外した．

3. 土壌調査

解体調査終了後に、主幹から 1m 離れた位置の土壌を深さ 100cm まで 10cm おきに採取し、定法により pH 及び EC を測定した．

受理日 2014 年 8 月 5 日



第1図 萎縮病が発症したニホンサシ「幸水」樹の樹冠の投影図

- 注1) 主枝及び垂主枝は全体を示した
 2) 側枝は発生位置のみ示し、各主枝・垂主枝の基部から先端方向に番号を付した
 3) 左下のバーは1mを表す

Ⅲ 結果及び考察

1. 材質腐朽の分布と側枝別の萎縮病発症葉率との関係

樹冠の投影図を第1図に示した。萎縮病が発症した供試樹は、3本主枝それぞれに2本の垂主枝が配置されていた。1主枝当たりの側枝数は18~26本であった。

主幹、主枝及び垂主枝の切断面を調査したところ、主枝分岐部直下の主幹には、白色がかった褐色の腐朽部分がみられた(写真1)。なお、この腐朽部分から分離された木更津No.2菌は、後に萎縮病の病原菌である *Fomitipolia* sp. であることが確認されている(塩田ら, 2010; 金子ら, 2011)。

断面積に占める腐朽部分の面積割合及び側枝別の萎縮病発症葉率を第2図に示した。腐朽部分の面積割合は、主幹では接ぎ木部が1%と最も低く、上部ほど高まり、第1主枝分岐部直下である接ぎ木部から60cmの位置で57%と最も高くなった。主枝では分岐部が42~66%とそれぞれ最も高く、第2主枝では分岐部から20cm、第1主枝及び第3主枝では分岐部から1m程度の位置でほぼ0%とな

り、そのまま先端部まで低い割合で推移した。垂主枝では、局所的に高い部分があるものの、全体的には低い割合で推移した。なお、根には材質腐朽は認められなかった。

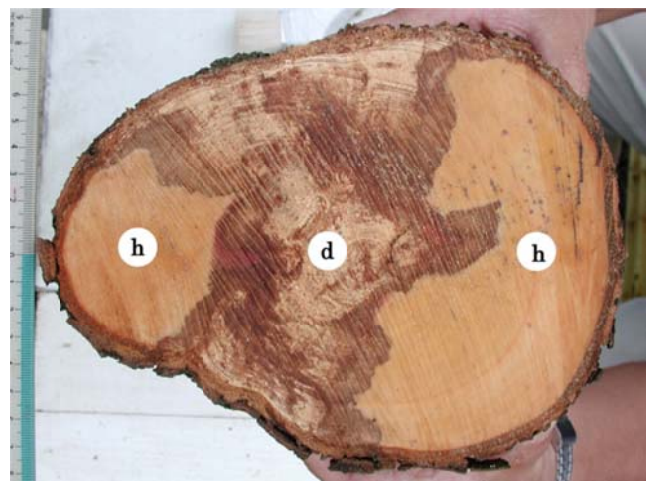
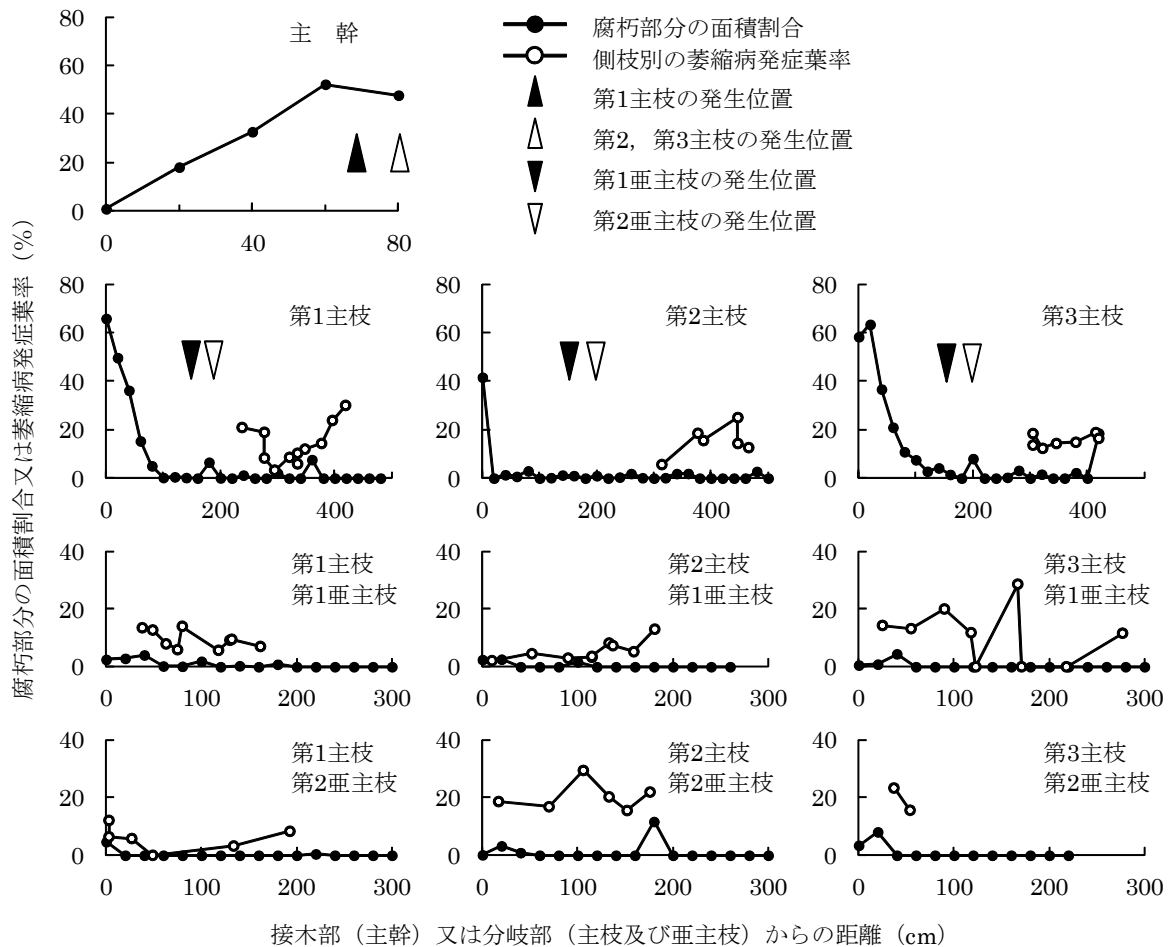


写真1 萎縮病が発症したニホンサシ「幸水」樹の主幹切断面における材質腐朽の状態

- 注1) 樹齢は15年生
 2) 第1主枝分岐部直下(接ぎ木部の上部60cm)
 3) dは腐朽した部分、hは健全な部分



第2図 萎縮病が発症したニホンナシ「幸水」樹における主幹、主枝及び亜主枝断面積に占める腐朽部分の面積割合並びに側枝別の萎縮病発症率

加藤 (2003) は、萎縮症が発症した 5 年生の「幸水」の主幹及び主枝の切断面を調査し、感染のきっかけとなったと思われる主幹上の傷跡から上下に腐朽が拡大していたが根部までは達しておらず、上部の腐朽がより広範囲であると報告している。また、塩田ら (2009) は、生産者が萎縮病と判断した 22 樹を解体調査し、萎縮病に特徴的な腐朽部分の割合は主枝分岐部に近いほど高かったことから、菌が感染する部位は主枝分岐部周辺と推定している。今回の結果についてもこれらの報告と一致しており、萎縮病の病原菌は主枝分岐部周辺から感染し、そこから上下に腐朽を拡大させるが根には達せず、上部に広がりやすいと考えられる。

一方、側枝別の萎縮病発症率をみると、主枝先端部付近の側枝がいずれも 20% 前後と高かった。亜主枝別では、第 2 主枝の第 2 亜主枝、第 3 主枝の第 1 亜主枝及び第 2 亜主枝に 20% 前後の高い側枝が多かった。このことから、供試樹の主枝の萎縮病発症程度は、重い順に第 3 主枝、第 2 主枝、第 1 主枝であると判断された。一方、各主枝における腐朽程度は、腐朽部分の面積割合及び長さから、第 1

主枝及び第 3 主枝で著しく、第 2 主枝は軽微であると判断されたことから、各主枝における腐朽程度と発症程度は必ずしも一致していなかった。

加藤 (2003) は、萎縮症が発症した主枝の切断面に存在する変色部が、発症していない主枝の切断面にも認められることを報告している。この知見からも、各主枝の腐朽程度と発症程度が必ずしも一致しないことが窺える。中村 (2012) は、萎縮病の発病機構について、幹や太枝の材に腐朽を起こしている病原菌が代謝物質を産生し、それが通導組織を移行して上部の枝葉に症状を生じさせていると推察しており、今回の供試樹も、各主枝上の側枝の発症は、その主枝以外の腐朽部分が産生した代謝産物にも影響され、腐朽程度と発症程度に相違が生じたのではないかと考えられる。

2. 根系の発達状況と土壌の pH 及び EC

供試樹の根の垂直分布を第 1 表に示した。深さ 60cm までに細根の 74%、全根の 92% が分布したが、深さ 80~100cm にも細根の 10%、全根の 2% が分布していた。森ら (2011) が調査した 6 園では、有効土層及び根の分布

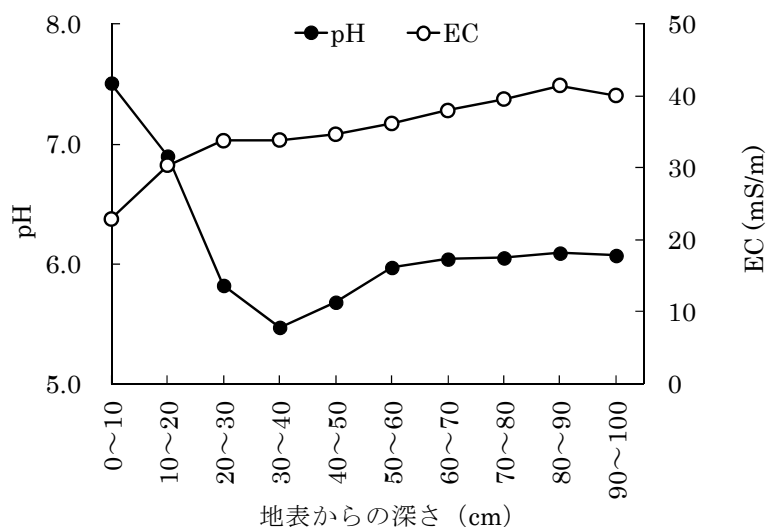
第1表 萎縮病を発症した「幸水」樹の根の垂直分布

地表からの 深さ(cm)	根新鮮重 (g)						割合 (%)	
	細根	小根	中根	大根	極大根	全根	細根	全根
0 ~ 20	246	224	250	798	9,701	11,220	35	44
20 ~ 40	192	182	276	397	8,950	9,996	27	39
40 ~ 60	82	103	125	586	1,439	2,335	12	9
60 ~ 80	114	58	70	567	811	1,619	16	6
80 ~ 100	73	61	160	139	0	433	10	2
合 計	707	627	880	2,487	20,900	25,602	100	100
割合 (%)	3	2	3	10	82	100		

注1)根径を ϕ 、単位をmmとして、以下の基準で区分した

極大根($20 < \phi$)、大根($10 < \phi \leq 20$)、中根($5 < \phi \leq 10$)、小根($2 < \phi \leq 5$)、細根($\phi \leq 2$)

2)根幹は除外した



第3図 萎縮病が発症したニホンナシ「幸水」樹近傍の土壌 pH 及び EC

注) 主幹から 1m 離れた場所の土壌を調査した

の深さが萎縮病の発生が最も多い園では深さ約 30cm までであったのに対し、最も少ない園では深さ 80cm まで達しており、深さ 60cm までに 70~80%の根が分布していた。これらと供試樹を比較すると、供試樹の根の分布は萎縮病の発生が最も少ない園に近いと考えられた。また、吉原ら(1972)は、土壌理化学的良好な洪積土壌に植栽された9年生「二十世紀」の根系を調査し、主幹から約1m以内の範囲では、深さ60cmまでに細根の60~80%、根幹を除く全根の80~90%が存在すると報告している。供試樹の根の分布はこの報告からも概ね適正な範囲であったと推察される。

土壌の pH 及び EC を第3図に示した。深さ0~20cmの pH は 7.5 であったが、深さ40cmにかけて 5.5 まで低下し、それより深いところではやや上昇して 6.0 程度で安定した。ナシの好適 pH は 5.5~6.0 の弱酸性とされる(千葉県, 2009)。供試樹の植栽されていた土壌の pH は、深さ0~20cm では基準値に比べて高かったが、それより深

いところでは好適 pH の範囲内であった。EC は深さ0~20cm が 23mS/m と最も低く、徐々に上昇して深さ80~90cm で 42mS/m と最も高くなった。ナシの好適 EC は明らかでないが、野菜類の土壌診断基準値は火山灰土において 30mS/m 以下である(千葉県, 2009)。供試樹が植栽されていた土壌の深部はこの値に比べやや高いものの、EC を上昇させる無機塩類や硝酸態窒素等が過剰に存在する状態ではないと考えられた。

萎縮病は、病原菌が感染し材質腐朽が認められても、症状が全く認められない場合があることから、生理的・環境的な要因が発症に影響すると考えられている(中村, 2005)。今回の供試樹は、12年生と若い樹齢で萎縮病を発症しているが、根系の発達が不良であったとは考えられず、土壌 pH 及び EC も特に問題のある値ではなかった。したがって、供試樹が若い樹齢で萎縮病を発症したことを、根系の発達状況や土壌化学性と関係づけることは困難であると考えられた。一方、萎縮病が発症した樹について、

着果負担を減らす等の処置により樹勢を強化すると症状が緩和することが知られており、樹勢の低下が発症を助長した可能性がある。樹勢に影響を与える要因は、この他にも施肥量、土壤水分、新梢管理など数多く想定される。今後はこれらの要因と萎縮病の発症との関係を調査し、発症を抑制するような栽培管理技術を明らかにする必要がある。

IV 摘 要

萎縮病が発症したニホンナシ「幸水」の若木を解体調査し、材質腐朽の分布と側枝別の発症程度との関係を調査した。また、根系の発達状況や土壌 pH 及び EC を調査し、萎縮病発症との関係を考察した。

1. 腐朽部分の面積割合は主枝分岐部付近で極めて大きく、そこから接ぎ木部の方向に約 60cm、主枝先端部の方向に約 1m 離れた位置ではほとんどみられなかった。また、各主枝における腐朽程度と萎縮病の発症程度とは必ずしも一致しなかった。
2. 細根は深さ 80～100cm にも分布しており、根系の発達は概ね適正な範囲であった。また、土壌 pH 及び EC も特に問題はなかった。したがって、萎縮病が若い樹齢で発症した原因を、根系の発達状況や土壌化学性に関係づけることは困難であり、他の要因を考慮する必要があると考えられた。

V 引用文献

千葉県 (2009) 主要農作物等施肥基準. pp.22-24.

金子洋平・中村 仁・塩田あづさ・鈴木 健・服部 力・太田祐子・安田文俊・幸由利香・牛尾進吾 (2011) ナシ萎

縮病菌 *Fomitiporia* sp. の同定及び定義付け. 日植病報. 77 : 168 (講要) .

加藤 修 (2003) 萎縮症が発生したニホンナシ「幸水」幼木の主幹および主枝の切断面. 農及園. 78 : 1277-1280.

森 聡・福田雅仁・松家義克 (2011) ナシ萎縮病発生に関する土壌肥料的要因調査. 根の研究. 20 : 115-123.

中村 仁 (2005) 萎縮症. 農業技術大系果樹編 3 ナシ・西洋ナシ 追録第 20 号. pp. 枝 329-枝 330 の 3. 農文協. 東京.

中村 仁 (2012) ナシの萎縮病について. 研究ジャーナル. 35 : 45.

佐久間 勉・高村尚武・落合政文・小林 正・阿部恭久・田中寛康・高梨和雄 (1993) ニホンナシに発生するヒボキシロン幹腐病 (新称) と萎縮病. 果樹試報. 24 : 45-59.

関本美知 (1978) ニホンナシの萎縮症 (仮称) とは—その発生状況とつぎ木伝染性—. 農及園. 53 : 1265-1266.

塩田あづさ・金子洋平・中村 仁・川瀬信三 (2009) 現地解体調査からみたナシ萎縮病発症樹における腐朽の存在部位. 園学研. 8 (別 1) : 52.

塩田あづさ・金子洋平・鈴木 健・中村 仁・服部 力 (2010) ナシ萎縮病は *Fomitiporia* sp. によって引き起こされる. 日植病報. 76 : 156 (講要) .

梅宮善章・中西正憲・吉川公規・中村ゆり (2000) 画像解析法による根域制限栽培温州みかんの根系計測. 園学雑. 69 (別 1) : 201.

吉原千代司・神原嘉男・黒川泰幸 (1972) 日本ナシの生産力増強に関する研究 (第 2 報) 根群とくに細根の発達に及ぼす土壌改良の影響. 広島県果樹試研報. 1 : 55-73.