研究報文

ポリエチレン不織布によるマルチがわい化栽培 リンゴの生育および果実品質に及ぼす影響

藤澤弘幸*・守谷友紀**

* 東京農業大学農学部

** 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所リンゴ研究拠点

Effects of Mulching with Polyethylene Nonwoven Fabric on Growth
and Fruit Quality of Dwarf Apple Trees

Hiroyuki FUJISAWA* and Yuki MORIYA**

* Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** National Institute of Fruit Tree Science, Apple Research Station

1. 緒言

果樹の栽培に際して、耐水性と透湿性を兼ね備えたポリエチレン製不織布がマルチ資材として利用されることがある。ポリエチレン不織布を使ったマルチ栽培では、土壌からの水分の蒸発は妨げられずに降雨による水分の浸透が抑えられるため、土壌は乾燥気味に保たれる。

ウンシュウミカンは、果実生育期に樹体に水分ストレスがかかると果汁の糖および酸含量が高まるため、ポリエチレン不織布によるマルチ栽培が食味の濃厚な高品質果実の生産に有効である（中谷 1998）。また、着色の悪さが問題となりやすい早生ウンシュウミカンでは、光反射率が高い白色のポリエチレン不織布を用いることによって着色促進の効果も得られている（中里・岸野 1995, 森永ら 2004）。

リンゴ栽培においては、赤色品種の着色増進を目的として、収穫の1ヶ月程度前から収穫までの比較的短い期間、反射シートによるマルチが行われる（斎藤 1993）ことがある。しかし、ポリエチ

レン不織布を使った数ヶ月以上の長期にわたるマルチ栽培はこれまであまり検討されていない。

リンゴは生育期間中に水分が不足すると新梢伸長や果実肥大が大幅に低下する（Kenworthy 1949, 熊代・建石 1967）。そのため、生育期間を通じたマルチ栽培の有効性を評価するためには、果実品質への影響に加えて土壌水分の変動や樹体生育への影響についても考慮する必要がある。そこで、本研究ではJM系台木（*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami×*M. pumila* Mill. var. *paradisiaca* Schneid.）およびM.9台木（*M. pumila* Mill. var. *paradisiaca* Schneid.）を用いたわい化栽培リンゴを対象とし、ポリエチレン不織布によるマルチ栽培が土壌水分、樹体生育および果実品質に及ぼす影響を検討した。

2. 材料および方法

実験には果樹研究所リンゴ研究拠点（岩手県盛岡市）栽植のリンゴ‘ニュージョナゴールド’を供試した。台木は挿木繁殖した自根のJM1, JM7, およびウィルスフリー化したM.9（M.9vf）を用い、1種の台木当たり6樹を供試した。供試樹は1998年の春に切り接ぎし、翌年、樹間を3m、樹列間を5m、接ぎ木部の地上高を20cmとして圃場に定植した。樹形は低樹高仕立て（工藤 2007）とし、施肥および防除などの栽培管理はリンゴわい化栽培の慣行に準じた。2008年までは人為的な

平成22年6月8日受付

平成22年11月6日受理

Corresponding author

藤澤弘幸 Hiroyuki FUJISAWA

〒961-097 神奈川県厚木市船子 1737

1737 Funako, Atsugi, Kanagawa, 243-0034, Japan

E-mail: h3fujisa@nodai.ac.jp

灌水や乾燥処理を行わずに栽培し、樹が12年生となった2009年に以下の実験を行った。

2009年5月28日に、各台木樹の隣接した3樹の樹冠下(約3m×約9mの範囲)に白色のポリエチレン不織布(タイベック デュボン社)を敷設し、マルチ区とした(図1)。以降、マルチ区は果実の成熟期までマルチを設置したままとし、灌水は行わなかった。また、各台木樹ともマルチしなかった3樹を無処理区とした。

無処理区およびマルチ区それぞれ1~2カ所の地表面下5cmの土壤中に土壌水分センサー(EC-5 デカゴン社)および温度センサー(5TE デカゴン社)を埋設し、実験期間を通じて土壌の体積含水率および地温を測定した。また、マルチ設置直前の2009年5月28日およびマルチ実施中の同年8月14日ならびに10月13日に、pFメータ(DIK-8333 大起理化工業(株))を用いて樹冠下の深さ20cmの土壌pF値を測定した。pF値の測定は無処理区およびマルチ区それぞれについて、場所を変えて2~3回繰り返した。降水量は測定しなかったため、気象庁地域気象観測システムの盛岡地方気象台のデータを参考とした。

樹体生育に関して、2009年7月2日に、葉緑素計(SPAD-502 コニカミノルタセンシング(株))を用いて葉色を測定した。その際、各樹とも樹冠の東側10本、西側10本の目通りの高さにある新梢を選び、それらの中央付近に着生している1葉を測定し、1樹当たり20葉の平均値を求めた。また、同年8月10日に、各供試樹について樹高、樹幅(南北方向と東西方向の平均)および接ぎ木部から20cm上部の幹周を測定した。同年8月15日には、側枝先端新梢長を測定した。その際、各

図1 ポリエチレン不織布マルチの設置状況

樹とも樹冠の東側10本、西側10本の側枝先端部に発生した新梢を選び、それらの長さを測定し、1樹当たり20本の平均値を求めた。

果実の収穫は果実表面がある程度着色したものから順次採取することとし、収穫開始日(JM7およびM.9v台木樹は2009年10月14日、JM1台木樹は同年10月20日)に採取した果実の果実品質を調査した。すなわち、各区15果(1区当たり3樹、1樹当たり5果)を抜き取り、1果毎に果実重、果実赤道部の着色程度、ていあ部の着色程度、赤道部の果肉硬度を測定した。その際、赤道部の着色程度は赤みの強さに応じて1(淡緑色を呈し赤みなし)~10(品種固有の赤色)の10段階、ていあ部の着色程度は赤色部の範囲に応じて1(ていあに赤色部なし)~5(ていあ全体が赤色)の5段階で達観により評価した。果肉硬度は直径11.3mmの円筒形プランジャーを装着した果実硬度計(FT327 藤平工業(株))を用い、表皮を剥いて測定した。また、同一樹から採取した5果の果肉を合わせて果汁を搾り取り、自動果汁分析装置(HIT-300 平沼産業(株))を用いて、果汁の屈折計示度および酸含量を測定した。

さらに、収穫開始日の時点で各樹の着果数を計数し、調査した果実の平均果実重を乗ずることにより1樹当たり収量を推定した。

3. 結果および考察

1) ポリエチレン不織布マルチによる土壌水分の変化

土壌の体積含水率は、概ね実験期間を通じて、マルチ区の方が無処理区よりも低い水準を推移した(図2)。また、樹冠下土壌のpF値は、8月14日および10月13日の両日とも無処理区に比べてマルチ区の方が高かった(表1)。これらのことから、マルチ区の土壌は、果実生育期間を通じて無処理区よりも乾燥気味に維持されていたと考えられた。ただし、無処理区だけでなくマルチ区においても降雨時には土壌の含水率が上昇した(図2)ことから、設置したマルチの幅(約3m)が樹列間(5m)に対して狭かったために、無被覆の通路部分などから樹冠下土壌へ相当量の水の浸透があったと推察された。

本邦においてリンゴを対象に土壌水分を制御した研究事例として、熊代・建石(1967)は「紅玉」を異なる土壌水分条件で栽培し、新梢伸長は湿潤

図 2 降水量および土壌の体積含水率の推移

注：降水量は気象庁地域気象観測システム盛岡地方気象台のデータを利用した。

表 1 リンゴ園におけるポリエチレン不織布マルチが土壌 pF 値に及ぼす影響

処理	2009 年 5 月 28 日 (マルチ 設置前)	2009 年 8 月 14 日 (マルチ 処理中)	2009 年 10 月 13 日 (マルチ 処理中)
無処理	2.0±0.02	1.65±0.05	1.89±0.01
マルチ		2.05±0.02	2.03±0.07

データは平均値±標準誤差

区 (pF 2.1~2.3) で最も優れ、土壌水分が少ないほど生育は顕著に悪くなるという結果を得ている。また、加藤・成田 (1989) は‘ふじ’を対象として、時期を変えて土壌 pF 値を 2.5~2.8 とする乾燥処理および 1.5~2.3 とする湿潤処理を実施し、5~6 月の乾燥処理が新梢伸長および果実肥大を著しく抑制することを明らかにしている。

これらの事例と比べると、本実験における土壌水分はマルチ区でも pF 2.1 程度であり、湿潤区あるいは湿潤処理の範囲であった。従って、本実験で実施したマルチ栽培は、土壌水分を減少させはしたが乾燥処理としては軽度なものであったといえる。

2) 樹体生育および収量の台木間差とポリエチレン不織布マルチによる影響

樹体生育および収量に関して、3 種の台木それぞれの無処理区を比較すると、幹周は M.9vf 台木樹に比べて JM1 台木樹で有意に小さかった (表 2)。樹高、樹幅、側枝先端新梢長および収量は、有意な台木間差は認められなかったものの、JM1

台木樹は M.9vf および JM7 台木樹に比べて低い傾向を示した。

これまでに、‘ニュージョナゴールド’の若木 (5 年生樹) を対象とした調査により、幹周および新梢伸長量は M.9vf 台木樹と比べて JM7 台木樹は同程度であり JM1 台木樹は著しく小さい (藤澤ら 2010) こと、JM1 台木樹の樹冠容積および樹当たり収量は JM7 台木樹と比べて著しく低い (河田ら 2002) ことなどが明らかにされている。本実験の結果からも JM1 台木樹は他の 2 種の台木樹に比べて樹勢が弱く収量が低いと推察され、既往の知見と合致した。

側枝先端新梢長について、同一台木樹の無処理区とマルチ区とを比較すると、処理による差は有意ではないものの、いずれの台木樹でもマルチ区の方が 3.1~4.5 cm 短かく、マルチによって新梢伸長量が減少した可能性が示唆された。ただし、新梢の栄養状態の指標となる葉色についてはマルチの影響は認められなかった (表 2)。

リンゴの新梢伸長は土壌乾燥によって阻害される (Kenworthy 1949, 熊代・建石 1967, 加藤・成田 1989) ことが分かっている。本実験のマルチ区では、前述したように土壌の乾燥程度は軽度であったが、無処理区に比べれば土壌水分が少なかったために、新梢の生育は抑制的な影響を受けていたと推察された。

なお、マルチによる春先の地温低下が初期生育を抑制する可能性 (菊池ら 2004) が指摘されており、本実験においてもマルチ区の地表下 5 cm の地温は、無処理区に比べて 6 月は平均 1.4℃、7 月

表 2 台木およびポリエチレン不織布マルチがリンゴ‘ニュージョナゴールド’の生育等に及ぼす影響

台木	処理	樹高 (m)	樹幅 (m)	幹周 (cm)	側枝先端 新梢長 (cm)	収量 (kg/樹)	葉色 (SPAD 値)
JM1	無処理	2.26a ²	3.57a	28.0c	21.4ab	40.1a	42.9ab
	マルチ	2.34a	3.59a	30.4bc	18.1b	41.1a	42.4ab
JM7	無処理	2.37a	4.10a	32.8abc	27.3ab	52.8a	40.7b
	マルチ	2.37a	4.10a	36.4ab	22.8ab	42.2a	40.5b
M.9vf	無処理	2.89a	4.53a	38.6a	32.4a	55.5a	44.8ab
	マルチ	2.54a	4.38a	34.1abc	29.2ab	59.5a	45.2a

²同じ英小文字間には Tukey の多重比較により 5% 水準で有意差なし (n=3)

図 3 地表面下 5 cm の地温日平均値の推移

は平均 1.1℃ 低かった (図 3) ことから、地温の差が新梢伸長に影響した可能性も考えられる。しかし、リンゴにおける地温と新梢伸長との関係は定かではないこと、また、本実験のデータは地表面近くに限定されていることから、この点を論ずるにはさらに詳細な調査を待つべきであろう。

3) 果実重および着色に対するポリエチレン不織布マルチの影響

果実重は、JM1 台木樹においては無処理区に比べてマルチ区で有意に小さかった (表 3)。JM7 および M.9vf 台木樹においても、無処理区に比べてマルチ区の方が小さい傾向を示した。

土壌水分を制限するとリンゴの果実肥大は抑制される (熊代・建石 1967, 加藤・成田 1989)。本実験においても、マルチ処理による土壌水分の減少が果実肥大を抑制したと推察された。特に、樹勢が弱い JM1 台木樹においては、この影響が明

確に現れたといえる。

着色に対するマルチの影響について、JM7 および M.9vf 台木樹では、赤道部の着色程度はマルチ区と無処理区とで差がなかったが、ていあ部の着色程度はマルチにより上昇する傾向があった (表 3)。一般に日射の当たりにくいていあ部は非赤色部が広範囲に残ることが多いが、両台木樹のマルチ区では、ほとんどの調査果実でていあ部の大部分が赤色に着色していた。

本実験と同素材で有孔のマルチ資材を‘ふじ’に適用した菊池ら (2004) は、マルチにより果実の着色面積が増大するという結果を得て、その理由は樹冠内部の光環境が改善されたためであると考察している。本実験においても、JM7 および M.9vf 台木樹のマルチ区では、マルチ資材による反射のためにていあ部への日射量が増大し、着色が促進されたと考えられよう。

一方、JM1 台木樹では他の台木樹と異なり、マ

表 3 台木およびポリエチレン不織布マルチがリング‘ニュージョナゴールド’の果実品質に及ぼす影響

台木	処理	果実重 (g)	赤道部の着色 ^z (10段階指標)	ていあ部の着色 ^y (5段階指標)	屈折計示度 (Brix)	酸含量 (%)	硬度 (lb)
JM1	無処理	315a ^x	8.4b	2.9b	13.7ab	0.54a	14.5c
	マルチ	278b	7.4c	3.3ab	12.8b	0.46a	14.6c
JM7	無処理	313a	9.5a	3.4ab	14.5a	0.49a	15.1bc
	マルチ	300ab	9.7a	4.0a	14.7a	0.53a	16.2a
M.9vf	無処理	314a	8.7b	3.3ab	14.6a	0.52a	15.4b
	マルチ	302ab	8.4b	3.8a	13.6ab	0.46a	15.6ab

^z赤みの強さに応じて1(淡緑色を呈し赤みなし)～10(品種固有の赤色)の10段階

^y赤色部の範囲に応じて1(ていあに赤色部なし)～5(ていあ全体が赤色)の5段階

^x同じ英小文字間にはTukeyの多重比較により5%水準で有意差なし(屈折計示度と酸含量はn=3, 他はn=15)

ルチによる赤道部の着色程度の有意な低下が認められた(表3)。

阿部ら(2005)は, JM1, JM7, JM8およびM.9vfを台木とした‘ニュージョナゴールド’について果実着色と新梢伸長量の関係を検討し, 果実着色が優れる適正新梢長は20～30 cmであること, また, JM1を台木に用いると着色の良い樹と悪い樹が混在し, 樹勢が弱い樹では着色が劣ることを報告している。本実験における各区の側枝先端新梢長(表2)を見ると, JM1台木樹のマルチ区は阿部ら(2005)の提示した適正範囲を下回っており, この区ではマルチにより樹勢が弱くなったことが果実の着色不良につながったと推察される。

これらのことから, 白色ポリエチレン不織布を使った‘ニュージョナゴールド’のマルチ栽培では, JM7およびM.9vf台木樹を用いる場合には, 果実赤道部の着色には影響が現れないが, ていあ部の着色が促進されるため, 果実全体としては着色程度の向上が期待できると考えられた。しかしながら, JM1台木樹を用いると, マルチ栽培により樹勢が衰弱するために, 着色は悪化する可能性が高いと思われる。数ヶ月間にわたるマルチ栽培のリングへの適用を検討する際には, 樹体生育への影響が果実品質の低下につながる場合があることに十分留意が必要といえよう。

4) 果実の内部品質に対するポリエチレン不織布マルチの影響

果実品質に関して, JM1台木樹のマルチ区における果汁の屈折計示度は, JM7台木樹の無処理区およびマルチ区ならびにM.9vf台木樹の無処理区に比べて低かった(表3)。しかし, いずれの台木樹でも無処理区とマルチ区とで屈折計示度

に有意差は認められず, マルチの影響は判然としなかった。また, 酸含量についてはいずれの試験区の間にも差がなかった(表3)。

土壌水分がリングの果実品質に及ぼす影響については‘紅玉’(熊代・建石1967), ‘スターキングデリシャス’(加藤ら1985), ‘ふじ’(加藤・成田1989)などについて調べられているが, いずれの品種も生育が極端に阻害されるほどの乾燥条件でなければ, 土壌水分によって糖含量, 酸含量および果肉硬度に大差は生じない。本実験の結果から, ‘ニュージョナゴールド’においても, マルチによる軽度の土壌乾燥によっては, 果実の糖および酸含量には影響が現れないと考えられた。

果肉硬度については, JM7台木樹では無処理区に比べてマルチ区で高かったが, JM1およびM.9vf台木樹では両区に差がなかった(表3)。このように台木によってマルチ処理に対する反応が異なった理由は不明であり, 果肉硬度の変動およびその要因についてはさらに検討する必要がある。

4. 摘要

JM1, JM7およびM.9vfを台木としたリング‘ニュージョナゴールド’12年生樹を対象に, 透湿性を有する白色ポリエチレン不織布を用いてマルチ栽培を行い, 土壌水分, 樹体生育および果実品質に及ぼす影響を検討した。

1) 土壌水分はマルチにより減少したが, 比較的湿潤な水準(pF 2.0程度)にとどまった。

2) いずれの台木樹でも, マルチ区の新梢伸長および果実重は無処理区に比べて低い傾向を示した。土壌水分の減少がその要因と推察された。

3) 果実ていあ部の着色程度は, いずれの台木樹でもマルチにより上昇する傾向が見られた。果

実赤道部の着色程度は、JM7 および M.9vf 台木樹ではマルチの影響を被らず、JM1 台木樹ではマルチにより低下した。

4) 果汁の屈折計示度および酸含量は、いずれの台木樹でもマルチによる影響が認められなかった。

謝辞

本研究の推進に当たり、元農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所リング研究拠点の工藤和典氏にご助言とご協力を頂いた。記して謝意を表する。

キーワード

M.9, JM1, JM7, 新梢伸長, 着色, 土壌水分, わい性台木

引用文献

- 阿部 洋・工藤和典・別所英男・猪俣雄司・和田雅人 (2005) : リング JM 台木上「ジョナゴールド」における果実着色と新梢長との関係, 東北農業研究 58 ; 165-166.
- 藤澤弘幸・工藤和典・増田哲男・別所英男・猪俣雄司 (2010) : JM1, JM7, JM8 および M.9 台木がリング葉の光合成速度に及ぼす影響, 園学研 9 ; 171-176.
- 加藤 正・成田春蔵・岩谷 斉・相馬盛雄 (1985) : かん水がリングの収量品質に及ぼす影響, 青森りんご試報 22 ; 1-20.
- 加藤 正・成田春蔵 (1989) : 時期別の土壌水分がリング樹の生育, 収量及び果実品質に及ぼす影響, 青森りんご試報 25 ; 23-39.
- 河田道子・石川勝規・鈴木 哲・小野田和夫 (2002) : リングわい性台木 JM1, JM7 の利用法, 東北農業研究 55 ; 153-154.
- Kenworthy, A.L. (1949) : Soil Moisture and Growth of Apple Trees, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 54 ; 29-39.
- 菊池秀喜・池田裕章・鎌田賢治・安江恵美子・上田一智・広中房男 (2004) : 不織布シートマルチがリングの栽培環境と果実品質に及ぼす影響, 園学雑 73 (別 2) ; 312.
- 工藤和典 (2007) : (農業技術体系 果樹編 1-II リング), JM 系台木を使用した低樹高栽培, 農文協, 東京, pp. 技 200 の 52-57.
- 熊代克己・建石繁明 (1967) : 土壌湿度がリング

(紅玉)の樹体生長, 収量および果実品質に及ぼす影響 (第 1 報), 園学雑 36 ; 9-20.

森永邦久・吉川弘恭・中尾誠司・関野幸二・村松昇・長谷川美典 (2004) : 露地栽培ウンシュウミカンにおける周年マルチ点滴かん水同時施肥法の効果, 園学研 3 ; 33-37.

中谷宗一 (1998) : (農業技術体系 果樹編 1-I カンキツ), 各種土壌管理, マルチ栽培, 農文協, 東京, pp. 技 154 の 8-12.

中里一郎・岸野 功 (1995) : ウンシュウミカンの果実品質に及ぼすフィルムマルチの影響 第 4 報 果実品質, 根の活性及び細根量に及ぼすフィルムマルチの影響, 九農研 57 ; 235.

斎藤貞昭 (1993) : (農業技術体系 果樹編 1-II リング), 収穫期の品質管理, 農文協, 東京, pp. 技 57-58 の 3.

Summary

This study was conducted to investigate the influence of mulching cultivation using moisture-permeable polyethylene nonwoven fabric on soil moisture, tree growth, and fruit quality in scions of 12-year-old apple ('New Jonagold') trees grafted onto JM1, JM7, and M.9vf rootstocks.

1) Although mulching resulted in a decrease in soil moisture, the soil remained rather humid (pF, approximately 2.0).

2) Shoot elongation and fruit weight in trees grown under mulching cultivation appeared to be lower than those in the control condition, irrespective of the rootstock. This might be attributed to the decrease in soil moisture.

3) Peel color at the calyx end of fruits appeared to improve with mulching, irrespective of the rootstock. Peel color at the equatorial region of fruits from scions grafted on JM7 and M.9vf was not affected by mulching, whereas it was reduced by mulching in the case of scions grafted on JM1.

4) Mulching did not affect the Brix or acidity values of the fruits, regardless of the rootstock.

Key Words

dwarfing rootstock, JM1, JM7, M.9, peel color, shoot elongation, soil moisture