

第 I 章 序論

第 1 節 研究の背景と目的

我が国におけるキュウリ (*Cucumis sativus* L.) は、2008年の産出額1,417億円、作付面積12,500 haで、産出額はトマト、イチゴに次ぐ重要な野菜である (農林水産省大臣官房統計部, 2010)。キュウリは、かつては野菜の中で最も産出額が多い施設野菜の代表格であったが、この10年で作付面積は22%減少し (農林水産省大臣官房統計部, 2010; 農林水産省経済局統計情報部, 2000)、産出額では1994年にトマトにトップの座を譲り (農林水産省経済局統計情報部, 1996)、さらに1996年にはイチゴにも抜かれてしまった (農林水産省経済局統計情報部, 1998)。

2008年の産出額全国第5位の千葉県においても同様の傾向で、作付面積は1998年の675 haから2008年の544 haと20%、産出額は117億円から99億円と15%減少した (農林水産省大臣官房統計部, 2010; 農林水産省経済局統計情報部, 2000)。一方、施設野菜の生産者の平均年齢は55.5歳、その内65歳以上の就業者の割合は33.9%と推定され (千葉県, 2006)、高齢化が進んでいる。

このような急激な作付面積の減少の背景として、キュウリの消費低迷や後継者の減少、生産者の高齢化に加えて、次に挙げるような収益性の低下や生産上の問題が指摘される (千葉県農林水産技術会議, 2007; 河野, 2000; 黒木, 2000; 大越, 2000; 坂田・鈴木, 2008)。

千葉県におけるキュウリ促成栽培の代表的な産地における経営試算によると1996年には10a当たり収量は15 t、農業所得2,117,909円、1時間当たり所得1,845円 (千葉県農林技術会議, 1996) であったが、2010年では10a当たり収量が15 tで変わらないのに対して、農業所得は1,267,450円、1時間当たり所得は1,085円 (千葉県農林水産技術会議, 2010) となり、大幅な所得低下が生じている。この要因として、集選果施設整備に伴って選果手数料が追加されたこと、肥料、農薬等の生産資材及び燃料等の価格が上昇している一方で、キュウリの市場価格が低迷し、収量は横ばいで生産性の向上が図られていないことが挙げられる。

また、キュウリの生産上の問題としては、生育促進と増収を図るために栽培施設内を高温・高湿度に管理するいわゆる「蒸し込み栽培」が行われており、劣悪な温熱環境下での日々の作業が後継者にキュウリ生産の魅力を失わせるとともに、雇用労働力の確保を困難にしている。さらに、作業の分業化が進展する中で購入苗が増加しており、このような中で奇形葉の発生が問題となった (千葉県農林水産

技術会議, 2007)。

今後、キュウリ産地の維持・発展を図るためには、生産性の飛躍的向上を実現するとともに、雇用労力の導入及び作業の分業化による規模拡大を推進することによって所得の向上を図ることが求められている。これらを推進する上での重要な課題が生産性の向上、労働の快適化、苗の生産安定 (千葉県農林水産技術会議, 2007) で、これらは全国の主要なキュウリ産地における共通の課題でもある (川島, 2010; 河野, 2000; 黒木, 2000; 宮本・阿部, 2000, 2004; 大越, 2000; 大森, 1999; 坂田・鈴木, 2008) と同時に、我が国の施設園芸における重要な課題ともいえる (荒木, 2008; 兵藤, 2003; 板木, 2003, 2009)。このような背景のもとでキュウリ産地の維持・発展に寄与する技術開発を目的として、次の3つの生産技術上の課題に取り組んだ。

本論の第II章では、キュウリの促成栽培における生産性の向上を目的とした二酸化炭素の効率的施用法について検討した。

1800年ころに初めて大気中の二酸化炭素濃度の富化によって植物の生長を促進することが観察され、二酸化炭素施用技術は1900~1930年代初期に欧米を中心として実用化に向けた研究が実施され、スカンジナビア諸国では1970年代にレタスで実用化され、1980年代には欧米を中心に温室で栽培される様々な作物で二酸化炭素施用が行われるようになった (Mortensen, 1987)。

我が国でも、二酸化炭素施用に関する研究は1960年代に開始され (藤井・伊東, 1964)、1970年代になってその関心が急速に高まり、多くの研究が実施された。これらによって得られた成果は、「野菜の炭酸ガス施用に関する試験研究打ち合わせ会議」でとりまとめられた (野菜試験場, 1977)。その後、二酸化炭素施用技術は個別技術から複合環境制御技術の一部として組み立てられ (長岡・高橋, 1983; 関山, 1975)、施設内環境制御技術の重要な部分を占めるに至った。二酸化炭素施用技術の実用化に伴い、施設で栽培される野菜を中心に二酸化炭素施用装置の導入が進み、2007年には全国で1,369 haにまで拡大した (農林水産省生産局生産流通振興課, 2009)。

我が国における現在の施設栽培キュウリに対する二酸化炭素施用基準は、日の出30分後から換気を開始するまでの2~3時間、換気をしなくても3~4時間、晴天時で1,000~1,500 ppm、曇天時で500~1,000 ppmとされ (大須賀, 2003)、本基準は1977に作成されて以来変更されていない (野菜試験場, 1977)。

本基準の施用時間は、換気中に二酸化炭素を施用しても

室外へ散逸して不経済であるとの考えに基づいているが、換気を行っている時間帯でも作物の群落内及び葉面周辺では二酸化炭素濃度が大気より低下することがしばしば観察される(伊東, 1970, 1971; Slack・Hand, 1985)ことから、換気後も二酸化炭素を施用すれば物質生産が促進され、さらに増収する可能性があると推察される。また、大気中の濃度よりやや高い500~800 ppm程度に二酸化炭素を施用すれば、換気による室外への二酸化炭素放出割合が低下し、施用した二酸化炭素の利用率は高まると考えられる(Kamp・Timmerman, 2004; Mortensen, 1987)。そこで、大気中の濃度よりやや高い500 ppmを目標に二酸化炭素を換気中にも施用する管理法が、促成栽培キュウリの生育と果実収量に及ぼす影響を明らかにするとともに、その経済性評価を行った。

本論の第Ⅲ章では、キュウリの促成栽培における労働の快適化を目的として、温度管理が温熱環境、作業負担及びキュウリの生育・収量に及ぼす影響を検討した。

近年、生産者の高齢化、後継者不足、雇用の確保などを背景として、労働の快適化や作業の省力化を目指した様々な取り組みが行われてきた。そして現在、キュウリの生産地では、機械化、施設の装置化の進展、大型集選果施設の整備により省力化・軽作業化・労力削減がかなり進み(千葉県農林水産技術会議, 2010; 川島, 2010; 河野, 2000; 黒木, 2000; 大越, 2000)、残された重要な課題が高温・高湿度管理をしている施設内作業環境の改善である(阿部, 2000; 千葉県農林水産技術会議, 2007; 平間, 2009; 川島, 2010; 河野, 2000; 宮本・阿部, 2000, 2004)。

キュウリは高温・高湿度管理をすると生育が促進される(岩切・稲山, 1975; 長岡ら, 1984; 崎山ら, 2002; 矢吹・宮川, 1970)ため、光合成が盛んに行われる正午ころまで、施設内を気温30~33℃、湿度70%以上にする温・湿度管理が行われている(宮本・阿部, 2004; 土岐, 1987)。

このようなキュウリの生育にとって好適な環境は作業者にとっては不快な環境であり、労働の快適化を図るための様々な工夫や研究が行われてきた。雇用を導入している経営体では、雇用を確保するために自動換気装置による急激な温度変化の緩和、循環扇や遮光資材の利用による温度上昇の抑制などの対策が試みられているが、さらに改善が望まれている(川島, 2010)。

キュウリの施設栽培における作業の快適性に関する環境要因としては、施設内の温度が最も大きいと考えられる(小嶋, 1978)ことから、施設の換気温度を25℃もしくは29℃に低下させて労働の快適化を図ろうとする試みがなされてきたが、キュウリの初期収量が低下したり、快適化が不十分であったりする問題があった(平間ら, 2002; 宮本・阿部, 2004)。また、対策として検討された施設内へ

の細霧噴霧は、室内の湿球黒球温度(Wet Bulb Globe Temperature, ISO7243, 1989. 以下, WBGTとする)を低下させるものの、湿度を高めてべと病や褐斑病の発生を助長する問題があった(阿部, 2000; 松沼, 2006)。

著者は、崎山ら(2001)が報告した気温を低下させてもその後一時的に高温にすると物質生産量の低下が相殺されることに着目し、この温度管理を応用することでキュウリの初期収量を低下させることなく、施設内の作業の快適化を図ることができないかと考えた。

温室内での労働の快適化を目指す本研究は、収穫作業時間帯の午前中の施設内温度を下げ、その代わりに作業終了後に一時的に昇温させる温度管理(以下、変温管理とする)が、施設内の温熱環境、作業者の労働負担及びキュウリの生育・収量・品質・病害の発生に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

第Ⅳ章では、キュウリの育苗の分業化を推進する上で生産上の問題となっている奇形葉の発生要因と防止法について検討した。

我が国で経済栽培されるキュウリの約8割で、接ぎ木が行われている。その主な目的は、つる割病、急性萎ちょう症、ネコブセンチュウなどによる土病病害虫回避、ブルームの発生防止、低温伸長性付与、長期安定収穫を可能にする草勢維持・強化などである(野菜・茶業試験場, 2001)。接ぎ木方法は、これまで主に呼び接ぎが行われてきたが、近年、苗生産の分業化が進むとともに、生産者の高齢化や栽培規模の拡大とともに苗専門業者が生産する購入苗の利用が拡大し、これに伴って接ぎ木法は従来の呼び接ぎが減少する一方で、幼苗斜め合わせ接ぎや断根挿し接ぎ、挿し接ぎが広く行われるようになってきた(野菜・茶業試験場, 2001)。

このような新たな接ぎ木法が開発され普及していく中で、1990年代半ば頃から接ぎ木苗に発生する奇形葉が長野県や愛知県、埼玉県、愛媛県などで問題となり、発生要因の究明と防止対策に向けた研究が行われてきた(大川・大竹, 2000; 山口, 1999; 大和, 1999; 野菜・茶業試験場, 2001)。奇形葉の発生には、穂木の播種から接ぎ木までの期間が短かったり、接ぎ木直後にホウ砂0.2%液を葉面散布することにより防止できる、接ぎ木前後の気温が関係し(浅尾ら, 2004; 大川・大竹, 2000; 山口, 1999; 大和ら, 1999)、奇形葉発生に対する台木の品種間差異はないとされる(大和ら, 1998)ものの、その発生のメカニズムには不明な点が多い(渋谷, 2009)。

千葉県においても接ぎ木苗の奇形葉の発生が問題となったが(千葉県農林水産技術会議, 2007)、現地調査において主に苗の段階、すなわち第2~4葉に奇形葉が発生して定植後に展開する葉にはほとんど発生しないこと、台木品

種によって発生に差のあることが観察され、これまで報告された奇形葉とは発生部位や発生の品種間差異などが異なっていた。

そこで本研究は、千葉県で問題となった奇形葉の発生に及ぼす接ぎ木方法と台木品種の影響を明らかにすることに加え、防止対策とされるホウ素の奇形葉発生防止効果を確認するとともに、接ぎ木前後に与えるホウ素が接ぎ木後の生育と奇形葉の発生に及ぼす影響を明らかにしてホウ素の効果について考察を加えるとともに、これまでに行われたキュウリの奇形葉に関する研究についての総括を試みた。

以上の3課題からなる研究は、キュウリの促成栽培における生産性の向上、温度管理による労働の快適化、苗の生産安定を目指し、これらの技術開発によって魅力あるキュウリ経営の構築に資することを目的とする。

第2節 謝 辞

本論文は千葉大学大学院園芸学研究科博士後期課程において作成したもので、論文をとりまとめるにあたり千葉大学大学院園芸学研究科教授篠原 温博士及び同准教授丸尾達博士には指導教授として親身な御指導と御助言を賜った。千葉大学大学院園芸学研究科教授三位正洋博士及び田代亨博士には貴重な御意見、御指導を賜った。千葉県農林総

合研究センター前センター長宇田川雄二博士には、試験研究遂行の指導を受けるとともに、論文の作成・投稿を強く勧めてくださり、著者の背中を後押ししていただいた。本研究は、現在、千葉県農林水産部農林水産政策課崎山 一主幹が取り組んでいた研究課題を引き継いで実施したもので、現場の重要な課題を扱った独創的な研究テーマを与えていただいた。崎山氏には、試験方法から論文の作成に至るまで多くの労を煩わせた。MKVドリーム(株)土屋 和技術士には試験の遂行及びデータの解析等で多大な協力をいただいた。千葉県農林総合研究センター北総園芸研究所東総野菜研究室草川知行主席研究員には、労働の快適化に関する調査に協力いただいた。同前生産環境部病理研究室長竹内妙子博士には、病理実験の指導をいただいた。同センター長小山 豊博士及び川瀬信三次長には、励ましの言葉をかけていただいた。同企画経営部長片瀬雅彦博士には統計処理の方法について有益なアドバイスをいただいた。同前北総園芸研究所長松丸恒夫博士には論文の校閲をいただいた。同企画経営部企画情報室大木 浩主席研究員には、試験の遂行及びとりまとめに際して有益なアドバイスをいただいた。また、実験の遂行において千葉県農林総合研究センター生産技術部野菜研究室内の諸氏には多大な協力をいただいた。ここに記し、衷心より感謝の意を表する。