

岡山県におけるモモの花芽障害の原因とその対策

山本 章吾・高野 和夫・千田 美幸*

Causes of Flower-bud Abscission of Peach Trees in Okayama Prefecture, and It's Control

Shogo Yamamoto, Kazuo Takano and Miyuki Senda

緒 言

岡山県下のモモ園では、1999年頃から花芽の枯死・落下や開花の遅れ、開花後の落花等の障害が発生し、発生園では収量の低下や樹勢の乱れによる果実品質の低下が問題となっている。この障害は、'浅間白桃'などの花粉を持たない品種で認められること、発生樹においても主枝ごとに発生程度が異なることなど、山梨県で報告された落蕾症(古屋ら、1988)と同様の特徴を有するが、岡山県における特徴として、5月下旬から6月上旬頃に葉脈間の黄化というマンガン欠乏とみられる症状が一時的に現れる。落蕾症については、ホウ素含有肥料の過用によるホウ素過剰により発生し、土壌のアルカリ化によるマンガン欠乏条件下で症状が助長されること、マンガンの葉面散布が有効な対策となる(古屋・齊藤、2000)ことが明らかにされている。しかし、土壌pHがモモの適正域より高い状態を放置したままではマンガンの葉面散布を毎年行う必要があり、農家の負担がその分増えるし、マンガン以外の微量元素の不足も依然として懸念される。その点、土壌pHを適正域まで矯正して土壌中のマンガン供給量を増加することにより、葉面散布と同様の効果が継続して得られ、以後の対策も不要となること、またマンガン以外の微量元素の可溶性も期待できることが考えられた。そこで、本県における発症原因を明らかにするとともに、土壌pHの矯正による改善効果を検討した。

本試験に当たり、現地圃場における調査に御協力いた

だいた岡山県農業総合センター農業試験場果樹研究室、総合調整部技術普及課並びに岡山、東備、井笠、新見の各農業改良普及センターの関係者に厚く御礼申し上げます。

方 法

1. 発生原因の解明

岡山県下4地域(岡山、東備、井笠、新見)の'浅間白桃'栽培園(合計18園)の発生樹及び未発生樹について、3月下旬から4月上旬に開花前の花芽(1樹当たり約30~200個)、6月に中果枝の中位葉(1樹当たり約10枚)及び土壌を採取した。土壌採取は、樹冠下4か所の深さ0~40cmの土壌を採取して混合し、風乾・篩別(2mm)してpH、交換性マンガン及び熱水可溶性ホウ素含有量を測定した。花芽及び葉は、それぞれ2%酢酸液で洗浄して脱塩水ですすぎ、乾燥・粉碎して湿式分解(過酸化水素・硫酸分解法)し、マンガン及びホウ素含有率を測定した。

なお、本試験及び以下の試験における土壌及び植物体の分析は土壌、肥料及び植物体分析法(日本土壌協会、2001)により、土壌pHはガラス電極法、土壌の交換性マンガン及び植物体中マンガンは原子吸光法、土壌の熱水可溶性ホウ素及び植物体中のホウ素はICP発光分光法で行った。また、調査園におけるホウ素含有資材の施用の有無について、栽培農家に聞き取り調査を行った。

*東備農業改良普及センター

2005年7月2日受理

2. カキ殻粉末資材の施用試験

ほとんどの障害発生園で使用されていたカキ殻粉末資材による土壌化学性への影響を明らかにするために、2001年に農試内の裸地畑（中粗粒黄色土、pH5.5）において施用試験を行った。調査方法は、1 m²当たり0、200、400、800gのカキ殻粉末資材を散布して表土を中耕し、約6か月後に採土（深さ0～10cm）して風乾後に篩別（2mm）し、pH、交換性マンガン、熱水可溶性ホウ素を測定した。

3. 改善試験

試験は井笠地域の開花障害が発生している浅間白桃栽培園（5園、中粗粒黄色土）において、2000年に行った。pH矯正には硫酸第一鉄を主成分とし、硫酸及びマンガン（全て水溶性マンガン、約10g/kg）を含むpH2.7（資材：水＝重量比1：10）の白色顆粒状の酸性化資材（商品名：フェロサンド）を供試した。酸性化資材の施用時期は果実への影響がなく、土壌化学性の改善とマンガンの吸収に必要な期間を考慮して果実収穫後の2000年8月に行った。土壌pHの矯正に必要な酸性化資材施用量は、試験園地ごとに土壌の中和緩衝能曲線を作成して決定した。本試験では、各樹体の樹冠面積1 m²当たり酸性化資材200g（成木では1樹当たり約10kg）を散布し、地表を軽く中耕した。花芽障害程度については、翌年3月下旬に葉芽数、4月上旬に正常に開花した花芽数を調査し、花芽／葉芽比を求めた。さらに、酸性化資材施用から10か月後の2001年6月に樹冠下（4か所）の深さ40cmまでの土壌を採取してpH、熱水可溶性ホウ素及び交換性マンガン含有量、陽イオン交換容量、1N酢安可溶性塩基類（カルシウム、マグネシウム、カリウム）を測定した。また、中果枝の中位葉を1樹当たり10枚程度採取してホウ素及びマンガン含有率を測定した。

結 果

1. 花芽障害の発生原因

土壌pHと交換性マンガン及び熱水可溶性ホウ素含有量の関係を図1に示した。交換性マンガンはpHが高くなると減少する傾向を示し、花芽障害発生樹の土壌の多くは、pH6.5を超える中性からアルカリ性域にあり、交換性マンガン含有量が10mg/kg以下と少なかった。熱水可溶性ホウ素は、pH5～6の範囲の園では0.3～0.5mg/kg程度と少なかった。しかし、pH6.5を上回る園の熱水可溶性ホウ素は、0.2～2.1mg/kgと少ない園から多い園まで存在し、0.5mg/kg以上の園で障害が多く発生していた。また、図2に示すように、花芽障害は、花芽中

のホウ素含有率が60mg/kgを超える園で認められ、ホウ素含有率が100mg/kg程度でマンガン含有率が30mg/kg以下の5園は全て障害発生園であった。葉中成分は花芽ほど明確な傾向は認められないが、マンガン含有率が60mg/kgより低い園で障害の発生が認められた。

ホウ素含有資材の施用の有無を聞き取り調査したところ、障害が発生した18園のうち、17園で石灰質資材としてカキ殻粉末資材が施用され、他の1園も過去の養鶏場として使用された際に多量の飼料用貝殻が土壌に混入していた。また、BMようりん及びホウ素含有肥料を施用した園は認められなかった。

2. カキ殻粉末資材の土壌化学性への影響

カキ殻粉末資材の施用による土壌化学性の変化を図3に示した。土壌化学性はカキ殻粉末資材の施用量に応じて変化し、200、400、800g/m²の施用によって土壌pHは無施用の5.2からそれぞれ6.1、7.1、7.6に上昇し、反対に交換性マンガンは12mg/kgから9.6、4.2、3.1mg/kgに減少した。また、熱水可溶性ホウ素含有量は、0.16mg/kgから0.24、0.64、1.24mg/kgに増加した。

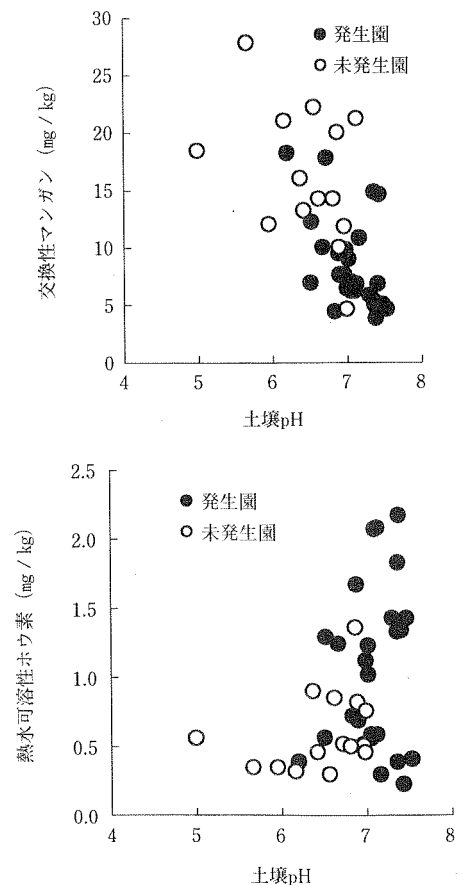


図1 花芽障害の発生と土壌pH、交換性マンガン及び熱水可溶性ホウ素含有量の関係

3. 改善試験

試験圃場の化学性（表1）は、D園を除くと交換性カルシウム含有量が338~819mg/100g、塩基飽和度が157~255%でpH7.3~7.4のアルカリ性土壌で、交換性マンガン含有量が5~15mg/kg、熱水可溶性ホウ素含有量が0.7~1.8mg/kg含まれていた。

表2に示すように、酸性化資材を施用すると、施用10か月後の土壌pHは、0.3~0.8低下して6.2~7.0の弱酸性域ないし中性域になった。pHが低下すると、交換性マンガンは土壌100g当たり2~10mg増加し、6月の葉中マンガン量も葉1kg当たり20~45mg増加してモモ葉の欠乏下限域である50mg/kgをほぼ超えるレベルまで上昇した。また、酸性化資材の施用にともない、B園を除く4園では、開花期の花芽/葉芽比が着果量に支障のない水準（開花期に1.5~2以上）に改善された。

考 察

モモの花芽障害は、モモ園隣接の家具製造工場で溶接時に使用されたホウ素の影響により、土壌中の熱水可溶性ホウ素含有量が0.65mg/kg以上に増加して不完全花が発生した愛知県の事例（沖野・豊田、1986）と、ホウ素含有肥料の使用による熱水可溶性ホウ素の増加（0.5~1.0mg/kg）で花芽障害が発生し、マンガン欠乏（葉中マンガン50mg/kg以下）によって症状が激化した山梨県の事例（古屋ら、1988）がある。本県の花芽障害園について、土壌、花芽及び葉のホウ素及びマンガン含有量を調査した結果、ホウ素の過剰とマンガンの不足という愛知・山梨両県と同様の傾向が認められ、両県と同じ花芽障害であると推察された。

一般的に、熱水可溶性ホウ素は、酸性域では多くアルカリ性域では少ない傾向を示す（田中、1973）。しかし、本県の花芽障害園は、ほぼ全ての土壌pHが中性からアルカリ性域にあったにもかかわらず、0.6mg/kgを超える熱水可溶性ホウ素を含有するという特徴を持っていた。花芽障害園について、過去に使用した資材を調査したところ、ほぼ全ての園で石灰質資材として40~100g/m²以上のカキ殻粉末資材を毎年使用し、10年以上連用している園もみられた。カキ殻は250mg/kg程度のホウ素を含むことから、カキ殻を土壌に施用すると、図3に示すように熱水可溶性ホウ素が増加する。さらに、貝殻粉末資材は粒度によりpH矯正効果が大きく異なり、細粒状のものは炭酸カルシウムと同程度の矯正効果があるが、粗粒状のものは施用当初は矯正効果が小さく、貝殻の風化が進むとともに矯正効果が現れる（橋本、1987）。

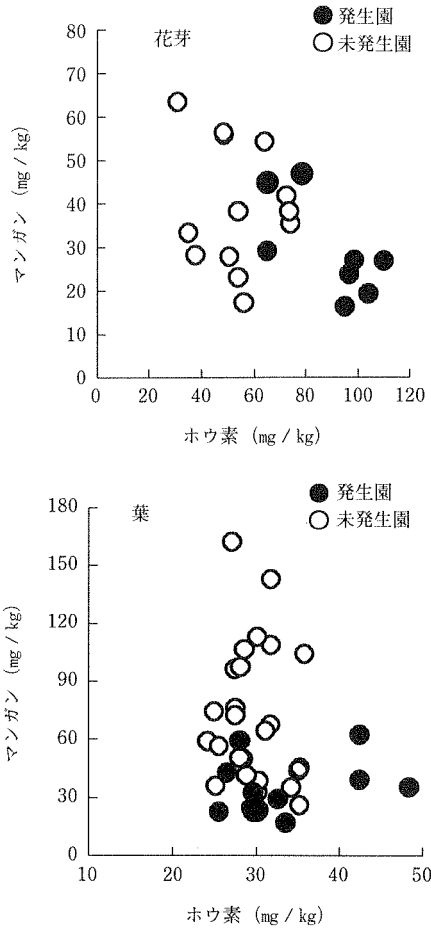


図2 花芽障害の発生と蕾及び葉中のホウ素、マンガン含有率の関係^{a)}

^{a)} 蕾は4月上旬、葉は6月上旬に採取

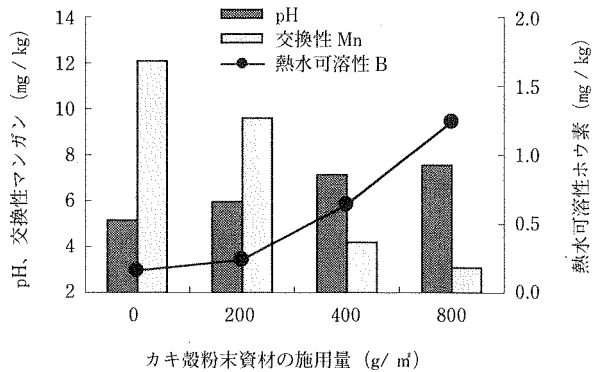


図3 カキ殻粉末資材の施用が土壌pH、交換性マンガン及び熱水可溶性ホウ素含有量に与える影響（中粗粒黄色土）

そのため、貝殻粉末資材を過剰に施用すると、貝殻由来の熱水可溶性ホウ素が増加すると同時に、土壌 pH が貝殻の風化とともに中性からアルカリ性域に上昇し、可給態のマンガンが減少すると推察される。このように、カキ殻粉末資材を過用すると、ホウ素過剰とマンガン欠乏というモモにとって花芽障害が発生しやすい土壌環境になると考えられる。同様の現象として、カキ殻粉末資材を多量施用したポット栽培のトウモロコシでは、トウモロコシ中のホウ素含有率は上昇し、マンガン含有率は逆に低下した事例（橋本、1987）がある。植物の生育にとって、土壌中のホウ素の適正範囲は狭く、しかも植物種により異なる。特に、果樹はホウ素に対する耐性が低く、とりわけモモはホウ素過剰の耐性が低いとされ（福元、1992、；駒村、1990）、樹体内に吸収されたホウ素は花及び花芽に集積しやすい（沖野・豊田、1986）ことから、花芽に過剰障害が発生したものと推察される。このような性質を持つカキ殻粉末資材は、モモに比べて適正 pH 域が高く、ホウ素の要求量が多いブドウやミカンのような作物で、利用するのが効果的と考えられる。

図4に示すように、土壌 pH が6.5以下になると葉中マンガン含有率は50mg/kgを超え、ホウ素過剰による花芽

障害の発生も認められなくなったことから、モモ園の土壌管理においては適正 pH 域（pH5.5～6）を守ることが重要である（岡山県、2002）。対策として、pH が適正域を超えた園は石灰質資材の施用を中止し、さらに花芽障害が発生した園では酸性化資材の施用やマンガンの葉面散布による対策をとればよい。本試験では酸性化資材

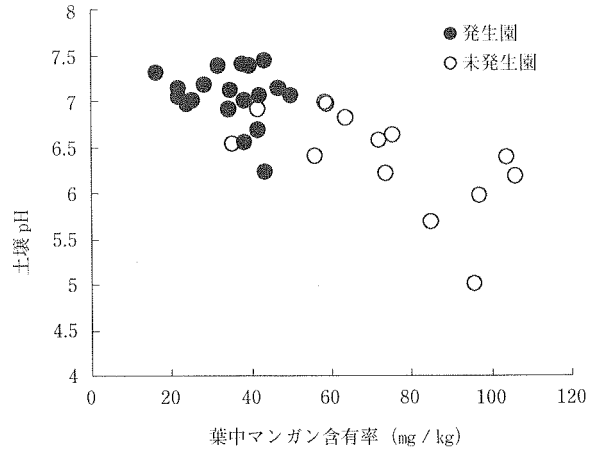


図4 花芽障害の発生と土壌 pH 及び葉中マンガン含有率の関係

表1 改善試験圃場の土壌化学性分析結果（2001年6月採土）

現地 モモ園	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	CEC ^{a)} (meq./100g)	1N酢安可溶性塩基類(mg/100g)			塩基飽和度 (%)	交換性 マンガン (mg/kg)	熱水可溶性 ホウ素 (mg/kg)
				CaO	MgO	K ₂ O			
A	7.3	0.17	16.7	686.4	33.3	70.6	165	6.4	1.11
B	7.4	0.13	8.0	337.7	12.5	44.4	170	4.6	0.84
C	7.4	0.11	9.5	362.3	12.4	65.0	157	14.8	0.69
D	6.7	0.10	12.6	254.9	11.6	54.9	86	21.0	0.66
E	7.4	0.13	12.5	819.3	38.2	37.4	255	5.2	1.82

^{a)} 陽イオン交換容量

表2 酸性化資材の施用^{a)}による花芽／葉芽率の改善効果

現地 モモ園	酸性化資材 g/m ²	施用10か月後の土壌化学性			花芽／ 葉芽比 ^{b)}	6月の 葉中マンガン mg/kg
		pH H ₂ O	交換性マンガン mg/kg	熱水可溶性ホウ素 mg/kg		
A	200	6.8	10.0	0.81	2.6	47.0
	0	7.3	6.4	1.11	0.2	25.5
B	200	6.8	14.2	0.69	0.9	64.0
	0	7.4	4.6	0.84	0.6	43.5
C	200	6.4	22.2	0.68	1.9	72.0
	0	7.4	14.8	0.69	1.1	49.5
D	200	6.2	18.2	0.61	1.5	74.0
	0	6.7	21.0	0.66	1.0	28.5
E	200	7.0	7.0	1.22	3.0	67.0
	0	7.4	5.2	1.82	1.6	22.0

^{a)} 酸性化資材の施用は、8月に各樹冠面積に相当する量を樹冠下の地表面に散布した。

^{b)} 中果枝（20本）について、葉芽数は開花直前の3月下旬、正常に開花した花芽数は4月上旬に調査した。

(200g/m³) の1回処理で pH7.4程度の土壌を6.2~7.0まで低下させ、樹体のマンガン吸収を促進させて花芽障害を軽減することが可能であった。供試した酸性化資材は約10g/kgの水溶性マンガンを含むことから、樹体のマンガン吸収量を増加させた要因として、土壌 pH の低下により可給化したマンガんに、資材中の水溶性マンガンが付加された可能性が考えられる。

本試験で用いた酸性化資材を使用するに当たって注意する点は、硫酸第一鉄を主体とすることから一度に多量の資材を施用すると、EC の大幅な上昇や可給態リン酸の減少などを招く(山本、未発表)ことである。施用量が300g/m³を超える場合には、複数回に分けて施用し、EC や可給態リン酸の変化に注意する必要がある。この点、同様の pH 矯正効果を持つイオウ華は、土壌中の過剰なカルシウムと反応して溶解度の低い硫酸カルシウムとなり土壌溶液中に沈殿するため、多量施用しても EC を大幅に高めることがなく(山田ら、1989)、作物生育への影響も少ないとされる。そこで、多量の酸性化資材が必要な土壌においては、イオウ華の施用が有効と思われる。実際に、塩基飽和度が200%を肥える土壌は、酸性化資材を施用しても pH 矯正幅が小さく、花芽障害の軽減効果が十分に得られない場合がある。そのような場合は、土壌 pH の矯正と硫酸マンガンの葉面散布による対策を併用する必要があると考える。

摘 要

岡山県内の浅間白桃栽培園で発生した花芽の枯死及び花芽障害について、原因究明を行い、土壌反応の矯正による対策を明らかにした。

1. 岡山県で発生した花芽障害は、愛知県及び山梨県で発生した障害と同じほう素過剰症と考えられる。岡山県における直接の原因は両県と異なり、カキ殻粉末資材の過用による土壌中のほう素過剰と土壌 pH の上昇に伴うマンガン欠乏が主因と推察される。花芽障害は、モモの適正 pH 域 (pH5.5~6.0) の園では認められず、適正 pH 域を保つことが花芽障害の回避に有効であると考えられる。

2. カキ殻粉末資材を土壌(中粗粒黄色土)に施用すると、資材の施用量に応じて熱水可溶性ほう素が増加するとともに土壌 pH が上昇し、交換性マンガンが減少する現象が認められた。

3. 花芽障害の対策として、果実収穫後の8月に硫酸第一鉄を主成分とする酸性化資材を地表面散布して土壌 pH を6.2~7.0に低下させると、モモ樹のマンガン吸収を促進させ、花芽障害を軽減させることができた。このとき、酸性化資材の施用量は pH 緩衝能曲線を作成して決定し、施用量が300g/m³を超える場合には数回に分けて施用する必要がある。

引用文献

- 福元将志(1992) 落葉果樹におけるほう素の生理的役割. 土肥誌, 63: 613-619.
- 古屋 栄・齊藤典義(2000) モモ「浅間白桃」系統間の有無による落蕾症発症の違い. 平成12年度関東東海農業研究成果情報, 400-401.
- 古屋 栄・窪田友幸・窪川 茂(1988) モモの落蕾症発生とほう素過剰及びマンガン欠乏との関係. 山梨果試研報, 7: 55-61.
- 橋本 武(1987) 貝がら粉末肥料. 農業技術体系・土壌施肥編7-②. 農山漁村文化協会, 東京, 137-141.
- 駒村研三(1990) 農業資材多投に伴う作物栄養学的諸問題2. 果樹等における要素過剰の実態. 土肥誌, 61: 202-208.
- 日本土壌協会(2001) 土壌、水質及び植物体分析法. (財)日本土壌協会, 東京
- 岡山県(2002) 果樹栽培指針. 26p.
- 沖野英男・豊田一郎(1986) ほう素過剰によるモモの開花障害. 愛知総農試研報, 18: 244-246.
- 田中啓文(1973) 土壌-作物茎におけるほう素の行動(第2報) 植物による土壌からのほう素の吸収. 土肥誌, 44: 59-62.
- 山田正幸・海老原武久・渋谷喜久(1989) 資材施用による土壌 pH 低下対策. 群馬農業研究, 6: 15-18.