

土壌の貫入抵抗がヤマトイモの「すじ症」及び「マツカワ症」の発生に及ぼす影響

岩佐博邦・鈴木健司

キーワード：ヤマトイモ、栽培系統、土壌貫入抵抗、すじ症、マツカワ症

I 結 言

ヤマトイモはヤマイモ (*Dioscorea polystachya* Turcz.) の一種であり、平型のイチョウイモ群に属し、冷蔵貯蔵による通年出荷が可能なため、価格が安定した栽培品目である。芋類や根菜類では、地下部に多くの障害の発生が確認されており (春山ら, 1984; 鬼木ら, 1986; 高野ら, 2005), ヤマトイモにおいても様々な根部障害が発生し、品質の低下が問題となっている。それらの多くは土壌病害虫が原因であることが解明されており、褐色根腐病やネコブセンチュウ害等の原因が明らかなものに対しては、土壌消毒や輪作体系の導入等の対策が取られている。しかし、原因不明のものもあり、それらに対する有効な対策が確立されていない。それらの中で代表的なものが「すじ症」及び「マツカワ症」である。

「すじ症」 (写真1) は、芋の表面にくびれ (横ひだ) が発生する障害で、商品性を著しく低下させる。また、「マツカワ症」 (写真2) は、芋の表面が松の樹皮のように黒くひび割れ、形状の乱れをともなうことが多い。両者の発生には、土壌の保水性や排水性等の物理性が関与するといわれている (千葉県, 2016)。また、同じヤマノイモの一種であるナガイモにおいては、小石や土塊等の物理的障害により芋の形状が乱れることが知られている (佐藤, 1974)。これらのことから、ヤマトイモにおけるこれらの障害の原因が土壌の物理性にあることが推定される。

武田 (1990) は、ヤマトイモの形状が良好となる土壌のち密度の適正值が14mm以下であることを明示している。この値は腐植質普通黒ボク土において、貫入抵抗値6.0kgf/cm²に相当する (千葉県・千葉県農林技術会議, 2005)。著者ら (岩佐・鈴木, 2018) は、ヤマトイモ産地の21圃場における実態調査から、深さ30cm及び40cmの貫入抵抗値の平均が、この適正值より高いことを明らかにした。

また、ヤマトイモの栽培系統は、首が短く、肉厚でイチョウ型が中心となる短太首系 (通称デブ系) と首がやや長く、ばち型から棒型が中心となる中長首系 (通称棒系) がある。以下、本報では、それぞれデブ系及び棒系と表記する。前報

(岩佐・鈴木, 2018) の実態調査を進める中で、デブ系は棒系と比べて芋が軟らかいと生産者から評価されていた。土壌の貫入抵抗値がヤマトイモの「すじ症」及び「マツカワ症」に及ぼす影響を明らかにする上で、芋の硬さも関与することが予想される。

そこで、本報では、武田 (1990) により示された適正值に着目してヤマトイモ栽培圃場を“硬い”地点と“軟らかい”地点に区分し、これらと栽培系統とを組み合わせ、 「すじ症」及び「マツカワ症」発生との関係を解析する。

本調査を実施するに当たり、千葉県内のヤマトイモ生産者及び香取農業事務所の皆様には多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。



写真1 「すじ症」の発生したヤマトイモ



写真2 「マツカワ症」の発生したヤマトイモ

II 材料及び方法

1. 調査の概要

調査は2015年、2016年及び2017年に実施した。調査対象は、千葉県におけるヤマトイモの主産地である印旛地域の成田市及び富里市、香取地域の香取市及び香取郡多古町、山武地域の山武郡芝山町のヤマトイモを栽培している29圃場とした。このうち、9圃場において2地点を調査したため、調査地点数は合計38地点である。土壌の種類は、すべての地点が下総台地に分布する黒ボク土であった。各地点において土壌の貫入抵抗値、ヤマトイモの「すじ症」及び「マツカワ症」の発生状況を調査するとともに、生産者から栽培系統とかん水設備の有無を聞き取った。

2. 土壌の貫入抵抗値の調査

芋の肥大が進む8月下旬から9月下旬に、貫入式土壌硬度計（小型円錐の頂角：30°，底面積：2cm²，バネ定数：10kgf/cm²，DIK-5521，大起理化工業（株）製）を用い、深さ10cm、20cm、30cm、40cm及び50cmにおける土壌の貫入抵抗値を測定した。測定は畦上の株と株の間で畦を崩し、通路の地表面を深さ0cmとし、1地点当たり3回行い、値はそれらの平均値とした。畦の高さはいずれの地点も10cm程度であった。

“硬い”地点と“軟らかい”地点の貫入抵抗値による区分は、深さ10～30cm（畦の地表面からほぼ深さ40cm）までの値が6.0kgf/cm²を超えた調査地点を“硬い”地点とし、それ以外を“軟らかい”地点とした。

3. ヤマトイモの「すじ症」及び「マツカワ症」の発生状況調査

各調査地点において11月～12月の収穫期に、土壌の貫入抵抗値を測定した畦から10株、それに隣接した左右の畦から10株ずつ、計30株を掘りあげて、着生していたすべての芋を調査した。調査項目は、着生していた芋の個数と「すじ症」及び「マツカワ症」が発生した個数であり、両障害が発生した芋の個数を調査した芋の個数で除して発生率を求めた。

4. 統計解析

貫入抵抗値による区分と各調査地点で栽培されているヤマトイモの栽培系統との関係について、ノンパラメトリック検定であるFisherの正確確率検定を実施した。また、ヤマトイモの栽培系統と貫入抵抗値による区分との組み合わせが「すじ症」及び「マツカワ症」の発生率に及ぼす影響については、有意水準をHolm法で調整したFisherの正確確率検定を用いて解析した。統計解析ソフトはR（R Core team, 2018）を使用し、危険率をいずれも5%とした。

III 結果及び考察

1. 土壌の貫入抵抗値及び栽培系統の作付状況

調査した38地点における土壌の貫入抵抗値は、深さ10cm、20cm、30cm、40cm及び50cmがそれぞれ1.4～7.8kgf/cm²、2.6～10.0kgf/cm²、3.9～11.7kgf/cm²、4.3～17.9kgf/cm²及び5.6～18.3kgf/cm²の範囲にあり、平均値はそれぞれ2.9kgf/cm²、5.4kgf/cm²、6.9kgf/cm²、9.5kgf/cm²及び10.7kgf/cm²であった。

渡辺（1992）は、下総台地の腐植質普通黒ボク土の圃場160地点で深さ別のち密度を調査し、それらの80%近くで最高値が16～20mmであり、その出現深度は概ね25～40cmであることを報告している。腐植質普通黒ボク土において、ち密度16mm及び20mmは貫入抵抗値でそれぞれ8.1kgf/cm²、14.3kgf/cm²に相当する（千葉県・千葉県農林技術会議，2005）。本報の調査地点における貫入抵抗の平均値は、深さ30cmが6.9kgf/cm²、深さ40cmが9.5kgf/cm²であることから、一般的な圃場と比較して低いと判断される。このことから、多くの調査地点で深さ40cm程度までの深耕が行われていることが推察される。

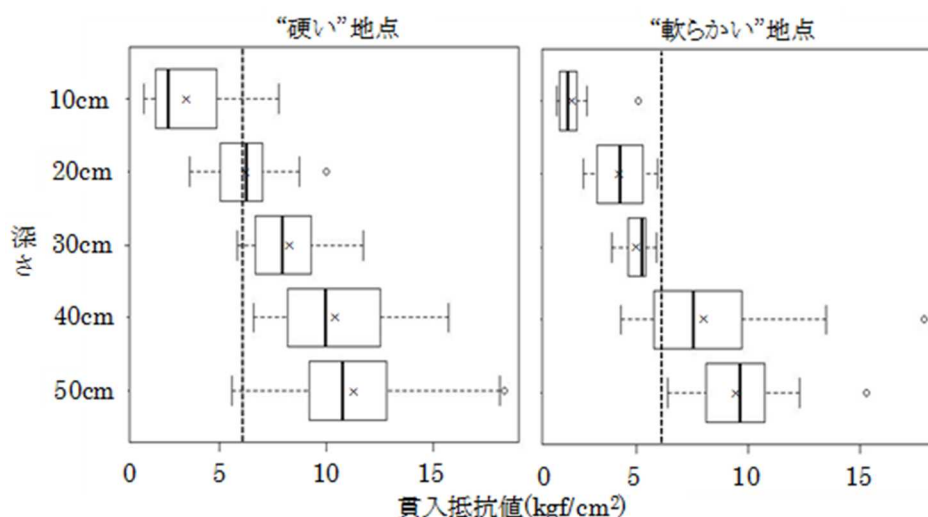
“硬い”地点及び“軟らかい”地点の数は、それぞれ22地点及び16地点であり、“硬い”地点が全調査地点の58%を占めた。“硬い”地点の深さ10cm、20cm、30cm、40cm及び50cmにおける貫入抵抗値の平均は、それぞれ3.4kgf/cm²、6.2kgf/cm²、8.2kgf/cm²、10.4kgf/cm²及び11.5kgf/cm²であった（第1図）。一方、“軟らかい”地点においては、それぞれ2.1kgf/cm²、4.3kgf/cm²、5.0kgf/cm²、8.2kgf/cm²及び9.6kgf/cm²であった。

栽培系統ごとの調査地点数は、デブ系が15地点であり、棒系が23地点であった（第1表）。さらに、デブ系は“硬い”13地点及び“軟らかい”2地点で栽培され、棒系は“硬い”9地点及び“軟らかい”14地点で栽培されていた。貫入抵抗値による区分と栽培系統との関係を解析すると、デブ系は“硬い”地点で、棒系は“軟らかい”地点で栽培される傾向があり、Fisherの正確確率検定により有意差が認められた（p=0.006）。

2. 栽培系統と貫入抵抗値による区分との組み合わせが

「すじ症」及び「マツカワ症」の発生に及ぼす影響

栽培系統と貫入抵抗値による区分との組み合わせが、「すじ症」及び「マツカワ症」の発生に及ぼす影響を解析した。その結果、「すじ症」の発生率は、デブ系では“硬い”地点が43.4%，“軟らかい”地点が12.4%であり、棒系では“硬い”地点が20.1%，“軟らかい”地点が19.9%であった（第1表）。一方、「マツカワ症」の発生率は、デブ系では“硬い”地点が21.5%，“軟らかい”地点が5.3%であり、棒系では“硬い”地点が8.5%，“軟らかい”地点が11.4%であった。このように、デブ系を“硬い”地点で栽培した場合に、「すじ症」及び「マツカワ症」の発生率



第1図 “硬い”地点及び“軟らかい”地点における深さ別の貫入抵抗値

- 注1) 箱ひげ図の左右のひげは外れ値を除いた最小値及び最大値，箱の左辺は第一四分位値，箱の中の縦棒は中央値，箱の右辺は第三四分位値，×は平均値，○は外れ値を示す。
 2) 縦の点線は本報でヤマトイモ生育の適正值の上限とした6.0kgf/cm²を示す。
 3) 調査地点数は“硬い”地点が22地点，“軟らかい”地点が16地点。

第1表 栽培系統と貫入抵抗値による区分別の「すじ症」及び「マツカワ症」の発生率

栽培系統	貫入抵抗値による区分	調査地点数	障害発生率(%) ¹⁾	
			すじ症	マツカワ症
デブ系	“硬い”	13	43.4 ± 5.1 b	21.5 ± 3.1 b
	“軟らかい”	2	12.4 ± 6.1 a	5.3 ± 5.3 a
棒系	“硬い”	9	20.1 ± 5.7 a	8.5 ± 2.4 a
	“軟らかい”	14	19.9 ± 4.6 a	11.4 ± 3.0 a

注1) 発生率(%) = 障害の発生した芋数 ÷ 調査した芋数 × 100

2) ±は標準誤差。

3) 同一列上の異なる文字は，有意水準をHolm法で調整したFisherの正確確率検定(両側)により，5%水準で有意差あり。

が有意に高かった。

デブ系が棒系と比べて貫入抵抗値の影響を受けやすい理由の一つに，芋が軟らかいことが関連していると推察される。ヤマトイモより芋が軟らかいナガイモにおいては，物理的障害により芋の形状が乱れることが知られている(佐藤，1974)。また，ナガイモでは，物理的障害を自己治癒するための表皮を黒色化する酵素が検出されている(塩島・鈴木，1975)。ヤマトイモにおいても，物理的障害に対する同様な反応により表皮が黒色化し，「マツカワ症」となっている可能性がある。

このように，貫入抵抗値が高いことが物理的障害となり，その結果として「すじ症」や「マツカワ症」が多発していると考えられる。また，デブ系は，棒系と比べて貫入抵抗値の影響を受け易いと推察される。したがって，デブ系を栽培して，「すじ症」及び「マツカワ症」が多発している圃場では，栽培系統を棒系に切り替えるか，深さ30cm(畦の地表面から深さ40cm)までの貫入抵抗値を深耕等によ

り6.0kgf/cm²以下にすることが対策として有効と考えられる。なお，深耕により下層まで粗孔隙が増え，保水性が低下すると干ばつの影響を受けやすくなる(武田，1990)。また，「すじ症」の発生原因として，土壌の乾燥で芋の生長が止まった後の降雨による急激な肥大(三浦，1974)や，土壌の高温や乾燥(塩ノ谷，1979)等が挙げられている。しかし，すべての調査地点でかん水設備が設置されており，これらにはかん水による対応が可能である。今回はかん水の時期や量に関するデータを収集していないため，かん水が「すじ症」や「マツカワ症」の発生に及ぼす影響を解明できない。今後は，栽培系統の変更や深耕によるこれらの障害の発生抑制効果を確認するとともに，土壌水分の推移やかん水が障害発生に及ぼす影響も明らかにする必要がある。

本報から，ヤマトイモ栽培圃場の貫入抵抗値は一般的な圃場より低い傾向にあるが，6割近い地点が芋の健全な生育に不適な状態であること，「すじ症」及び「マツカワ症」

の発生率は、デブ系を“硬い”地点で栽培した場合に高いことが判明した。今後、ヤマトイモの栽培及びその推進に当たっては、貫入抵抗値などの土壌の物理性と栽培系統の選択に、より一層留意する必要がある。

IV 摘 要

千葉県内のヤマトイモ栽培圃場を土壌の貫入抵抗値により“硬い”地点と“軟らかい”地点に区分し、栽培系統と組み合わせて根部障害である「すじ症」及び「マツカワ症」発生との関係を検証した。

1. 調査した38地点の貫入抵抗の平均値は、深さ10cm, 20cm, 30cm, 40cm及び50cmがそれぞれ2.9kgf/cm², 5.4kgf/cm², 6.9kgf/cm², 9.5kgf/cm²及び10.7kgf/cm²であった。これらの値は一般的な黒ボク土の圃場と比べて低く、多くの圃場で深さ40cm程度の深耕が行われていると判断された。
2. 深さ30cmまでに貫入抵抗値がヤマトイモの形状が良好となる適正值の6.0kgf/cm²を超えた地点を“硬い”地点、それ以外を“軟らかい”地点に区分した。その結果、“硬い”地点が22地点あり、全調査地点の58%を占めた。
3. 「すじ症」及び「マツカワ症」の発生率は、栽培系統のデブ系を“硬い”地点で栽培した場合に有意に高かった。

V 引用文献

千葉県 (2016) フィールドノート「やまといも根部障害を軽減する土づくり」．<<https://www.pref.chiba.lg.jp/ninai/network/field-h28/roya-2016-2.html>>．最終アクセス2018年6月15日．

千葉県 (2018) 千葉の園芸と農産．p.85.

千葉県・千葉県農林技術会議 (2005) 土壌．水質及び作物分析診断．pp.67-68.

春山実・村松洋一・佐藤三郎・高橋昌夫 (1984) 夏ダイコンの根部带状亀裂褐変症状の発生条件と防除法．群馬県園芸試験場報告．12:39-51.

岩佐博邦・鈴木健司 (2018) 千葉県のヤマトイモ産地における作付け体系ごとの土壌の貫入抵抗値及び化学性の特徴．千葉農林総研研報．10:103-109.

三浦友治郎 (1974) 各作型での基本技術と生理－いちょういも栽培．農業技術大系野菜編10．pp.97-114．農山漁村文化協会．東京．

鬼木正臣・鈴木孝仁・荒木隆男・園田亮一・千葉恒夫・竹田富一 (1986) ジャガイモ亀の甲症の原因解明．農業環境技術研究所報告．2:45-59.

R Core team (2018) R: A language and environment for statistical computing, ver. 3.5.0.

R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria.

佐藤一郎 (1974) 生育のステージと生理、生態－生育最盛期の生理、生態．農業技術大系野菜編10．pp.27-41．農山漁村文化協会．東京．

塩島光州・鈴木達彦 (1975) 連作障害“長いも根表層の微生物フロラ”について．東北農業研究．17:144-145.

塩ノ谷英雄 (1979) ヤマトイモ栽培の実際．農業および園芸．54:669-675.

武田英之 (1990) 北総台地畑農業における土壌物理性と畑地かんがい．土壌の物理性．60:34-37.

高野幸成・福田寛・猪野誠 (2005) コカブ横縞症の発生要因．千葉農総研研報．4:145-150.

渡辺春朗 (1992) 表層腐植質黒ボク土畑地帯における土層改良に関する研究．千葉農試特報．21:1-98.

Soil penetration resistance affects the incidence of “horizontal crease syndrome” and “pine bark syndrome” in Chinese yam (*Dioscorea polystachya* Turcz.) tubers

Hirokuni IWASA and Kenji SUZUKI

Key words: Chinese yam, cultivated lineage, soil penetration resistance, “horizontal crease syndrome”, “pine bark syndrome”

Summary

We investigated the relationship between soil penetration resistance and incidence of “horizontal crease syndrome” and “pine bark syndrome” in Chinese yam (*Dioscorea polystachya* Turcz.) tubers at 38 locations in Chiba Prefecture. The findings obtained are as follows.

1. Average penetration resistance value at depths of 10, 20, 30, 40 and 50 cm was 2.9, 5.4, 6.9, 9.5, and 10.7 kgf/cm² respectively. These values were lower than those typically seen in upland andosol fields. It was concluded that the soil had been plowed 40 cm deep in many of the locations investigated.
2. Locations where penetration resistance exceeded 6.0 kgf/cm² (the value that favors well-shaped Chinese yam tubers) up to a depth of 30 cm were classified as “hard” locations, and the rest were classified as “soft” locations. Of the locations investigated, 58% were “hard.”
3. The incidence of “horizontal crease syndrome” and “pine bark syndrome” in Chinese yam tubers was significantly higher when cultivating “Debu” cultivars (which have a thick tuber, shaped like a ginkgo leaf) in “hard” locations.