

リンゴの「葉とらず栽培」における樹体構成法と樹相診断技術

誌名	農業および園芸 = Agriculture and horticulture
ISSN	03695247
著者名	小野, 浩司
発行元	養賢堂
巻/号	82巻2号
掲載ページ	p. 245-251
発行年月	2007年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



リンゴの「葉とらず栽培」における 樹体構成法と樹相診断技術

小野 浩司*

〔キーワード〕：リンゴ，葉とらず栽培，樹体構成，樹相診断，着色管理

はじめに

近年，リンゴ栽培を巡る情勢は厳しさを増している。産地においては生産者の高齢化，後継者不足が深刻となってきたり，また，リンゴを含めた果実の消費は平成3年以降減少が続き，販売環境も不安な状況となっている。さらに，ポジティブリスト制の導入など安心・安全な農産物に対する期待が高まり，これに対応した技術開発が求められる等，課題が山積している。

岩手県内のりんご栽培面積は3,010ha（2004現在）であり，年々面積は減少している。一方，JM系台木など優れた形質の台木が育成され，改植を推進している当県では，わい化栽培の面積割合は全体の77%となっているなかで，より効率的な栽培技術の確立が求められている。

リンゴの栽培管理は，摘果，着色管理，収穫など機械化が難しい作業が多い。とくに着色管理は年間栽培管理作業の20%以上を占め，収穫作業と競合するため，生産者の負担となっている。そのような中で，着色管理を行わず，作業労力の省力化が図られ，食味を重視した葉とらず栽培が試みられている。

そこで，葉とらず栽培において，良食味で均質な果実を安定的に生産できる側枝配置法と樹相診断技術について試験を実施し，成果が得られたので紹介する。

1. 葉とらず栽培における 樹体構成法

着色管理を行わない葉とらず栽培では，収穫された果実の果実品質は，糖度が高くなる傾向はあるものの，外観は，一般栽培と比較して，着色が

劣り，葉かげ，枝かげなどの着色ムラが見られる。一方，着色管理を行う一般栽培で収穫される果実は，着色が良く，着色ムラが少ないほど，優良等級として扱われ，高価格で取引される。そのため，葉とらず栽培のリンゴにおいても，省力化を実現しつつ，美味しさとともに販売に耐えられる程度の着色が必要となる。

このことから，本研究では，販売（市場出荷）することを前提に，葉とらず栽培において外観，果実内容とも一定以上の品質を備えた果実を生産

果実品質評価基準(着色の均一性)

指数1：葉陰、枝陰が明らかで著しいもの(葉陰の面積80%以上)



指数2：葉陰、枝陰が明らかで多いもの(葉陰の面積50~80%)



指数3：葉陰、枝陰が明らかだが少ないもの(葉陰の面積20~50%)



指数4：葉陰、枝陰はあるが、薄くて目立たないか少ないもの(葉陰の面積0~20%)



指数5：葉陰、枝陰が殆ど無いもの



図1 均一性指数

*岩手県農業研究センター園芸畑作部 (Hiroshi Ono)

するための樹体構成を検討した。果実品質は着色の濃さ4以上(ふじ用表面色カラーチャート), 均一性指数3以上(図1), 糖度14%以上と設定し, このような品質を有した果実を80%以上得ることを目標とした。なお, 着色の濃さ4以上, 均一性指数3以上は, 非破壊選果機(マキ製作所製選果機MCS-3000)において, 着色度130以上, 均一度60以上に相当するものである。また, 本試験での樹体構成法とは, 葉とらず栽培に適した側枝の本数, 側枝の太さ, 側枝の分布(配置)のことであり, これらを受光条件の良否によって評価した。受光条件を示す指標として樹冠下相対日射量を用いた。なお, 供試樹は着色系ふじでわい化栽培, 植栽距離は5×3mの中密植で試験を行った。

その結果, 樹齢12年生の成木では, 樹冠下相対日射量が30%を超えるような樹は果実品質目標である着色度130以上, 均一度60以上を満たす果実の割合は80%以上となった(図2)。このような樹の側枝本数は, 直径5cm以上の骨格となる側枝が2~3本, 2.5~5cmのやや細めの側枝が5~6本の計7~9本であり, その側枝間隔は概ね30cmであった(図3, 図4)。一方, 樹冠下相対日射量が30%を下回るような樹では, 目標を満たす果実の割合も少なくなり, 側枝本数は多く, その側枝間隔は狭くなった(図2, 図3, 図4)。このことから, 側枝本数ある程度制限(少なく)することで, 側枝と側枝の間隔が広くなり, 受光条件が改善され着色の良い果実が生産できるものと考えられた。

さらに, 樹冠下相対日射量別に側枝の分布(地

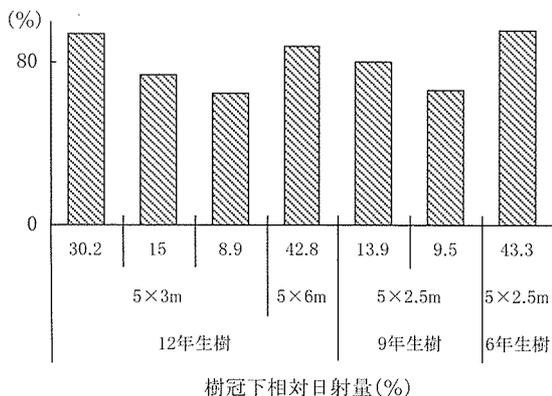


図2 樹冠下相対日射量と着色度130以上, 均一度60以上を満たす割合

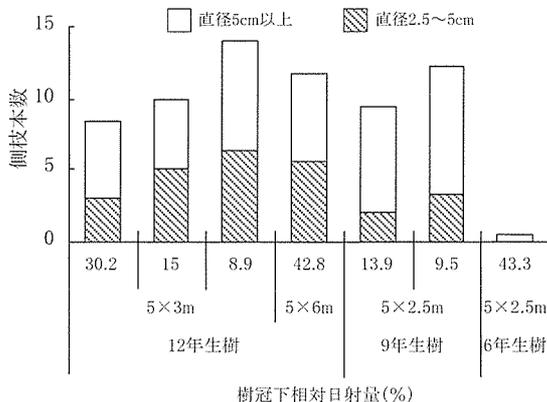


図3 樹冠下相対日射量と直径2.5cm以上の側枝本数

表からの高さ)をみると, 樹冠下相対日射量が30%を超えるような樹は, 直径5cm以上の骨格となる側枝が地表からの高さ150cm以下であるのに対して, 樹冠下相対日射量の低い樹では, 150cm以上の高い位置まで分布している(図5)。これは, 骨格となる太い側枝は, 主幹から外側に向かって大きく張り出すため, 高い位置にあると光を遮る原因となるためである。

葉の繁茂状態を示す数値として葉面積指数がある。樹冠下相対日射量と葉面積指数との間には負の相関が認められ, 樹冠下相対日射量が高いほど, 葉面積指数は低くなり, 樹冠下相対日射量30%の樹の葉面積指数は1.5であった(図6)。密植並木植わい化栽培園を構成する9~10年生‘ふじ’の好適樹勢の中で, 葉面積指数は1.8~2.2の範囲内との知見がある(小池1993)。本試験の結果はこれより低い数値となったが, 着色管理を行わない葉とらず栽培においては, 受光条件を良好にし,

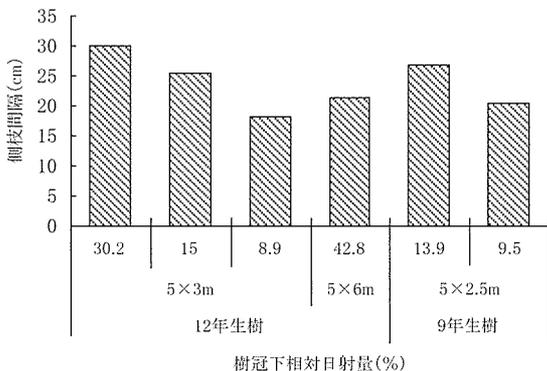


図4 樹冠下相対日射量と直径2.5cm以上の側枝間隔

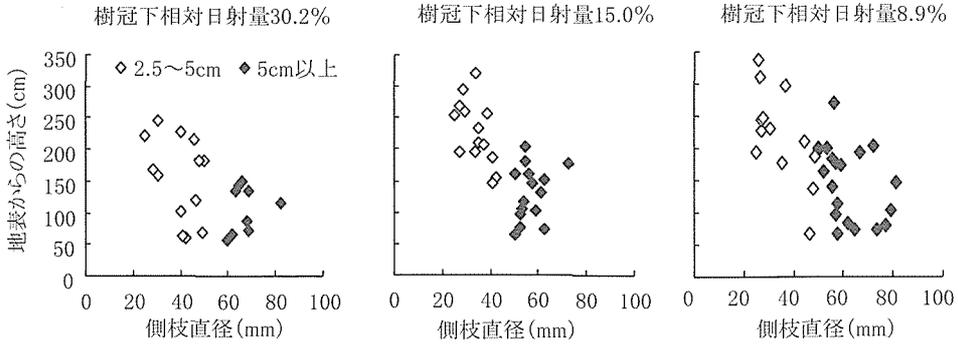


図5 樹冠下相対日射量と直径2.5cm以上の側枝分布

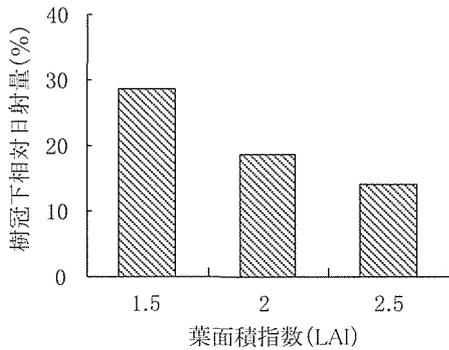


図6 樹冠下相対日射量と葉面積指数(LAI)との関係

着色の向上を図る必要がある。そのため、着色管理を行う一般栽培の樹の葉面積指数より低い数値となることは妥当であると考えられる。

葉とらず栽培のリンゴは一般管理の果実と比較して糖度は高くなる傾向である。さらに、樹冠下相対日射量が高い樹ではより高くなる傾向があり、相対日射量が30%を超える樹では15.8% (Brix%)と高い値が得られ、相対日射量が低い樹と比較して、最大1.4%の差があった(表1)。光条件がリンゴの品質、着色や糖度に大きく影響を及ぼすとの報告があり(齋藤 1986)、葉とらず栽培でも同様の傾向が認められた。

一方、収量については、樹冠下相対日射量が高

い樹は低くなる。これは、側枝本数が少ないためと考えられる(表2)。

樹齢が12年生の成木で側枝本数が12本前後、側枝間隔が20cm程度の受光条件が劣る樹でも、植栽距離を5×6mの粗植にした場合、樹冠下相対日射量は40%を超え、目標とする品質の高い果実の割合も80%以上となる(図2, 図3, 図4)。岩手県において、着色管理を行う一般栽培でも、間伐等による樹の光環境の改善により糖などの果実品質が著しく向上するとの報告があり(小野田 1986)、間伐の効果が現れたものと推察された。

樹齢9年生以前の若木については、側枝本数が多く、側枝間隔が狭い樹体構成であっても果実品質は高かった(図2, 図3, 図4)。これは、骨格となる太い側枝が少なく、樹冠内への日射量が多いためと考えられる。

以上のことから葉とらず栽培に適した樹体構成は、5×3mの中密植栽培での樹齢10年以上のわい化栽培ふじにおいて、骨格となる(直径5cm以上)側枝2~3本(地上部高150cm以下)、やや細め(2.5~5cm)の側枝5~6本、平均側枝間隔30cm程度の樹であり、このような樹は目標とする果実品質を有した果実を80%以上得ることができる。そのモデル樹形を示した(図7)。この樹体構成は、

表1 果実品質(破壊調査)

樹齢	植栽距離(m)	樹冠下相対日射量(%)	糖度(Brix%)	硬度(lbs)	酸度(g/100mL)	蜜入り(指数)	地色(指数)	デンプン反応(指数)
12年生樹	5×3	30.2	15.8	15.4	0.35	3.6	6.3	0.6
	〃	15.0	15.6	16.0	0.35	3.6	5.9	0.6
	〃	8.9	14.4	14.7	0.34	2.8	5.4	0.7
9年生樹	5×6	42.8	15.1	15.3	0.36	3.3	5.9	1.0
	5×2.5	13.9	15.7	14.9	0.40	2.2	4.7	0.8
	〃	9.5	15.7	14.6	0.42	2.3	4.7	0.8
6年生樹	5×2.5	43.3	16.0	15.9	0.41	2.2	4.7	0.8

表2 樹体生育および収量

樹齢	植栽距離 (m)	樹冠下相対 日射量(%)	樹高 (m)	樹幅 (m)	樹容積 ²⁾ (m ³)	幹周 (cm)	新梢長 (cm)	収穫果数 (果)	収量 (kg)
12年生樹	5×3	30.2	4.46	4.75	52.9	40.2	24.1	168	62.3
	〃	15.0	4.71	5.15	65.2	43.0	25.3	172	63.5
	〃	8.9	4.36	5.00	57.3	43.6	24.2	216	79.2
9年生樹	5×6	42.8	4.72	4.98	62.0	41.3	24.4	164	61.2
	5×2.5	13.9	4.42	4.70	51.0	35.2	20.0	176	49.7
6年生樹	〃	9.5	4.64	5.42	71.3	40.2	20.9	200	56.8
	5×2.5	43.3	2.44	2.52	8.3	15.0	19.1	39	12.3

2: 樹容積 = $2/3 \times \pi \times (\text{樹幅}/2)^2 \times \text{樹高}$.

やや側枝本数は少ないが、岩手県で示した「りんごわい性樹の省力型低樹高栽培法」の樹形と類似しているとともに、岩手県内の生産現場で取り入れられている低樹高樹形とも近い樹体構成となっている。

2. 葉とらず栽培における樹相診断

樹相は樹全体としての栄養・生殖の両生長の状態を示し、新梢伸長、葉色などの栄養生長と着色や果重など果実品質まで含めて総合的にとらえたものである。本研究では、栄養生長指標（平均新梢長、葉色、葉面積、葉中窒素濃度など）と果実品質（着色の程度、糖度など）との相関関係を明らかにし、葉とらず栽培における果実品質目標を着色度 140 以上、均一度 60 以上、熟度 33 以上、果重 350g 以上、糖度 15% 以上（やや高い目標であるが）とした場合の適正な栄養生長指標の診断基準を検討した。なお、熟度は非破壊選果機（マキ製作所製選果機 MCS-3000）による値で、熟度 33

以上は地色 5 以上（ふじ用地色カラーチャート指数）に相当する。供試樹はわい化栽培の着色系ふじとした。

平均新梢長、葉色、葉面積は、果重と正の相関を、着色度、均一度、熟度とは負の相関が認められた（図 8）。いいかえると、新梢伸長が旺盛で、葉色が濃く、葉が大きいと、果重は重くなるが、着色および地色の抜けが劣り、逆に、新梢の伸びが少なく、葉色が薄く、葉が小さい場合は、着色は良く、地色も抜けるが、果実は小さくなる、といえる。このことは、樹勢が強いと、樹体の栄養状態は良いので果実肥大は旺盛になるが、枝が繁茂し、葉が大きくなるため、受光条件は不良となるため、着色は劣ると推察された。これらの相関関係から判断すると、好適な樹相は平均新梢長で 10~20cm、葉色は SPAD 値で 48~50（6月下旬）、50~52（9月下旬）、葉面積 23~30cm² と考えられる。

2次伸長枝率は糖度、着色度、均一度と負の相関を示した（図 8）。つまり、2次伸長する枝が多くなると、糖度は低下し、着色も劣る。りんご樹の新梢伸長は、開花期頃からはじまりそのほとんどは 6月下旬~7月上旬頃に停止する。しかし、新梢先端の芽から再び伸長が始まることがある。これが 2次伸長であり、一般的には、気象要因の他、樹勢が強い場合に多いといわれている。2次伸長が多くなるような強い樹勢では、枝葉が繁茂し、着色については劣ることになり、また、糖度については、2次伸長という栄養生長に養分が利用され、果実への養分が少なくなるため、糖度が低くなるのではないかと推察された。これらから 2次伸長枝率の指標は 10% 以下と考えられる。ただし、樹相診断の指標としての 2次伸長枝率は、気象的な要因により大きく左右されるため（一般的には降雨が多いと 2次伸長も増える）、他の指標と併せて使用することが望ましい。

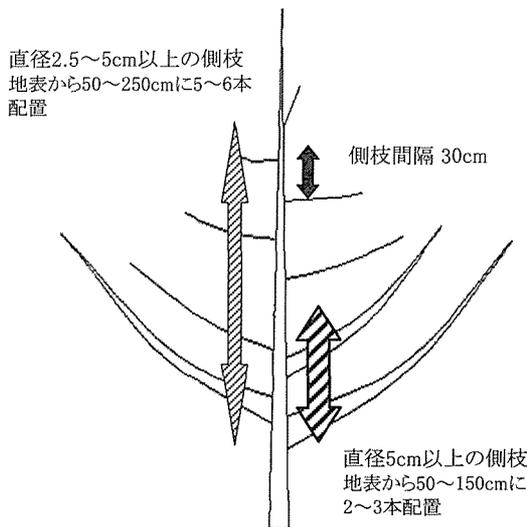


図7 樹体構成モデル

葉中窒素濃度は糖度と高い負の相関があり、葉中窒素濃度が高いほど糖度は低くなることから(図8)、樹相診断の指標としては、葉中窒素濃度葉1.8%以下が適当と考えられた。リンゴ樹では根域制限処理をすると葉中窒素濃度が低下し、それに伴い着色が良くなり、また、根域制限により、糖度の上昇が見られることも知られている(松本1988)。

以上の結果から、葉とらず栽培における好適樹相を表3にまとめた。樹相診断技術については、無袋化の栽培技術が各産地で導入された際に多くの試験が行われてきたが、わい化栽培での試験例は少ない。数少ない試験結果として長野県果樹試験場が好適樹勢の指標を示している。その指標と本研究における葉とらず栽培における指標を比較すると、葉とらず栽培は弱い樹勢を好適樹相としていることがわかる。これは、葉とらず栽培は、葉摘み等の着色管理を省略するため、着色が劣りやすい栽培法であるが、販売することを前提とし

表3 葉とらず栽培における樹相診断指標

樹相要因	調査時期	診断指標
平均新梢長	6月下旬	10~20cm
葉色(SPAD値)	6月下旬	48~50
葉色(SPAD値)	9月下旬	50~52
葉面積	9月下旬	23~30cm ²
2次伸長枝率	9月下旬	10%以下
葉中窒素濃度	9月下旬	1.8%以下

た場合、ある程度の着色も必要であることから、受光条件の良い(枝葉の繁茂が少ない)状態を保って着色を促す必要があり、そのためには、通常栽培より落ち着いた樹勢が適しているためである。

落ち着いた樹勢を維持するため、せん定をはじめ、施肥など総合的な管理を実施し、樹勢が強い場合は、スコアリングなど外科的手段が必要な場合もある。また、樹勢が弱いため、冷夏など生育期間の気象条件が悪い年は、果実肥大が劣り、収量も低下する可能性があるため、注意が必要である。

3. 樹体構成法と樹相診断

樹体構成法は、葉とらず栽培に適した側枝本数、

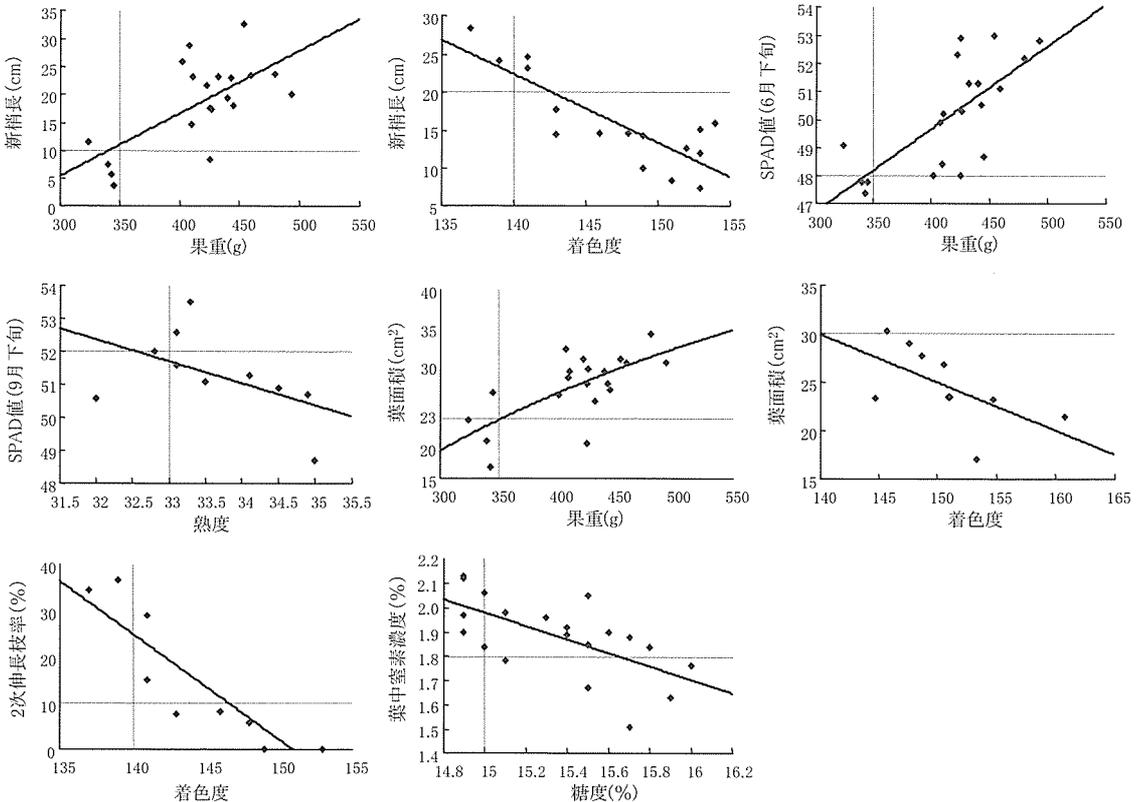


図8 樹相要因と果実品質の相関関係

側枝の太さ、側枝配置を示したもので、現状の樹の側枝数を制限したり、高い位置にある太い側枝を取り除くなど、樹形も含めた改善が必要となる。一方、樹相診断技術は、樹形を変えるのではなく、指標を参考に葉とらず栽培に適した樹相、とくに樹勢を好適（やや落ち着いた樹勢）にすることが目的である。いずれにせよ、受光条件を良くすることが重要となる。

そこで、葉とらず栽培における樹体構成法と樹相診断技術の利用法について、以下のように整理した。

葉とらず栽培を行うためには、樹相診断で示した好適樹相が基本となる。しかし、一般栽培よりも弱く落ち着いた樹勢のため、収量面では不利となる。また、本研究で葉とらず栽培に適した樹体構成の樹は、必ずしも葉とらず栽培に適する落ち着いた樹ではなく、ある程度の樹勢が維持されていた。にもかかわらず、目標とする品質の果実を80%以上収穫できたことからみて、葉とらずの好適樹相でなくとも側枝本数の制限や側枝の配置によって葉とらず栽培は可能であり、落ち着いた樹勢の樹と比較して、大きな果実が生産できることも期待できる。しかしながら、葉とらず栽培に適した樹をつくるためには、側枝本数を制限する必要があり、剪除した側枝は元に戻すことはできないので、その樹は葉とらず栽培専用樹となる。農家経営のなかでは、すべてを葉とらず栽培にする必要はないことから、導入の程度は個々の経営の中での判断となる。葉とらず栽培専用樹をつくってしまうことに抵抗を感じる場合は、樹勢の落ち着いた樹をめざした管理を行い、その際は樹相診断技術が利用できる。

また、初めて葉とらず栽培を導入する場合は、その手始めとして好適な樹相の樹を選定するための手段として樹相診断技術を活用することができる。

なお、生産現場においては、受光条件の良い、若い樹は葉とらず栽培とし、成木後は通常の栽培を行い、計画的な改植の中で、葉とらず栽培を導入している例もある。

4. 普及上の課題

リンゴ栽培における着色管理作業は年間作業時間の20%以上を占め、品種構成によっては収穫期

と作業が競合する。葉とらず栽培は着色管理の作業時間が一般栽培の20%とかなり省力化が図られる。しかし、栽培に適した樹は、側枝数を制限したり、樹勢を弱める必要があるなど、収量が低くなる傾向があり、経営的なデメリットもある。さらに、食味は優れているものの着色が劣る葉とらず栽培では、現在の外観を重視した販売体系の中では不利なため、残念ながら、岩手県においては、一部の地域で試みられているものの、栽培面積はあまり増えていないのが現状である。従って、葉とらず栽培を普及させるためには、消費者に対する効果的な販売方策が重要となる。

岩手県では葉とらず栽培における販売方策を示している。①消費者に対するプロモーション：消費者は「甘さが強い」、「蜜がたっぷり」という内部品質を重視してその重要度は試食により向上することから、試食PRが効果的である。②販売地域：内部品質に対する重要度や消費者の求める最適小売価格は、首都圏より栽培地近郊都市が高いため、販売地域を絞ることも重要となる。③販売チャンネル：他産地の葉とらず栽培リンゴやブランド化されたリンゴの販売実績がない小売店を探索する。④製品戦略：岩手県の販売形態はギフト用の個人販売が多く、外観を重視した販売形態であるが、自家消費用はその限りではないので、自家消費対応の小売り販売も必要となる。

いずれにしても、葉とらず栽培は、まだまだ知名度が低いので、技術導入と販売戦略を平行して進めていくことが重要である。

参考文献

- 小池洋男 1993. リンゴわい性台木樹の生育特性と生産構造に関する研究. 長野県果樹試験場報告 Vol. 4.
 松本登・駒村研三・福本将志・佐藤雄夫・小松喜代松 1988. 施肥時期および根域制限がリンゴの生育、収量および果実品質に及ぼす影響. 園学要旨 昭和63春:160-161.
 小野田和夫 1986. わい化リンゴ園での間伐による品質向上効果. 東北農業研究 39:217-218.
 齋藤雅博・横山達平 1986. リンゴに及ぼす光条件の影響 第1報 樹体生育、花芽形成、果実品質について. 東北農業研究 39:213-214.
 岩手県農業研究センター 2002. 葉とらずリンゴの流通段階別評価. 岩手県農業研究センター研究成果.
 岩手県農業研究センター 2003. 「葉とらずりんご」の樹相診断. 岩手県農業研究センター研究成果.
 岩手県農業研究センター 2004. 「葉とらずりんご」の樹体構成法. 岩手県農業研究センター研究成果.

岩手県農業研究センター 2004. 「葉とらずりんご」の着色管理における玉まわし作業の省力効果. 岩手県農業研究センター研究成果.

岩手県農業研究センター 2004. 「葉とらずふじ」の販売方策. 岩手県農業研究センター研究成果.

外国文献抄録

トマトの収量および水分含有率に対するナトリウム、カリウムの影響

Idowu, M. K. and E. A. Aduayi 2006. Effects of sodium and potassium application on water content and yield of tomato in southwestern Nigeria. *J. Plant Nutrition*. 29:2131-2145.

カリウムは、酵素活性化、タンパク合成、光合成などの過程に必要不可欠な無機質であり、ナトリウムは、カリウムに似た化学的性質を持つことで知られている。そのため、これらの無機質の作用を知ることは、トマトの果実収量を向上させる上で非常に重要である。本研究では、土壌中のナトリウム、カリウム濃度を変えることで、これらの無機質がトマトの生長や水収支に与える影響について調査した。

実験材料としてトマト品種 'DT 95/258' の播種後3週間の苗を用い、ナイジェリア南西部において、気温 18.9~34.6°C、湿度 61~83%、土壌水分量 70% の条件下で栽培した。土壌中のナトリウム濃度を 0, 5, 10, 20mg/kg、カリウム濃度を 0, 20, 40, 80mg/kg に変え、各処理区のトマトの果実数、落花率、根と地上部の乾物率、水分含有率、ナトリウム:カリウム比を求め、これらの値に対するナトリウム、カリウムの影響について調査した。

5~20mg/kg ナトリウム処理区や 80mg/kg カリウム処理区では、地上部乾物率は上昇したが、根乾物率は変化しなかった。20~40mg/kg カリウム処理区では、地上部乾物率は低下した。10~20mg/kg ナトリウム、80mg/kg カリウム処理区において、

地上部乾物率は最大になった。また、地上部と根の水分含有率は、5~20mg/kg ナトリウム処理区、80mg/kg カリウム処理区で低下したが、20~40mg/kg カリウム処理区では上昇した。5~20mg/kg ナトリウム、40mg/kg カリウム処理区においては、両水分含有率は変化しなかった。また、5~10mg/kg ナトリウム、20~40mg/kg カリウム処理区では、根のナトリウム:カリウム比は 1.00~1.50 まで上昇し、果実収量が増加した。落花率は、5mg/kg ナトリウム処理区、20~40mg/kg カリウム処理区で低下したが、20mg/kg ナトリウム処理区では上昇した。10~20mg/kg ナトリウム、80mg/kg カリウム処理区では、果実数が大幅に減少した。

これらの結果を考察すると、落花率と地上部と根の水分含有率の間には反比例の関係がみられ、高濃度のナトリウム、カリウム処理によって地上部と根の水分含有率が低下すると落花が誘発され果実収量が減少した。低濃度のナトリウム処理は、果実収量を増やした。トマトの生長に対して、ナトリウムとカリウムは相補的に作用するようであった。また、カリウム存在下にナトリウムを加えることは、トマトの栄養生長を促進し、水分含有率を向上した。ナトリウム、カリウムは、1:4~1:8 の比で適用されたとき、トマトに最もよい影響を与えるようであった。

(東京大学大学院農学生命科学研究科園芸学研究室
中條哲男)