

モモ ‘白鳳’ における収穫前追肥と草生栽培が 生育・品質に及ぼす影響

林 恭弘・和中 学¹・堀田宗幹¹・久田紀夫²・橋本真穂・島津 康・森下年起³

和歌山県農業試験場

Effect of Additional Fertilizer Treatment before Harvest and Grass-Cultivation on Growth and Fruits Quality in Japanese Peach ‘Hakuhou’

Yasuhiro Hayashi, Manabu Wanaka¹, Muneki Hotta¹, Norio Hisada², Maho Hashimoto,
Kou Shimazu and Toshiki Morishita³

Agricultural Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

和歌山県産モモの生産額は44億円（栽培面積781ha，生産量12,100t）で全国第3位の位置にある（近畿農政局和歌山農政事務所，2009～2010）。品種構成を出荷割合で見ると，‘日川白鳳’が約20%，‘白鳳’が約40%，‘清水白桃’が約10%，‘川中島白桃’が約10%であり，温暖な気候を活かした早生，中生中心の産地を形成している。

近年，本県モモ産地である紀の川市の紀の里農業協同組合の選果場では非破壊選果機の導入が進み，糖度を保証した出荷が行われるようになったことに伴い，園地間で果実の糖度差が大きいことや，糖度の低い園地の存在が明らかとなった。このため，これらの園地において高糖度果実生産を可能とする技術の開発が求められている。低糖度の要因として，これまで大果生産と収量性を重視してきたため，収穫前に追肥を施用する施肥体系をとっており，樹勢の強い園地の多いことがあげられる。モモの施肥に関しては，多肥栽培により樹体生育量，葉の全窒素含有率や収量が高まること（寿松木ら，1960），葉の全窒素含有率と果実糖度に負の相関のあること（高野ら，2007）が報告されており，現在の施肥体系が糖度低下を招いている可能性が指摘できる。

一方，草生栽培はモモ樹との養水分競合が期待でき，全果実に占める高糖度果実の割合が増加する（矢野ら，2004）と報告されていることから，高糖度果実生産技術の一つとして有望視されている。

そこで本県の主力品種であるモモ‘白鳳’の高糖度化を図るため，収穫前追肥の有無と草生栽培がモモの樹体生育と果実品質に及ぼす影響を検討した。

¹：果樹試験場かき・もも研究所

²現在：食品・生活衛生課

³：果樹試験場

材料および方法

1) 試験 1 ^{15}N の各器官への移行

7年生‘白鳳’ポット苗（オハツモモ台）3樹を供試した。溶脱が生じないようにポット下部に受け皿を設置し、2010年6月11日に ^{15}N 10atom%硫酸アンモニウムをポット当たり0.5g施用し、7月9日に解体を行った。地上部を果肉、核、葉身、新梢の枝、2年生枝、3年生以上枝、太根（1cm以上）、中根（2mm～1cm）、細根（2mm以下）に分け、各器官の ^{15}N 、全窒素を分析した。分析には、近畿中国四国農業研究センターの安定同位体比質量分析計（サーモエレクトロン（株）Finnigan DELTA plus ADVANTAGE）を用いた。

2) 試験 2 追肥の有無と草生栽培が樹体生育・果実品質に及ぼす影響

紀ノ川南岸の初作、水田転換畑のモモほ場において、13年生のやや樹勢の強いモモ‘白鳳’を供試した。試験ほ場は、褐色低地土に属し、第1層が18cm、第2層が12cmと有効土層が少なく、下層土に砂礫層のある透水性の高い土壌である（第1表）。1区当たりの供試樹は3本、栽培面積は180㎡とした。試験期間は2008年6月～2012年8月とし、第2表のとおり試験区を設定した。すなわち、草生区、草生+無追肥区は地表面管理を雑草草生とし、概ね1カ月に1回乗用モアで刈高10mm以下に除草した。慣行区では発芽期から収穫後まで4回、非選択性の茎葉処理除草剤を処理した。施肥は草生+無追肥区のみ収穫前の追肥を無施用とし、その他の区では追肥を施用した。

施肥資材は有機配合肥料（ $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=6:5:4$ ）を使用し、2009年6月2日の追肥のみ ^{15}N 5atom%硫酸アンモニウムを使用した。各年度とも追肥は5月下旬～6月中旬、礼肥は9月上旬、基肥は11月中旬に行った。なお、樹勢低下のため2012年3月には全ての区に前述の有機配合肥料を窒素成分で2.4kg/10a施用した。また、6月下旬の草刈り後に全区で地表面の約80%を有穴のアルミ蒸着反射フィルムマルチで7月中下旬まで被覆した。

樹体生育は、2008年～2012年の5年間、満開約70日後に、葉面積（結果枝先端より発生した平均的な新梢の中位葉の1樹15葉）、平均新梢長および新梢停止率（6月下旬に新梢の発生が樹体の平均的な様相を呈する側枝、垂主枝の先端部位より50新梢について1樹につき3枝（150本）調査）の調査をした。また、2009年～2012年の4年間、同時期に徒長枝発生本数（主枝先端より3m以内に発生している60cm以上の新梢数）の調査をした。

果実品質は、2008年～2012年の5年間、7月中旬の収穫期に1樹あたり15果以上を収穫して重量（平均的な大きさの果実を採取）、着色程度（1～5段階・1は着色不良・5は着色良好・JA紀の里モモ選果基準H12.6改定を参考）、糖度（Brix、アタゴ製糖度計APAL-1で分析）を調査した。また、2008年～2011年の4年間、果実の窒素含有率（果実を東

第1表 試験ほ場の土壌物理性

| 層位 | 層の厚さ cm | 礫含有率 % | 固相 % | 液相 % | 気相 % | 仮比重 g/ml | 透水係数 $\times 10^{-3}$ cm/sec | 易有効水分 % | 有効水分 % |
|----|------------|-----------|---------|---------|---------|-------------|------------------------------------|------------|-----------|
| 1 | 18 | 3 | 41.5 | 42.7 | 15.8 | 1.09 | 28.2 | 10.0 | 28.9 |
| 2 | 12 | 5 | 53.3 | 37.8 | 8.9 | 1.39 | 96.3 | 8.0 | 24.7 |
| 3 | 砂礫層 | | | | | | | | |

第2表 試験区の構成、地表面管理と施肥量(Nkg/10a)

| 処理区 | 地表面管理 | 10a当たり窒素施用量(kg) | | | |
|--------|-------|-----------------|-----|-----|-------|
| | | 基肥 | 追肥 | 礼肥 | 合計施肥量 |
| 草生 | 雑草草生 | 8.4 | 2.4 | 3.6 | 14.4 |
| 草生+無追肥 | 雑草草生 | 8.4 | — | 3.6 | 12.0 |
| 慣行 | 裸地 | 8.4 | 2.4 | 3.6 | 14.4 |

京理化 FUD-2100 で凍結乾燥後に、ヤナコ製 MT-700 又はジェイサイエンス製 JM1000 CN コーダーで分析)を調査した。

雑草の窒素吸収については、雑草刈り取り前の 2009 年 4 月 2 日、4 月 28 日、6 月 1 日、6 月 26 日、8 月 26 日に 1 区あたり 4 カ所の 0.25 m² の雑草を採取して、水分含有率を測定、その後 4 月 2 日、4 月 28 日、6 月 1 日、8 月 26 日の試料は農業試験場で全窒素を分析し、6 月 26 日の試料は 1)と同様に ¹⁵N、全窒素を分析した。

施肥窒素の樹体への移行は、2009 年 6 月 2 日に ¹⁵N 5atom%硫酸アンモニウムを施用し、その 13 日後、28 日後、42 日後に長さ 20cm~30cm の新梢を 1 樹あたり 3 本と果実を 1 樹あたり 3 果を採取し、果実は果肉部分を、新梢は枝と葉身にわけて 1)と同様に ¹⁵N、全窒素を分析した。

結 果

試験 1 ¹⁵N の各器官への移行

7 年生ポット栽培の‘白鳳’の器官別乾物重は、太根が 405.3g と最も大きく、次いで 3 年生以上枝、細根であった。全窒素は葉身が 3.834%と最も高く、次いで中根の 0.964%であった。¹⁵N atom%excess (¹⁵N atom%excess = ¹⁵N Atom% - ¹⁵N 自然存在比)は、果肉が 0.192 atom%excess と最も高く、根は 0.07 atom%excess 程度と低かった(第 3 表)。なお、施用量に対するモモの ¹⁵N 利用率は 26.8%であった。

第 3 表 ¹⁵N を処理したモモの器官別乾物重、全窒素、¹⁵Natom%excess

| 器官 | 乾物重 (g) | T-N ^z (%) | ¹⁵ N atom% excess ^y |
|--------|---------|----------------------|---|
| 果肉 | 157.8 | 0.645 | 0.192 |
| 核 | 72.8 | 0.543 | 0.178 |
| 葉身 | 112.6 | 3.834 | 0.119 |
| 新梢の枝 | 25.2 | 0.824 | 0.175 |
| 2年生枝 | 15.6 | 0.760 | 0.096 |
| 3年生以上枝 | 302.4 | 0.424 | 0.088 |
| 太根 | 405.3 | 0.629 | 0.074 |
| 中根 | 140.5 | 0.964 | 0.068 |
| 細根 | 252.5 | 0.762 | 0.070 |

注)z:全窒素, y: ¹⁵Natom% - ¹⁵N 自然存在比。

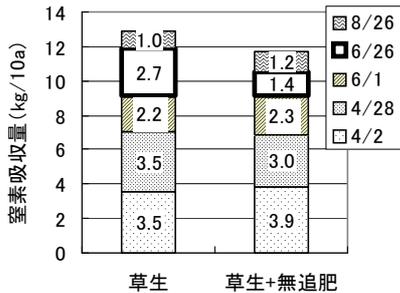
試験 2 追肥の有無と草生栽培が樹体生育・果実品質に及ぼす影響

生育について、草生+無追肥区の葉面積は慣行区より処理 2 年目、3 年目、5 年目に、草生区の葉面積は慣行区より処理 2 年目に小さくなった。草生+無追肥区の新梢長は慣行区より処理 2 年目、3 年目に、草生区は慣行区より処理 2 年目に短くなった。草生+無追肥区の新梢停止率は慣行区より処理 4 年目に高くなった。草生+無追肥区の徒長枝数は慣行区より処理 3 年目、5 年目に、草生区は慣行区より処理 5 年目に少なくなった(第 4 表)。

草生区と草生+無追肥区の 2009 年 6 月 2 日~6 月 26 日における雑草の窒素吸収量は、草生区で 2.7kg/10a、草生+無追肥区で 1.4kg/10a となり、追肥施用後に差が認められた。しかし、その他の時期は概ね同程度の窒素吸収量であった(第 1 図)。また、雑草中の ¹⁵N 由来の窒素吸収量は 0.21kg/10a で、追肥窒素の 8.9%が雑草に吸収されていた。

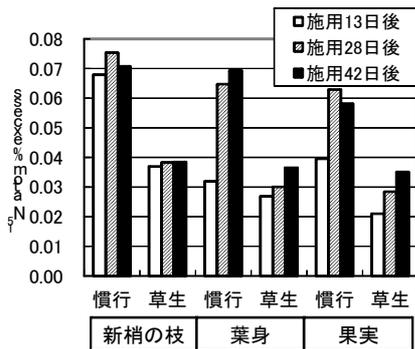
2009 年 6 月 2 日に追肥として施用した ¹⁵N は、調査期間を通じて新梢の枝、葉身、果実から検出された。新梢の枝の ¹⁵N atom% excess は、施用 13 日後から 42 日後まで他器官より高いが、変動は少なかった。葉身と果実の ¹⁵N atom% excess は、施用後の日数の経過とともに高まる傾向であった。慣行区の ¹⁵N atom% excess は新梢の枝、葉身、果実とも草生区より大きかった(第 2 図)。

果実品質の内、果実重では処理4年目に草生+無追肥区で慣行区に比べて大きく、その他の年では大きな差はなかった。果実着色程度は草生、草生+無追肥区が慣行区より優れる傾向にあった(第5表)。果実糖度は処理2年目から草生+無追肥区で他に比べて高い傾向にあり3年目、5年目には有意な差が認められた。草生+無追肥区の果実窒素含有率は処理1年目、2年目、3年目には慣行区との間に、処理2年目、3年目には草生区との間に有意差が認められた(第6表)。



第1図 追肥の有無が雑草の窒素吸収量に及ぼす影響

注)追肥:2009年6月2日施用, 図中の数値は時期別窒素吸収量を示す。



第2図 地表面管理が器官別¹⁵N atom% excess^zに及ぼす影響

注)20~30cm 新梢を枝と葉身に解体し分析, z:¹⁵Natom%-¹⁵N 自然存在比。

第4表 地表面管理と無追肥が生育に及ぼす影響

| 年次 | 処理区 | 葉面積 cm ² | 新梢長 cm | 新梢停止率 % | 徒長枝数本/枝 |
|-------|--------|---------------------|--------|---------|---------|
| 2008年 | 草生 | 45.4 | 15.7 | 70.7 | — |
| | 草生+無追肥 | 45.9 | 15.4 | 75.8 | — |
| | 慣行 | 44.8 | 16.6 | 66.7 | — |
| 2009年 | 草生 | 43.4a | 13.7a | 84.9 | 3.8 |
| | 草生+無追肥 | 44.0a | 12.4a | 86.2 | 3.4 |
| | 慣行 | 47.6b | 16.4b | 81.6 | 8.4 |
| 2010年 | 草生 | 43.9b | 12.1ab | 75.8 | 8.7b |
| | 草生+無追肥 | 40.9a | 10.9a | 78.9 | 5.4a |
| | 慣行 | 45.5b | 15.6b | 73.8 | 8.6b |
| 2011年 | 草生 | 39.1 | 7.7 | 83.1ab | 1.7 |
| | 草生+無追肥 | 40.9 | 8.5 | 85.3a | 0.8 |
| | 慣行 | 40.9 | 11.8 | 75.8b | 3.1 |
| 2012年 | 草生 | 46.2ab | 18.8 | 55.8 | 1.9a |
| | 草生+無追肥 | 42.7a | 20.4 | 56.9 | 0.7a |
| | 慣行 | 48.5b | 22.0 | 53.8 | 4.0b |

注)ab: 異文字間で5%水準有意差あり, tukey法。

第5表 地表面管理と無追肥が果実重と果実着色程度に及ぼす影響

| 処理区 | 果実重(g) | | | | | 果実着色程度 ^z | | | | |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 |
| 草生 | 275 | 310 | 266 | 235ab | 264 | 3.4a | 3.7 | 3.7ab | 3.7a | 3.7 |
| 草生+無追肥 | 282 | 308 | 271 | 241a | 266 | 3.5a | 3.7 | 3.8a | 3.8a | 3.7 |
| 慣行 | 276 | 294 | 257 | 229b | 260 | 3.0b | 3.5 | 3.5b | 3.5b | 3.6 |

注)ab: 異文字間で5%水準の有意差あり, tukey法。z: 1~5段階・1は着色不良・5は着色良好・JA紀の里モモ選果基準2000年6月改定を参考。

第6表 地表面管理と無追肥が果実糖度と果実窒素含有率に及ぼす影響

| 処理区 | 果実糖度(Brix) | | | | | 果実窒素含有率 ^z (%) | | | |
|--------|------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|
| | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 |
| 草生 | 12.7 | 13.2 | 11.5a | 12.8 | 12.1a | 0.83ab | 0.83a | 0.85a | 0.62 |
| 草生+無追肥 | 12.6 | 14.0 | 12.1b | 12.8 | 12.6b | 0.76a | 0.66b | 0.70b | 0.54 |
| 慣行 | 12.4 | 13.3 | 11.3a | 12.9 | 11.9a | 0.93b | 0.75a | 0.81a | 0.57 |

注)ab: 異文字間で5%水準の有意差あり, tukey法。z: 乾物当たり。

考 察

佐々木らは、福島大玉系白鳳では、冬肥（12月中旬）・春肥（4月上旬）として施用した¹⁵Nは、新梢や葉中で8月中旬まで低下しないことから、6月以降も地下部から地上部への窒素の吸収移行が継続し、¹⁵N atom%excessは地上部の葉、新梢、果実で高く、大半が葉に移行すると報告している（佐々木ら、1978）。本研究において、ポット栽培‘白鳳’に、6月上旬に追肥として¹⁵Nを施用したところ、地上部の各器官の¹⁵N atom%excessは地下部より高く、地上部のより新しい組織に多く移行するなど、同様の傾向が認められた。また、ほ場植栽の‘白鳳’成木に追肥として¹⁵Nを施用した結果、新梢の枝への移行が最も早く、葉身と果実では日数の経過とともに¹⁵N atom%excessが高まった。これらのことから、温暖地においても6月上旬に追肥として施用された窒素は速やかに吸収され、地上部に移行すると考えられる。また、成木への施用試験では、地表面管理を雑草草生とした場合に、施肥窒素の8.9%が雑草に吸収され、新梢の枝、葉身、果実への移行量が裸地管理に比べて低下した。果実の窒素濃度と糖度（Brix）には負の相関が認められており（高野ら、2007）、‘白鳳’において果実への窒素移行が抑制されていることから、草生栽培は高糖度化に寄与すると推察される。

モモは、多肥栽培により生育量、収量は増加するが果実着色程度が低下すること（寿松木ら、1960；加藤ら、2000）、春肥、秋肥いずれかの施用では、後者で葉や果実の窒素含有率が低いこと（佐々木・佐藤、1978）が報告されている。本研究では、樹勢がやや強い13年生樹を用いて、草生条件で本県の施肥基準である年間窒素施肥量14.4kg/10aのうち6月の追肥窒素2.4kg/10aを削減したところ、処理初年度から慣行施肥区に比べて果実窒素含有率が低下し、果実着色程度も良好であった。処理3年目と5年目には果実糖度も有意に高まった。また、果実重に大きな差が認められなかったことから、樹勢がやや強い樹では、草生栽培条件において、多収を目的として施用される追肥を無施用としても大きな収量低下がなく、高糖度化に有効であると考えられた。なお、高糖度果実を安定的に生産維持するためには、樹勢低下時に追肥を施用することも必要であると考えられる。

草生栽培は窒素成分で年間0.5kg/10a、清耕栽培（裸地栽培）は窒素成分で年間3.6kg/10aの流亡量との報告（加藤ら、2000）があり、清耕栽培（裸地栽培）に比べて環境負荷の小さい栽培方法である。草生栽培と果実糖度の関係では、7年生未満の樹では生育抑制や糖度上昇効果が低いこと（豊嶋ら、2004）、晩生種の5～10年生樹では樹体生育を抑制するが糖度上昇効果は低いこと（加藤ら、2000）が報告されている。本研究の結果では、雑草草生により葉面積の抑制や新梢長の抑制、追肥窒素の移行率低下が認められたものの、果実の窒素含有率低下や糖度上昇効果は認められなかった。しかし、バフィアグラスを用いた草生栽培により晩生種の高糖度化に有効であった（矢野ら、2004）との報告もあることから、草生栽培では地表面管理に用いる草種の生育量（窒素吸収量）が大きい場合に糖度上昇効果が期待できると考えられる。本研究は、中生種での試験であるため雑草繁茂期間が短いことから、収穫までの雑草の窒素吸収量が10～12kgと少なく養分競合の小さかったため、糖度の向上が認められなかったと考えられる。

これらのことから、透水性の高い褐色低地土ほ場に植栽された、やや樹勢の強いモモ‘白鳳’の糖度向上技術として、草生栽培と収穫前追肥窒素を無施用にする方法が利用でき、連年処理で

効果が高まると考えられる。ただし、樹勢低下時には追肥を行い、生育量確保することが必要である。

摘 要

本県の主要品種であるモモ‘白鳳’の高糖度化を図るため、草生栽培と収穫前追肥の有無がモモの樹体生育と果実品質に及ぼす影響を検討した。

- 1) 収穫前施肥窒素は速やかに吸収され、樹体上部の葉身に最も多く、次いで果実に分配される。
- 2) 年間窒素施肥量 14.4kg/10a における雑草草生栽培では、樹体への施肥窒素の移行、生育は抑制されるが、糖度上昇効果は認められない。
- 3) 雑草草生栽培と収穫前の無追肥を組み合わせることで、裸地栽培に比べて果実窒素含有率が低下し、果実の着色程度が向上する。また、処理 3 年目、5 年目には糖度も向上したことから、本技術は紀の川市の透水性の高いほ場に植栽されたやや樹勢の強いモモ‘白鳳’の糖度向上技術として有望である。

謝 辞

本研究は 2008 年～2010 年に和歌山県戦略的研究プラン事業「養水分制御と GIS 解析による高糖度モモの安定生産」の一環として実施し、その後 2011、2012 年には和歌山県桃研究協議会と連携して実施した。本研究を実施するにあたり、試験にご協力頂きましたモモ生産者、JA 紀の里・JA 和歌山県農・那賀振興局農業振興課の担当各位、並びに継続調査を支援頂きました和歌山県桃研究協議会の皆様に感謝の意を表します。また、試験に多大のご協力をいただきました農業試験場、果樹試験場かき・もも研究所の職員やアルバイトの皆様には厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 加藤公道・寿松木章・福元将志・駒村研三・佐藤雄夫・増子俊明・安部 充・額田光彦・斎藤広子. 2000. モモ園における窒素施肥に関する研究. 福島果試研報 18. 61-97.
- 加藤公道・星 保宜・安部 充・斎藤広子. 2000. モモ園における地表面管理が土壌養水分の動態並びに樹体の生育、収量及び果実品質に及ぼす影響. 福島果試研報 19. 55-104.
- 近畿農政局和歌山農政事務所. 2009～2010. 和歌山農林水産統計年報. 60, 96.
- 佐々木生雄・佐藤雄夫. 1978. ^{15}N 利用によるモモに対する窒素の施肥時期と吸収状況. 福島園試研報 8. 17-22.
- 寿松木章・佐藤雄夫・佐々木生雄. 1960. モモ樹に対する窒素の施肥時期と量の影響. 福島果試研報 12. 9-14.
- 高野和夫・木村剛・山本章吾・森次真一・岡本五郎. 2007. ‘清水白桃’ 樹の窒素およびカリウム栄養状態と果実糖度との関係. 園学研 6. 515-519.
- 豊嶋智子・福田文夫・笹邊幸男・藤井雄一郎・久保田尚弘. 2004. 草生栽培がモモの新梢生長、

果実肥大および果実品質に及ぼす影響. 園学雑 73 別 2. 129.

矢野 隆・清水康雄・新開志帆・松本秀幸. 2004. バフイアグラス草生によるモモ‘あかつき’の果実品質向上. 園学雑 73 別 1. 228.