

ニホンナシにおけるいや地現象の発生と原因について

戸谷智明・川瀬信三・北口美代子

キーワード：ニホンナシ，いや地現象，土壤硬度，土壤化学性，ダゾメット

I 緒言

千葉県におけるニホンナシ（以下ナシとする）は，結果樹面積が1,620ha，収穫量が39,400tで，いずれも全国第1位である（農林水産省，2010）。栽培されている品種は「幸水」が51%を占め，次いで「豊水」が29%，「新高」が14%の順となっている。主力品種である「幸水」は，樹齢が30年を過ぎると収量低下や果実の小玉化が顕著になり，この対策として若木への改植が行われている。しかし，改植した苗木は，生育が不良となることが多く，その原因としていや地現象の発生が疑われている。

いや地現象は，モモ（水谷ら，1977）やウメ（大江ら，2002），イチジク（細見・内山，1998），リンゴ（熊代・山本，1992）など多くの果樹で発生が認められている。その発生原因としては，モモ（水谷ら，1977）やウメ（大江ら，2002）では前作樹の根に由来する青酸配糖体が挙げられ，改植した苗木の生育を阻害していることが明らかになっている。しかし，ナシにおいては，後作の苗木でどの程度いや地現象が発生するのか，またその原因について実験的に明らかにした報告はない。そこで本研究では，ナシにおけるいや地現象の発生を明らかにするため試験を実施し，いくつかの知見が得られたので報告する。

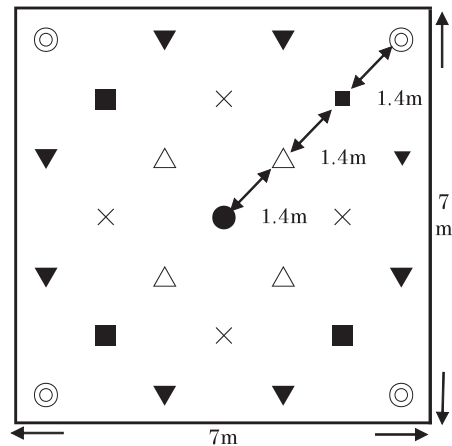
II 材料及び方法

1. いや地現象の再現と植付距離が定植した苗木の生育に及ぼす影響

(1) 試験区

千葉県農林総合研究センター内のナシ植栽圃場（表層腐植質黒ボク土）において試験を実施した。2005年11月に，7m×7mの間隔で植栽された43年生の「幸水」4樹をバックホーで抜根し，その跡地に連作土区を4区設けた。連作土区は，土壤が移動しない様に上層部の太根を，主幹を中心に2m四方の範囲で取り除いた後に埋め戻した。同時期

に，同一圃場内のナシ栽培跡地（1997年及び2001年にバックホーで抜根）において7m×7mの間隔で4m四方，深さ1mの大きさで土壤を除去し，新土区を2区設けた。新土区は，土壤を除去した跡地に，果樹未植栽圃場から採取した黒ボク土を客土した。同年12月に，「幸水」又は「あきづき」の1年生苗木（マンシュウマメナシ台）を品種別に連作土区に2区ずつ，新土区に1区ずつ定植した。供試樹数は，連作土区では前作樹主幹位置からの距離（以下植付距離とする）が0mに1樹，1.4mに4樹，2.0mに4樹，2.8mに4樹，3.2mに8樹，4.2mに4樹とした（第1図）。新土区では同様に0mに1樹，1.4mに4樹としたが，全ての樹を客土した4m四方の範囲内に定植したため，新土区の生育データは距離に関わらず5樹の平均値として求めた（第2図）。植え穴は，土壤が移動しないように直径40cm，深さ40cmに掘り，定植直後にフルアジナム（商品名フロンサイドSC）500倍液を1樹当たり5L灌注した。定植後の栽培は慣行とし，1年目の剪定は1年生枝を半分の長さに切除した。



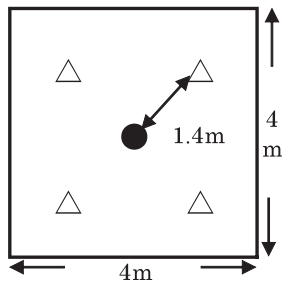
第1図 連作土区の苗木定植位置

注) ●は前作樹主幹位置からの距離：0m，

△：1.4m，×：2.0m，■：2.8m，▼：3.2m，◎：4.2m

受理日2011年8月22日

本報の一部は園芸学会（2011年3月，宇都宮市）及び落葉果樹研究会（2011年2月，つくば市）において発表した。



第2図 新土区の苗木定植位置

注1) ●は前作樹主幹位置からの距離：0 m, △：1.4m
 2) 4 m角に客土

(2)調査項目

供試樹の生育量は、2007年11月に、樹を接ぎ木部で切断後に地上部生体重を測定した。

土壌の化学性及び硬度は、植付距離で生育に差が見られた「あきづき」を植栽した連作土区及び新土区において、2007年11月に調査した。土壌の化学性は、各供試樹の主幹から20cm離れた深さ20~40cmの土壌を4か所ずつオーガで採取し、植付距離別に混合して測定した。pHはガラス電極法、無機態窒素は10%塩化カリウム抽出法、可給態リン酸はトルオグ法、交換性陽イオンはショーレンベルガー法、マンガンは0.2%ハイドロキノン含有酢安抽出法、亜鉛と銅は0.1N塩酸抽出法、ホウ素はオートクレーブ抽出法で分析した。土壌硬度は、貫入抵抗式土壌硬度計(コーン：頂角30°、底面積2cm²)を用いて、各供試樹の主幹から20cm離れた部分を4か所、深さ50cmまで10cm間隔で測定し、植付距離別に平均値を求めた。

2. 改植時のダゾメット処理が定植した苗木の生育に及ぼす影響

(1)試験区

千葉県農林総合研究センター内のナシ植栽圃場と新植圃場(いずれも表層腐植質黒ボク土)で実施した。2005年11月に、植栽圃場では、7m×7mの間隔で植栽された43年生の「幸水」4樹について主幹を中心に4m四方、深さ1mの大きさにバックホーで抜根して土壌改良を行った。新植圃場では、7m×7mの間隔で4m四方、深さ1mの大きさに土壌改良を行った。土壌改良は、両圃場とも埋め戻す際にバーク堆肥120kg、苦土石灰8kg、BM熔リン8kgを、深さ30cm、60cm、100cmの3層に分けて施用した。

試験区は、両圃場にダゾメット処理区(以下処理区とする)と無処理区を設け、各区3樹2反復とした。処理区では、土壌改良時に、土壌微生物に対して殺菌効果があるダゾメット(商品名ダゾメット微粒剤)を深さ30cmと60cmの2層にそれぞれ50g/m²処理し、1か月間ビニルフィルムで被覆後、耕耘を行ってガス抜きした。2005年12月に、「幸水」の1年生苗木(マンシュウマメナシ台)を、各区とも

1.4m間隔で定植した。定植後の栽培は慣行とし、1年目の剪定は1年生枝を半分の長さに切除した。

(2)調査項目

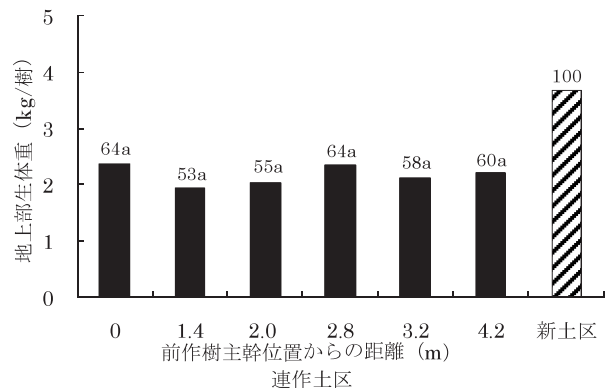
供試樹の生育量は、2007年11月に、1区当たり2樹を接ぎ木部で切断後に地上部生体重を測定した。土壌の化学性は、各供試樹の主幹から20cm離れた深さ20~40cmの土壌を3か所ずつオーガで採取し、1区ごとに混合したサンプルを試験1と同様の手法で分析した。

Ⅲ 結 果

1. いや地現象の再現と植付距離が定植した苗木の生育に及ぼす影響

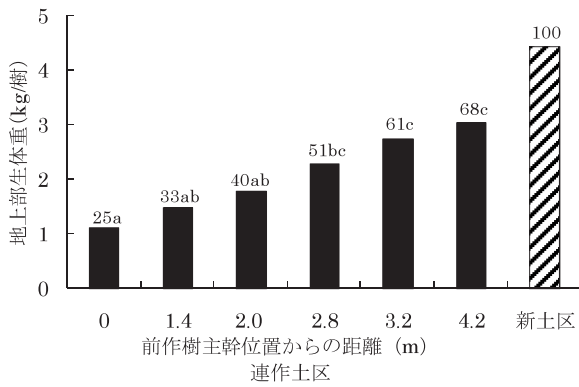
新土区の地上部生体重の平均は「幸水」が3.7kg、「あきづき」が4.4kgで、両品種ともに連作土区の苗木の地上部生体重に比べ重かった(第3図、第4図)。それぞれの新土区を100とした比数は、連作土区の「幸水」が53~64、「あきづき」が25~68であった。

一方、連作土区の「幸水」は、植付距離別に平均した地上部生体重が2.0~2.4kgで、植付距離による有意な差は認められなかった(第3図)。これに対し、連作土区の「あきづき」は、植付距離別に平均した地上部生体重が1.1~3.0kgで、植付距離が近くなるほど生体重が有意に軽かった(第4図)。



第3図 新土区及び前作樹主幹位置からの距離別に定植した連作土区における「幸水」の地上部生体重

注1) 前作樹は43年生の「幸水」。
 2) 定植は2005年12月、栽培終了は2007年11月。
 3) 試験区は2反復、新土区は反復無し。
 4) 数値は新土区を100とした比数。
 5) 同符号間にTukey法で5%水準の有意差なし。



第4図 新土区及び前作樹主幹位置からの距離別に定植した連作土区における「あきづき」の地上部生体重量

- 注1) 前作樹は43年生の「幸水」。
 2) 定植は2005年12月, 栽培終了は2007年11月。
 3) 試験区は2反復, 新土区は反復無し。
 4) 数値は新土区を100とした比数。
 5) 異符号間にTukey法で5%水準の有意差あり。

第1表 ニホンナシ「あきづき」を植栽した試験区における栽培試験終了時の前作樹主幹位置からの距離別の土壤硬度

前作樹主幹位置からの距離 (m)	土壤の深さ別土壤硬度 (kgf/cm ²)				
	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
0	8.1	8.2	6.5	6.0	5.8
1.4	5.8	6.8	6.3	7.3	8.2
2.0	9.5	7.9	8.1	7.9	8.5
2.8	10.6	9.9	8.5	9.0	10.0
3.2	10.3	10.1	7.4	6.8	7.9
4.2	9.2	9.5	9.6	8.6	8.3
新土区	8.4	8.3	8.3	7.1	6.6

- 注1) 2005年12月に定植, 2007年11月に栽培終了。
 2) 前作樹主幹位置から距離別に, 供試樹の主幹から20cm離れた部分を4か所, 土壤硬度計を用いて測定し, 距離別に平均。

第2表 ニホンナシ「あきづき」を植栽した試験区における栽培試験終了時の前作樹主幹位置からの距離別の土壤化学性

前作樹主幹位置からの距離 (m)	pH (H ₂ O)	無機態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性陽イオン (mg/100g)		
				CaO	MgO	K ₂ O
0	6.7	2.3	2.9	465	89	74
1.4	6.8	2.0	2.7	482	92	83
2.0	6.8	2.1	2.7	468	78	71
2.8	6.8	1.8	3.2	542	100	76
3.2	6.8	2.1	2.2	520	101	79
4.2	6.8	1.9	2.2	485	92	81
新土区	6.6	2.9	3.0	501	87	79

前作樹主幹位置からの距離 (m)	Mn (ppm)	B (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
1.4	169	0.9	26	9.5
2.0	140	1.1	28	9.2
2.8	193	1.2	33	8.1
3.2	199	1.3	36	7.9
4.2	208	1.0	42	9.0
新土区	87	0.9	15	5.8

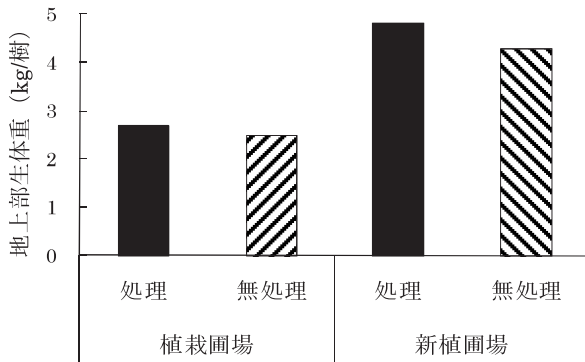
- 注1) 2005年12月に定植, 2007年11月に栽培終了。
 2) 前作樹主幹位置から距離別に, 供試樹の主幹から20cm離れた位置の4か所から深さ20~40cmの土壤をオーガで採取し, 距離別に混合したサンプルを測定。

「あきづき」を植栽した新土区の土壌の化学性は、連作土区と比べマンガンや亜鉛、銅が低いものの、その他の項目にはほとんど違いは見られなかった(第2表)。

2. 改植時のダゾメット処理が定植した苗木の生育に及ぼす影響

植栽圃場における地上部生体重は、処理区が2.7kg、無処理区が2.5kgであった(第5図)。新植圃場における地上部生体重は、処理区が4.8kg、無処理区が4.3kgであった。それぞれの無処理区を100とした比数は、植栽圃場の処理区では108、新植圃場では112で、ダゾメット処理による違いは見られなかった。また、ダゾメット処理の有無にかかわらず、植栽圃場の苗木の地上部生体重は、新植圃場の苗木に比べ軽く、ダゾメット処理による違いよりも大きかった。

栽培終了時の土壌の化学性を第3表に示した。pHは5.9~6.2、無機態窒素が2.9~6.4mg/100g、可給態リン酸が1.2~6.0mg/100gで、圃場による差やダゾメット処理の有無による差は見られなかった。交換性カルシウムは、植栽圃場では319~329mg/100g、新植圃場では171~189 mg/100gで、



第5図 植栽及び新植圃場におけるニホンナシ植付時のダゾメット処理が定植した苗木の地上部生体重に及ぼす影響

- 注1) 前作樹は43年生の「幸水」。
 2) 定植は2005年12月、栽培終了は2007年11月。
 3) 試験区は2反復。
 4) 数値はそれぞれの無処理区を100とした比数。

交換性マグネシウムは、植栽圃場では61~67mg/100g、新植圃場では10~11mg/100gで、処理による差は見られなかったが、圃場による差は見られた。交換性カリウムは65~78mg/100gで、ナシの植栽や処理の有無による差は見られなかった。

IV 考 察

果樹の中でいや地現象が発生しやすいとされるモモにおいては、栽培跡地土壌の苗木の生育が新土に比べ32~68%になると報告されている(平野・森岡, 1971)。一方、ナシでもいや地現象が発生すると言われてきたが、ナシ栽培跡地の圃場におけるいや地現象発生の有無や程度、原因については明らかになっていない。本試験では、43年生の「幸水」栽培跡地に定植した連作土区の1年生苗木の地上部生体重は、同一圃場内の新土区に比べ「幸水」が53~64%、「あきづき」が25~68%となり著しく生育が劣った。改植した苗木の生育は、モモと同程度に阻害されていることから、ナシにおいてもいや地現象が発生することが明らかになった。

また、「あきづき」では植付距離が近いほど有意に生育が抑制されたが、「幸水」では植付距離によって生育に差が見られなかった。この結果から、ナシにおいては品種によっていや地現象の発生程度に差がある可能性がある。これまでいや地現象の発生程度に品種間差異があるという知見はないが、いや地現象を回避する対策を講じる上でその確認は重要と考えられるため、今後更に検討したい。

いや地現象が発生する原因として、土壌物理性の悪化や養分消耗による土壌化学性のアンバランス化、土壌生物の関与が挙げられる(佐藤ら, 1991)。本試験では、「あきづき」を植栽した連作土区及び新土区において、栽培終了後の土壌の硬度、化学性を調査した。その結果、植付距離で生育差が顕著であった連作土区の土壌硬度は、もっとも硬い地点でも10.6 kgf/cm²であり、千葉県の火山灰土における物理性診断基準(千葉県, 2006)におけるナシの土壌硬

第3表 ニホンナシ植え付け時にダゾメット処理を行った栽培試験の終了時における土壌化学性

圃場	ダゾメット 微粒剤処理	pH (H ₂ O)	無機態窒素 (mg/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性陽イオン (mg/100g)		
					CaO	MgO	K ₂ O
植栽	処理	6.2	2.9	2.3	319	61	67
	無処理	6.1	5.7	6.0	329	67	65
新植	処理	6.0	3.9	1.2	189	11	72
	無処理	5.9	6.4	1.4	171	10	78

- 注1) 2005年12月に定植、2007年11月に栽培終了。
 2) 各供試樹の主幹から20cm離れた位置の4か所から深さ20~40cmの土壌をオーガで採取し、各処理区ごとに混合したサンプルを測定。

度の改善目標である15kgf/cm²以下であった。また、苗木の生育が優れた新土区の土壤硬度は、生育が劣った連作土区と比べ違いが見られなかった。これらのことから、「あきづき」を定植した連作土区及び新土区の土壤硬度はいや地現象を引き起こす原因ではないと考えられる。

土壤の化学性は、植付距離で生育差が顕著であった連作土区では距離による差で一定の傾向が見られなかった。また、新土区ではマンガン及び亜鉛、銅以外の項目が連作土区と同程度であったが、定植した苗木の地上部生体重は重かった。さらに、ダゾメットを用いた試験では、新植圃場の交換性カルシウム及びマグネシウムが適値とされる値よりも低かったが、定植した苗木の地上部生体重は重かった。これらのことから、いや地現象の発生に土壤化学性の影響はないと考えられる。

本試験では、「幸水」を抜根した跡地においてダゾメットによる土壤消毒を実施し「幸水」の苗木を定植しても、無処理区の苗木に比べ地上部生体重に差は見られなかった。また、植栽圃場のダゾメット処理区の地上部生体重は、新植圃場の無処理区に比べ軽かったことから、ダゾメット処理にいや地現象の発生を防止する効果はないと判断された。ダゾメットによる土壤消毒の効果が認められなかったことから、いや地現象の発生には土壤病原菌やセンチュウ類の関与は小さいと考えられた。

以上の結果から、ナシでは栽培跡地でいや地現象が発生し、その発生原因として土壤の硬度や化学性、土壤病害虫の関与は小さいことが明らかになった。いや地現象の原因として、モモでは前作樹の根に由来する青酸配糖体が（水谷ら、1977）、ウメでは青酸配糖体の分解物の安息香酸が同定され（大江ら、2002）、ともに後作の苗木の根の呼吸を阻害することが報告されている。ナシでは、阻害物質の同定には至っていないが、根の水抽出液をナシの苗木に灌注すると生育が無処理の70%程度になることが報告されている（平野・森岡、1964）。これらのことから、ナシにおけるいや地現象の原因を明らかにするためには前作樹の根から放出される物質の同定やその影響を明らかにする必要があると考えられ、この点については今後更に検討したい。

V 摘 要

いや地現象の発生を明らかにするため、「幸水」を抜根した跡地と新土を客土した試験区に「幸水」又は「あきづき」

1年生苗木を前作樹主幹位置から等間隔に定植し、生育と土壤理化学性の関係を調査した。

1. 両品種ともに、前作樹の跡地に定植した苗木の生体重は同一圃場内の新土区に比べ劣り、生育が抑制された。
2. 前作樹の跡地に定植した苗木の地上部生体重は、「幸水」では2.0～2.4kg/樹で植付距離による有意な差は見られなかったが、「あきづき」では1.1～3.0kg/樹で植付距離が近くなるほど生体重が有意に軽かった。
3. 土壤の化学性及び硬度は、生育の差が顕著に見られた。「あきづき」を植栽した連作土区において、植付距離による違いが見られなかった。
4. 「幸水」を抜根した跡地においてダゾメットによる土壤消毒を行い「幸水」の苗木を定植しても、地上部生体重は2.7kgで、新植圃場の無処理区の4.3kgに比べ軽かった。ダゾメットの効果は認められなかったことから、いや地現象の発生には土壤病害虫の関与は小さいと考えられた。
5. 以上のことから、ニホンナシの栽培跡地ではいや地現象が発生することが明らかになった。また、その発生程度は、品種間で差があることが示唆された。

VI 引用文献

- 千葉県農林水産技術会議（2006）土壤、水質及び作物分析診断。pp.4. 千葉県。
- 平野 暁・森岡節夫（1964）果樹における根分泌物の生長抑制作用の種類間関係について、園学雑、33：13-22。
- 平野 暁・森岡節夫（1971）モモのいや地に関する研究（第8報）、千葉県暖地園芸試験場研究報告2. 7-17。
- 細見彰洋・内山知二（1998）イチジクいや地圃場における生育阻害要因、園学雑、67：44-50。
- 熊代克己・山本浩文（1992）5種のリング台木における連作障害、信州大学農学部紀要、29：9-12。
- 水谷房雄・杉浦 明・苫名 孝（1977）モモのいや地に関する研究（第1報）、園学雑、46：9-17。
- 農林水産省（2010）平成20年度果樹生産出荷資料。pp.52. 農林水産省。
- 大江孝明・岩尾和哉・細平正人・菅井晴雄（2002）ウメ「南高」幼木の成長に及ぼす根含有成分の影響、和歌山農林水技セ研報4. 23-32。
- 佐藤公一・森 英男・松井 修・北島 博・千葉 勉（1991）果樹園芸大辞典。pp.157-158. 養賢堂。東京。

Generation and Cause of Soil Sickness Syndrome in Japanese Pear

Tomoaki TOYA, Sinzou KAWASE and Miyoko KITAGUCHI

Key words : Japanese pear, soil sickness syndrome, soil hardness, soil chemical, dazomet

Summary

We investigated the generation and a cause of soil sickness syndrome in Japanese pear, cultivar 'Kousui' .

1. In both 'Akizuki' and 'Kousui' , growth of trees in a nursery planted in virgin soil was better than that of trees planted on the site of the cultivar 'Kousui' .
2. Growth of trees of the nursery cultivar 'Kousui' planted on continuously cropped soil was 2.0 to 2.4kg/tree and did not differ among planting intervals. However, growth of the trees of the nursery cultivar 'Akizuki' planted on continuously cropped soil was 1.1 to 3.0kg/tree and was inferior close to the center. Soil hardness and soil chemicals in the nursery cultivar 'Akizuki' planted on continuously cropped soil did not differ among planting intervals.
3. Growth of trees of the nursery cultivar 'Kousui' planted on continuously cropped soil disinfested with dazomet was worse than that of trees planted on virgin soil.