

果樹の省力・軽労化と植物生育調節剤利用技術

(独)農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 森永邦久

1. はじめに

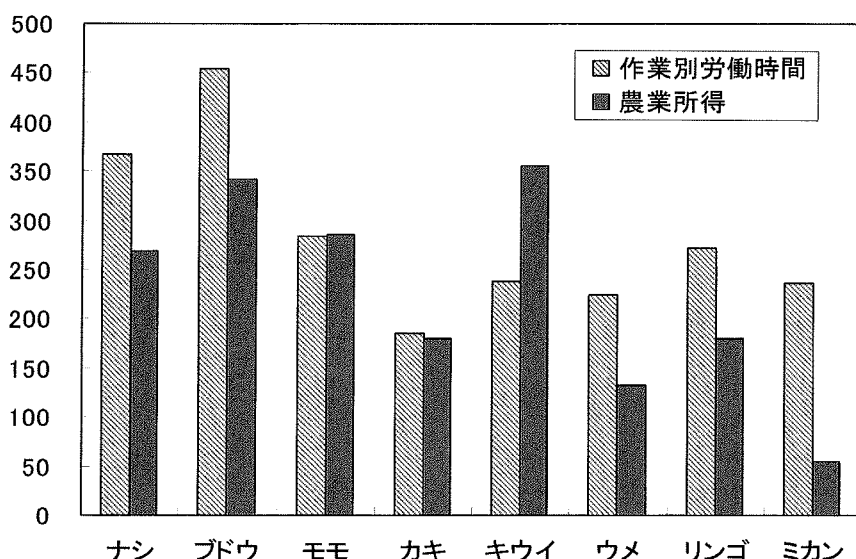
わが国の果樹生産は集約的栽培管理を基本とし、緻密な手作業を主にして時間と労力をかけ世界的に最も優れた品質の果実を生産することを大きな特徴としている。これは最近のリンゴ、ナシなど国産果実の海外輸出市場において、品質の優良さが認められ高価格で取引されていることでも明らかである。しかし、一方ではわが国のこの「手作業」主体の管理はじめ、果樹園の立地、小規模経営形態などが果樹栽培において省力化がなかなか進まない主要因といえる。省力・軽労化はわが国の果樹栽培の歴史とともに研究や技術開発が求められてきたが、今後も、最大の強みである果実品質の優良性を保ちながら、いかに省力・軽労化を進めていくかが果樹栽培では大きな課題である。

最近の年齢別果樹農業経営者の割合をみると、70歳以上が33.3%と最も多く、60～69歳では27.8%であり、60歳以上の年齢層の合計では61.2%にのぼっている。それに対して、50～59歳は25.6%、40～49歳は11.1%、30～39歳では2%、29歳以下はわずかに0.12%にすぎない状況である（2005年農林業センサス）。一方、果樹農家経営規模別農家数の推移では、1ha以上の大規模経営農家数割合は増加傾向（1995, 2000, 2005年農林業センサス）にあることから、地域での規模拡大による産地規模

の維持が図られていることが伺える。したがって、省力・軽労化技術は単に担い手の高齢化に対応するにとどまらず、これからの果樹産地を担っていく経営規模を拡大した基幹農家に対応するためにも、早急に取り組むべき重要な課題である。

これからの技術開発においても果樹栽培での省力・軽労化の必要性が改めて求められている。農水省が示した新たな研究目標では果樹の慣行作業での「年間総労働時間」を20%削減することが掲げられている。これを受けて、(独)農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)は平成23年度から5年間の第3期中期計画期間に入るに際し、果樹栽培における主要な技術開発の目標の一つは園地・樹体管理作業の省力・軽労化と位置づけ、樹種に応じた技術開発を進める計画である。

省力・軽労化の方策としては、機械、装置の開発などいろいろな観点からのアプローチがありこれまでも取り組みが進められてきたが、その中でも植物生育調節剤（以下植調剤）を利用した技術は重要な位置づけにある。本稿では果樹における植調剤を利用した省力・軽労化研究や技術開発の現状とともに、今後の可能性や課題について述べたい。



図－1 主な果樹の全国平均労働時間と農業所得

(数値は労働時間 (年・10a) および農業所得 (千円・年・10a), 農水省農業経営統計調査 平成 19 年産品目別経営統計)

2. 果樹における省力・軽労化の研究と技術開発の現状と課題

1) 果樹の栽培管理における労働時間

主な果樹の年間の労働時間 (全国平均) を比較すると、ブドウが最も高く、ナシやモモなどの落葉果樹も概して高い。各樹種の平均農業所得をみると樹種によって大きな差異がある (図－1)。他の農業経営費構成要素を考慮しなければ単純な比較はできないが、労働時間あたりの所得が高いほど有利な経営と考えることができる。比較的農業所得が高いブドウ、ナシ、モモでさらに省力・軽労化を図ることができれば経営面によりプラスとなる。

農業経営費における雇用労賃割合をみると、リンゴ、ミカンがそれぞれ 11.6 および 8.1% であるのに対して、ブドウでは 6.2, ナシ 6.5, モモ 6.8% であり、これらの樹種では家族労働時間の割合が高いことが伺える。省力・軽労化によってさらに雇用労賃の縮減、あるいは高品質化の

ための管理への集中を図ることによって、経営費の削減や収益向上へもつなげることができると考えられる。

図－2 には主な樹種における全国平均の作業別労働時間割合を示している。樹種によって特徴があり、同じ樹種でも地域によって作業内容がいくぶん変化している場合があるが、各樹種にほぼ共通してみられるのは収穫、摘果等の着果管理、整枝・せん定の 3 つの作業時間割合が高いことである。省力・軽労化技術の開発においては、こうした労働時間の長い作業に対する方策を講じていくとともに、立地などの園地条件、労働強度ならびに作業の競合性や短期間での集中程度などからも具体的な改善策を検討する必要がある。

2) 省力・軽労化の技術開発の現状

これまでの果樹栽培の長い歴史の中においては、表－1 に示すようにいろいろな視点から省

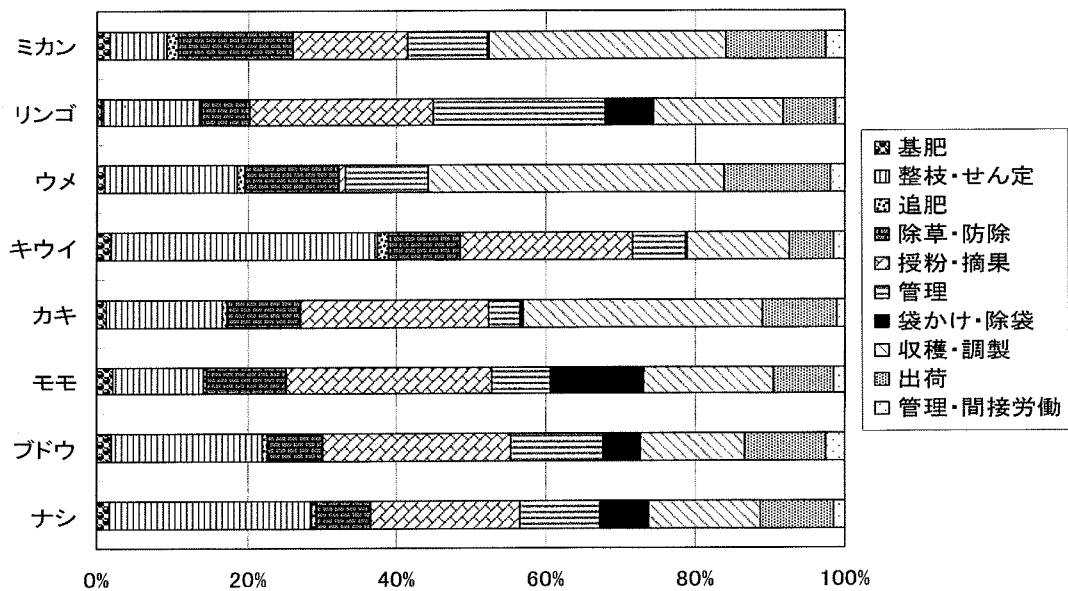


図-2 主な果樹の全国平均作業別労働時間割合
(農水省農業経営統計調査平成19年度 品目別経営統計)

表-1 果樹における主な省力・軽労化技術の事例

(1) 樹体管理法	(2) 道具・装置	(3) 機械・機器	(4) 広域管理法	(5) 植物生育調節剤利用
わい化栽培・根域制限栽培等	花穂整形器 花冠取り器	剪定枝処理機 作業アシスト装置	肥効調節型肥料 自動灌水装置	除草剤 (茎葉処理、 土壌処理)
樹形制御・仕立て (平棚、一文字整枝等)	電池式剪定鋏	運搬車・高所作業台車・草刈機	溶液受粉(キウイ等) 草生栽培	生育調節剤 (結実管理、新梢管理、品質管理、 収穫管理)
ジョイント栽培	人工受粉器	SS・施肥機	園地整備・防草シート	

力・軽労化につながる技術が開発されてきた。基本的には管理しやすいよう樹体をできるだけ小さくし、着果位置も可能な限り画一化する方法が重要である。また、手作業を補完する道具・装置開発、労働強度や危険性の高い作業を支援す

る機械・機器開発ならびに他の個別作業を補完する技術などに大別される。その中でも植調剤はきわめて重要な位置を占めており、今後の技術についてもこのような観点に沿った開発が進められると考えられる。

3) 省力・軽労化技術における植物生育調節剤の役割

前述したように、わが国の果樹生産は外見的にもきれいで内容的にもおいしい果実生産を手作業を中心に行ってきた。わが国のこのような品質的に優れた特質を活かすために、現在、果樹の省力・軽労化に使われている植調剤は果実品質への影響についても検討を行った上で登録されたものである。品質を保持しながら、新梢伸長の制御、着花制御、摘花・摘果、着色管理など、労力がかかる多くの手作業をサポートする効果が期待されている。また、除草剤を含めた果樹対象の植調剤は多岐にわたっており、種類も多い。

3. 果樹における植調剤の省力・軽労化効果と今後の展開

1) 除草剤

果樹園管理において省力・軽労化に最も大きな役割を果たしている植調剤は除草剤といえる。雑草管理に関する省力程度を試算した例はあまり多くないが、草刈り（鋏や除草機で地表面を削る方法）では、32時間40分（年間、10アール当たり）を要し、鎌による草刈りでは19時間14分、草刈機の利用では16時間程度を要している（機械の性能、機械の精通程度などが能率に大きく関係）。これに対して、雑草の発生初期にターバシル、DCMUを1回、生育期にパラコートを2回処理した場合、1回の散布は2時間、年間では6時間の労力で防除が可能となる事例もある。除草剤の利用では、樹種や栽培形態、気候、地域による発生雑草の種類、草種の占有程度によって、剤の種類や散布回数は異なるが、温暖地のカンキツ園の事例では、①冬期に土壤処理剤＋接触剤の混用散布あるいは3月にバスタ

を散布、②梅雨明け7月上旬にグリホセート剤100倍を平地に散布、③8月下旬にグリホセート剤を全園散布、④発生状況により10月上旬にグリホセート剤散布、など年4回の散布が行われている。最近では、少水量散布、塗布処理等の技術が開発され、除草剤を利用したより高度な雑草管理の省力化の可能性も広がりつつある。

2) 枝梢管理・樹勢制御

枝梢管理では、図-2の作業別労働時間をみると、新梢管理を含む整枝・せん定作業が年間の全労働時間の約10～20%を占めている。特にキウイフルーツやナシ等の棚栽培樹体での割合が高い。冬季のせん定作業そのものには植調剤利用は困難であるが、新梢の管理では伸長抑制あるいは促進のための植調剤の利用が有効である。不要な徒長枝の発生を植調剤で抑制できれば整枝・せん定作業時間の短縮につながる。

カンキツの新梢管理では適切な樹体栄養や着果によって不要な夏秋梢は出さないような管理が基本であるが、カンキツやキンカンの夏秋梢が発生した場合には、伸長の抑制にエチクロゼート乳剤が利用されており、温州ミカンではNAA（1-ナフタレン酢酸ナトリウム水溶液）が新たに登録された。

落葉果樹でもメピコートクロリド液剤がブドウの新梢伸長抑制剤として登録されている。また、伸長促進剤ではジベレリン塗布剤がニホンナシで登録されており、側枝確保や予備枝育成のために利用されている。

樹勢制御ではジベレリンの水溶剤や乳剤を用いたカンキツの花芽抑制による樹勢の維持があげられる。隔年結果で翌年が成り年（表年）である場合に、花芽を抑制することで樹勢の低下を防ぐとともに、摘果作業などを省力化すること

ができる。さらに、ベンジルアミノプリン液剤によるハウスミカンなどでの着花促進や新梢発生促進による樹勢の維持、強化が可能である。

3) 着果・結実管理 (摘花・摘果, 着花)

結実管理は、収穫作業とならんで最も作業時間を要するものであり、摘果をほとんど行わないウメなどを除くと、受粉が不要な温州ミカンやカンキツでも約15%, リンゴやキウイ, カキ, モモ, ブドウなど多くの落葉果樹の各樹種で全作業時間の20%以上を占めている。果樹の結実管理は高品質果実の生産や樹勢管理からも必須の作業であるとともに比較的短期間に行う必要があり、作業時期もカンキツの摘果は夏季の酷暑の折に行われるために作業負担としても大きく、その軽減が求められている。このように結実管理の省力・軽労化は大きな課題であり、従来から種々の植調剤が検討されてきた。

温州ミカンでの摘果剤利用の重要性は高く、NAAが1969年の登録後1976年に登録失効になるまで有効な摘果剤として利用されてきた。その後新たな摘果剤として、エチクロゼート乳剤が全摘果および間引き摘果剤として利用されてきたが、NAAが2009年に再度登録されている。NAA散布はエチクロゼートと比較するとエチレンの発生が短期に集中するため、安定した効果が得られることなどから、その利用が拡大すると考えられる。両剤とも同じオーキシン活性を持つ剤であるが、移行性が異なりNAAは長期間茎葉部にとどまるが、エチクロゼート剤は根に移行することが明らかにされ、発根抑制により樹勢低下の要因になることも指摘されている。処理方法でもNAAは枝単位で散布しても効果の減少は少ないと考えられる。今後これらの二つの剤を中心にして、エチクロゼート剤

は強樹勢樹に利用するなど、それぞれの剤の特徴を活かして摘果作業の効率化と適正化が図られることが期待される。これまでの試験事例では温州ミカンの全摘果労働時間は手による摘果と比べて、エチクロゼート散布では1樹当たり64~72%の削減が可能である(広島県)。

リンゴでは摘花剤としてギ酸カルシウム水溶液や石灰硫黄合剤が、摘果剤としてNAC水和剤、マラソン・NAC水和剤が登録、利用されている。ギ酸カルシウムは訪花昆虫に影響の少ない剤として利用されている。摘果剤や摘花剤を利用することにより、摘果作業時間の大幅な削減が可能であることが示され、摘花剤の使用により、摘果作業時間の40%前後の省力化が可能であること、また摘花剤と摘果剤の体系的処理により、摘花剤単用よりさらに30%程度の省力化が期待できる結果が得られている(岩手県)。

西洋ナシではエテホン液剤が摘花、摘果剤として利用可能である。

4) 品質管理

前述したようにわが国の果樹栽培では手作業による高品質果実生産を特徴とする作業が行われており、収益性を向上させるためには品質管理が不可欠である。品質の構成要素も多岐にわたるため、無核化、果実(果粒)肥大、着色制御、熟期促進、果実障害軽減など、目的に応じて多くの植調剤が登録されている。これらの剤は生産者の生産技術をサポートするものであり、あるいは一時的な異常気象などの条件下でも一定品質の果実を確保することを支援する場合に役立っている。これらの中で栽培管理の省力性を高める効果の大きい植調剤の使用について述べたい。

ブドウのジベレリン処理による無種子化と果



図－3 花冠取り器（薬師寺ら）

粒肥大促進は多くの品種で登録・利用されており、果樹の代表的な利用法であるが、農研機構果樹研究所では灰色カビ病の原因となる花冠（花かす）をジベレリン処理と同時に取り除くことができる「花冠取り器」（図－3）の開発を進めて大幅な省力・軽労化に貢献している（薬師寺ら）。これはジベレリン溶液を入れるカップの上部に花穂が通過できるブラシを取り付けることで、第1回目のジベレリン処理と同時に花かすを簡便にこすり落とせる道具である。このことによってジベレリン処理と時期的に競合する花冠取り作業を一度で行うことができるようになった。この花冠取り器は市販化予定である。また、ブドウ‘キャンベルアーリー’（有核栽培）でジベレリン処理により果房の伸長を促進することで、摘粒の省力化を図ることが実現している。慣行法と比べると10アール当たり人数、時間とも50%以下の削減が可能になることが示さ

れている（河瀬）。これは巨峰系4倍体品種（無核栽培）でも登録が行われている。

常緑果樹ではオーキシシン系薬剤であるエチクロゼート乳剤が温州ミカン、カンキツの熟期促進に利用されている。これは前述した摘果（間引き摘果）を兼ねて行う場合と、熟期促進だけを目的とする場合がある。本剤による熟期促進の機構は十分には明らかではないが、根への移行に伴う発根抑制、養水分の吸収制限につながり、水分ストレスと同じ状態となって果実の成熟促進を進めていることが一要因とも考えられ、着色も促進される。摘果を兼ねた処理では省力性と品質向上の両方の効果が期待できる。

リンゴの赤色系品種では果実の着色を促進するために、摘葉（葉摘み）作業が一般的に行われている。このような着色管理は全労働時間の約20%を占めており、作業的にも収穫作業との競合が問題となる場合もある。この摘葉作業に植調剤を利用することで大幅な省力的着色管理が可能となっており、キノキサリン系・MEP水和剤が‘ふじ’などで登録されている。収穫前40日～50日前に散布した場合、慣行として2回行われる葉摘み作業の1回目が不要となり、摘葉労働時間の約50%の省力が可能となることが示されている（佐々木）。

5) 収穫管理

収穫作業も手作業で行われているもので、樹種により程度の違いはあるが種々の管理の中で最も時間、労力を要する作業のひとつである。ウメなど加工用の一部の果実以外は鉢による収穫が行われている。わが国での生食を中心とした果実販売では外見も含めた品質が重要であるために、一個一個の果実を丁寧に取り扱い、調整、出荷することが必要であるために、生

食用での機械収穫は実現していないのが現状である。

しかし、これからの省力化の方向性として、果実の利用用途に応じて収穫作業時間を軽減していく方法を考える必要がある。現在、植調剤としては、カンキツのハッサクにおいて離層形成を促進するエチレン発生剤としてエスレル液剤が登録されている。ハッサクは離層が形成されやすい品種であるため、エスレル処理によって離層形成を促進して確実に引きもぎができるようになる。引きもぎ収穫が実現すれば収穫時間は鉄を利用する慣行の場合と比べて40～50%以上の時間短縮、省力化が図られると考えられる。外観を生食用ほど気にしなくても良い加工用としての用途であれば他のカンキツにおいても引きもぎ収穫の可能性も高い。

今後、果実の需要拡大のための方策として新たな果実加工品の開発が指向されると考えられ、農研機構果樹研究所で育成した加工性の高いカンキツ素材（農6号など）では、これからの第6次産業化の展開とも関連した加工専用園地化の動向もみられている。こうした園地を対象として今後植調剤を利用した引きもぎ技術を確認し、大幅な低コスト省力生産技術の体系化によって加工用の専用園地化、あるいは大規模化も期待できる。

4. 植調剤を利用した省力・軽労化技術の導入と開発の課題

1) 省力・軽労化と低コスト化、導入費用

省力化が経営費の低コストに繋がる効果としては、労働時間の削減による雇用労賃、家族労働費の削減効果がある。また、短縮された時間の品質向上管理への振り向けなどによって収益の向上に繋げる可能性も期待される。栽培技術

は導入費用がかかる場合があるが、技術の効果が高いときには、必ずしも技術自体の費用のみを最優先させて導入を判断することはできないが、植調剤を利用する場合でも園地条件や経営条件に応じて、省力効果とそれによる波及効果ならびに導入費用を考慮することは経営上重要である。

生産者にとって、省力・軽労化技術は、単に労働従事時間の短縮や労働強度の軽減で品質向上に直結しないという認識もみられる。しかし、作業時間の短縮のみでなく、品質の向上、収量の確保や安定化にもつながる植調剤を上手に利用することで収益の改善、向上につながる可能性は高いといえる。技術の導入では、使用する剤による品質や収量への影響を勘案するとともに、対象園地、散布に要する時間などを考慮して最適な植調剤の選択を行うことが重要である。

2) 今後開発が求められる省力・軽労化に利用できる植調剤

多くの植調剤が利用され果樹栽培の省力・軽労化に対する貢献が大きいが、これからも植調剤は省力技術開発の一翼を担う分野として比重はますます大きくなる。現在利用されている植調剤に加えて、今後必要とされる剤としては、カンキツでの摘花剤、カンキツ・リンゴ以外での摘花・摘果剤、カンキツやブドウ以外での新梢伸長の抑制が可能な剤などが求められており、こうした観点からの植調剤の開発が必要と考えられる。さらに、各樹種において共通的に労働時間を長く要する作業に収穫と摘果がある。摘果についてはいくつかの植調剤が利用できるが、収穫についてはハッサクのエスレルのみである。収穫作業の省力化は重要でかつ困難な課題であるが、今後は植調剤利用の研究の進展とともに

機械の利用も合わせて収穫技術開発を検討していく必要がある。

5. おわりに

植調剤のそれぞれには使用基準があるが、年による環境条件や園地による樹体条件の相違などによって効果が必ずしも安定しない場合もあり、樹体や果実の生理反応、あるいは園地立地、気象に応じたより効果的な植調剤とその利用方法の確立が求められる。

また、繰り返しになるが果樹栽培においては省力・軽労化は大きな課題であり、その中で植調剤の果たす役割はきわめて大きい。これからは効率的散布方法なども合わせて考慮していくことによって、より効果的、低コストで高度な省力・軽労化技術の一つとして発展させていくことが重要である。

参考文献

- 1) 岩手県農業研究センター(2000): リンゴ摘花剤・摘果剤利用による省力効果. 研究レポート No.90. http://www.pref.iwate.jp/~hp2088/repo/90/Report_090.htm
- 2) 広島県農業技術センター果樹研究所 (2000): ウンシュウミカンの薬剤による全摘果の省力化と翌年の果実生産.平成12年度近畿中国農業研究成果情報. http://wenarc.naro.affrc.go.jp/seika/seika_nendo/h12/h12bukai.html
- 3) 河瀬憲次(1969): ジベレリンによるブドウ・キャンベルアーリーの摘粒省力・軽労化について. 植物の化学調節 4(1)68-73.
- 4) 農研機構果樹研究所(2011):かんきつ中間母本農6号. <http://fruit.naro.affrc.go.jp/KIH/data/tyubo/kankitsunou06.html>
- 5) 森永邦久(2011): 省力・軽労化における課題と今後の研究及び技術開発の方向.平成22年度落葉果樹研究会資料(農研機構果樹研究所編).5-8.
- 6) 農林水産省技術会議事務局編 (1999): 果樹栽培の低コスト・省力・軽労化技術.農林水産研究文献解題.No.22.
- 7) 農林水産省 (2011): 農業経営統計調査 <http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>
- 8) 佐々木仁(2010): 結実管理技術 リンゴの省力的着色管理.新技術導入・経営改善の手引き.中央果実基金協会編.85-86.
- 9) 葉師寺博ら (2009): ジベレリンとブドウ花冠取りの同時処理による花冠取りの省力・軽労化効果.園芸学研究, 8(2):209-213.