

氏名	赤池 一彦
学位(専攻分野の名称)	博士(環境共生学)
学位記番号	甲第725号
学位授与の日付	平成28年3月20日
学位論文題目	混作や間作など作付構成の多様化を利用した野菜の有機栽培に関する研究
論文審査委員	主査 教授・博士(生物環境調節学) 濱野 周 泰 教授・博士(農学) 両角 和 夫 教授・博士(農学) 小池 安比古 名誉教授・農学博士 後藤 逸 男 教授・博士(農学) 五十嵐 大 造

## 論文内容の要旨

### 研究の目的

環境保全型農業の一形態である有機農業は、環境負荷の低減、自然循環機能の増進、生物多様性保全に資する農法として、国や各地方自治体において推進されている。しかし、化学合成農薬や化学肥料を用いない有機農業は、現状では安定生産を図るための普遍的な栽培技術が確立されておらず課題となっている。そこで、本研究では、露地野菜の有機栽培を対象とし、伝承的、経験的に行われている混作や間作を用いた耕種手法の有効性を明らかにし、本栽培法の普遍性を実証することを目的とした。

具体的な個別研究として、(1) 野菜の品目や作付時期の違いによる栽培難易度の把握、(2) 現地有機栽培圃場の実態調査による有用な耕種的要因の抽出、(3) 混作・間作の有無や、混作・間作方法の違いによる病虫害軽減や生産性向上に対する効果、(4) 多品目作付け、混作や間作、雑草草生などの圃場管理形態が、自然循環機能など有機栽培が本来果たすべき役割の評価等についてそれぞれ検討した。

### 結果および考察

#### (1) 有機栽培が可能な露地野菜の品目と栽培時期

1998~2000年の3年間で15品目の野菜を供試し、年間を通じた作付けを行い、病虫害の被害度と可取収量を判断基準として、有機栽培の可否や難易度について慣行栽培と比較した。その結果、害虫防除を行わなくても、化学肥料や化学農薬を用いた慣行栽培と比べて80%以上の可取収量を得ることができる露地野菜の品目は、ホウレンソウ、レタス、ニンジン、ネギ、パレイシヨ、カボチャ、ハクサイであった。一方、害虫の被害を受けや

すく、いずれの時期においても無化学農薬栽培が困難な品目は、キャベツ、コマツナ、チンゲンサイ、コカブ、ダイコンであり、アブラナ科野菜の栽培難易度が高い点が課題であった。

#### (2) 山梨県北杜市における野菜の有機栽培圃場の実態調査からみた耕種的特徴

現地の有機栽培圃場において野菜の有機栽培が成立している要因を、農家が実践している栽培諸条件の中から抽出するために、2003~2004年に山梨県北杜市の有機栽培農家5農家(経験年数10~30年、生産規模2~8ha)を対象に、作付け実態調査を行い、次のことを明らかにした。

作付け品目は30種類ほどで、中でも果菜類と葉菜類の数種類を中心品目として位置づけていた。作り易さや早晚性、収量性、耐病性の有無など、作付け品目に合わせて品種を選択していた。同一圃場に複数品目が作付けられるよう、畦毎にブロック状に配置した混作を行っていた。果菜類では病虫害、葉菜類では虫害対応策として、耐病性品種の利用、適期作付け、疎植、雨よけ、被覆資材の利用等の手段を講じていた。通路幅を広くとった疎植栽培として、採光、通気性の確保を行い、畦間や畦畔には自生する雑草を生やした草生管理を行っていた。一方、慣行栽培圃場は畦間を裸地状態としていた。有機栽培圃場では、慣行栽培圃場と比べて、多くの種類の土着天敵が認められ、生息数も多かった。連作障害が発生しやすいナス科野菜栽培では、圃場のローテーション間隔を3年以上としていた。

#### (3) 混作や間作(畦間の雑草草生)が野菜の病虫害軽減や生産性向上に及ぼす影響

病虫害の被害軽減や安定生産に大きく寄与すると推測

される「混作、間作（畦間の雑草草生）」を用いた栽培法について、2008～2012年に葉菜類のキャベツ、ブロッコリー、果菜類のキュウリをそれぞれ対象とし、混作や間作の有無や混作方法の違いによる病害虫被害や生産性について栽培試験を行い、次の結果を得た。

春作キャベツ、秋作ブロッコリー栽培で、畦間を雑草草生で被覆、あるいはシロクローバで間作すると、チョウ目害虫やダイコンアブラムシの被害が少なくなり可販株率が高くなった。また、捕食性の土着天敵、クモ類やゴミムシ類が畦間裸地の圃場と比べて多くなった。間作に加え、ネギ類やレタスと混作すると、虫害はさらに少なくなった。レタスと混作する場合、株毎の交互作付けが、畦毎の交互作付けと比べて可販株率が高くなった。

夏秋キュウリ栽培では、ニガウリをキュウリと同一畦内で6株毎に交互混作すると、混作しない場合と比べて、キュウリ1株当たりの上物収量が約7%、上物率が約6%高くなった。ニガウリをキュウリの畦に対して垂直に障壁として混作すると、混作しない場合と比べて上物収量が約10%、上物率が約11%高くなった。ニガウリとの交互混作により、キュウリ葉の炭疽病被害軽減、ウリハムシによる食害軽減が図られた。また、ニガウリの障壁利用により、アブラムシの葉への寄生軽減が図られた。

これらのことから、アブラナ科葉菜類のキャベツ、ブロッコリー栽培では、混作や間作、畦間の雑草草生利用により虫害が軽減し可販株率が向上すること、作付構成が多様化（複雑化）するほど、その効果が大きくなること、間作の効果が混作と比べてより大きいことが明らかとなった。また、混作や間作によりチョウ目害虫の産卵行動が抑制されること、天敵の土着昆虫類が増えることが明らかとなった。キュウリ栽培では、混作の有無や配置の違いによって上物収量や上物率が向上すること、病害や虫害の軽減が図られることが明らかとなった。

#### (4) 野菜の有機栽培における雑草草生を利用した窒素循環

多品目作付けや雑草草生を利用した野菜栽培形態が、物質循環機能など有機栽培の果たすべき役割を明らかにするため、2013年に北杜市高根町で野菜の有機栽培を行う農業生産法人（作付け規模12ha）圃場を対象に次の調査を行った。標高、土壌種、作付け体系がほぼ同等の3地点（有機栽培2年目、11年目、21年目）を調査対象とし、野菜生産量、残渣量、雑草発生量の各乾物量や窒素含有量から圃場10a当たりの窒素還元量を算出するとともに、別途場内試験で緑肥作物（ヘアリーベッチ、ライムギ）を作付けた場合と比較を行い、次の結果

を得た。

有機栽培経過年数が異なる3地点ともに、葉菜類を春期、秋期の年2回作付けており、収穫物の歩留り率は高かった。雑草生育量は有機栽培11年目、21年目圃場で多く、時期毎に草種を変えながら畦間を覆った。雑草の鋤き込み量は年間784～1,103kg/10aで、それによる窒素還元量は23.6～38.6kgN/10aであった。別途場内試験における緑肥作物の鋤き込み量は863～1,576kg/10aで、それによる窒素還元量は31.9～36.4kgN/10aであった。これらのことから、有機栽培で雑草草生管理を行うことで、緑肥を利用した場合と同等以上の有機物補給とこれに伴う窒素還元が圃場でなされていることが明らかとなった。

山梨県内で有機栽培を実践している農家圃場108地点について土壌の化学性を調査したところ、リン酸、加里などの過剰傾向が認められた。また、有機栽培10年以上の一部圃場では、下層土に硝酸態窒素の溶脱が認められた。これら作土の塩基類や下層土の硝酸態窒素の過剰は堆肥投入の連用が要因と考えられた。草生管理を行う有機栽培圃場では、毎年多量の雑草が野菜残渣とともに土壌へ還元されることから、これにともない地力窒素が蓄積すると推測される。そこで、雑草草生による栽培特性を生かし、土壌診断結果に基づいて、堆肥の投入量を経年毎に削減、あるいは地力に応じて調整することで、環境負荷の少ない持続的な有機農業を実現できると考えられた。

## 総括

これらの各個別研究から、野菜の有機栽培で安定生産を図るためには、作付け品目や作付け時期毎の栽培難易度把握、適切な作型の導入、耐病虫害品種の利用、疎植による採光や通風確保、土壌病害回避のための輪作などが重要と考えられた。

一方、本研究の主題である混作、間作、雑草草生を利用した栽培法は、野菜の病害虫による被害軽減や生産性向上に大きく貢献することが明らかとなった。また、これらの圃場において、多様な土着天敵類が温存されること、害虫が寄主作物に対して到達阻害や産卵抑制を受けることなどが認められた。さらに、有機栽培で雑草草生管理を行うことで、緑肥を作付けた場合と同等以上の窒素が圃場へ還元されることが明らかとなった。この特性を生かし、堆肥投入量を削減し、作土の養分バランスを改善すること、下層への硝酸態窒素の溶脱を抑制することが重要と考えられた。

以上のことから、混作、間作、雑草草生を利用した有

機栽培法が、野菜を安定生産するための有効な耕種手法であり、同時に有機農業の意義である環境負荷低減機

能、生物多様性保全（土着天敵温存）、物質循環（窒素循環）の役割を果たすことが明らかとなった。

### 審査報告概要

本研究は、環境負荷低減と環境保全を目的とする農業の一形態である有機農業について、伝承的、経験的に行われている混作や間作を用いた耕作手法の有効性を明らかにし、有機栽培法の普遍性を実証した。アブラナ科の野菜では、畦間の雑草の利用により虫害が軽減することで生産性が向上し、作付け構成が多様化するに従いその効果が大きくなること、間作は混作と比較し効果の大きいことが明らかとなった。また、混作や間作によりチョウ目害虫の産卵行動が抑制され、天敵の土着昆虫類が増えることが明らかとなった。果菜類の栽培では、混作と作物の配置の違いによって生産性が向上すること、病害

や虫害の軽減が図られることが明らかとなった。畦間の雑草管理としての鋤き込みは、緑肥作物を利用した場合と同等以上の有機物補給とこれに伴う窒素還元がなされていることが明らかとなった。本研究は、混作、間作、雑草を利用した栽培様式が、野菜の病害虫軽減や生産性向上、生物多様性保全、物質循環機能といった有機農業が果たすべき環境負荷低減と環境保全の役割を明らかにしたものである。

よって、審査員一同は博士（環境共生学）の学位を授与する価値があると判断した。