学位論文題名

The effect of interseeded cover crop characteristics on weed suppression under organic farming system

(有機栽培において畦間に播種したカバークロップの形質が
雑草の抑制に及ぼす影響)

学位論文内容の要旨

近年、環境保全や食の安全性から注目を集めている有機栽培において、除草に多大な時間が費やされることは農業経営上大きな問題の一つであり、農家当りの栽培面積の拡大を制限する一要因となっている。除草剤を使用しない雑草抑制方法としてカバークロップの利用が試みられているが、カバークロップを主作物と混作した場合、雑草の生育を十分に抑制できない事例や、逆に主作物の生育を阻害してしまう事例が報告されており、その利用にはまだ課題が多い。本研究では、有機栽培におけるカバークロップを用いた雑草抑制方法を確立するため、畦間に播種したカバークロップの形質が主作物の生育および雑草抑制効果に及ぼす影響を検討した。

1. カバークロップの形質と雑草抑制効果との関係

主作物との混作に適したカバークロップの特性を明らかにするため、カバークロップの形質と雑草抑制効果との関係を検討した。カバークロップ形質が雑草乾物重に及ぼす影響は、いずれの年次および生育時期においても、カバークロップ乾物重や草高に比べてカバークロップ植被率(単位土地面積に占める上方から見た植物体面積の割合)で大きかったことから、カバークロップ植被率は雑草の生育に最も強くかつ安定的に関与する形質であると考えられた。特に、草型の大きく異なる10種のカバークロップを用いた実験では、生育後期の草高が低くても高い植被率を確保することによって雑草の生育を抑制する‘秋播き性ライムギ’のようなカバークロップ種が存在し、主作物との混作に適する可能性を持つと考えられた。

2. カバークロップの播種時期が主作物(ダイズ、トウモロコシ)および雑草の生育に及ぼす影響

主作物との混作に適したカバークロップの播種時期を検討するため、上述の試験において雑草抑制効果が高いと評価されたカバークロップ(秋播き性ライムギ、ヘアリーベッチ)を3時期(主作物の植え付け前、植え付けと同時に、植え付け約3週間後の中耕除草時)に播種し、主作物と雑草の生育に与える影響を評価した。カバークロップは雑草の生育を著しく抑制した一方、主作物の生育にも影響を及ぼし、カバークロップを早く播種するほど主作物の収量は減少した。主作物の葉緑素値もカバークロップの播種時期が早いほど低下したことから、主作物とカバークロップ間の養分競合により主作物の収量が減少したと推察

され、主作物の植付け後にカバークロップを播種する方法が最も混作に適していると考えられた。

3. 有機栽培において混作したカバークロップが雑草抑制に及ぼす影響とその年次安定性

主作物の植付け後に畦間に播種したカバークロップが雑草抑制に及ぼす影響とその安定性を、有機栽培圃場（バレイショ・トウモロコシ・ダイズの3年輪作体系）において4年に渡り評価した。主作物植付け3～5週間後に中耕除草を行った区、中耕除草時にカバークロップを播種した区、および主作物の地上部最大期まで手取り除草をした区における主作物の収量に有意な差異は認められなかったが、雑草の生育はカバークロップ処理区で有意に抑制された。主作物+カバークロップの植被率と雑草数との間には有意な負の相関関係が認められたことから、カバークロップにより主作物+カバークロップの植被率が増加した結果、雑草の生育が抑制されたと考えられた。また、カバークロップによる主作物+カバークロップ植被率の増加程度は、主作物の生育が旺盛な年次で小さかった一方で、低温等により主作物の生育が抑制された年次で大きく、カバークロップ有無による雑草乾物重の差異も大きかった。これらのことから、環境条件に起因する主作物の植被率の差異をカバークロップが補償することにより、安定的に雑草を抑制できると考えられた。

さらに、ダイズとトウモロコシにおける雑草の発生分布を比較すると、ダイズでは畦間における雑草が多かった一方で、トウモロコシでは畦における雑草が多かった。主作物+カバークロップの植被率は、ダイズでは畦間で低かった一方で、トウモロコシでは畦で低かったことから、主作物の群落構造（分枝、葉序、葉の向き等）に起因する植被率の違いが、雑草分布における主作物種間の差異に影響したと推察された。

4. カバークロップの植被による雑草抑制メカニズムの解明 —カバークロップの植被は遮光効果のみによって雑草を抑制するのか？—

カバークロップの植被による雑草抑制効果の内、光要因のみによって説明できる割合（以下、PLI とする）を解析するため、寒冷紗による遮光とカバークロップによる植被が、雑草の生育に及ぼす影響を解析した。PLI（＝遮光のみによる雑草減少量 / カバークロップの植被による雑草減少量）は、低遮光条件下では低かった一方、高遮光条件下では高かったことから、光量が制限されるとカバークロップと雑草間の光競合が大きくなり、雑草抑制効果に占める光要因の割合も高くなると考えられた。また、施肥量および灌水量が少ないほどPLIが減少したことから、土壤の養水分量が低下するとカバークロップと雑草間の養水分競合が大きくなり、光競合だけでなく地下部競合も雑草抑制効果に大きく影響を与えると考えられた。

このように、カバークロップと雑草間における光競合と養水分競合のバランスは、遮光および土壤の養水分条件によって変化した。しかし、いずれの条件においてもカバークロップ植被率と雑草乾物重の間には有意な強い負の相関関係が認められたことから、植被率は、地上部の競合（光競合）を直接的に反映しているだけでなく、地下部の競合（養水分競合）も間接的に反映した形質であり、雑草抑制効果を評価する指標として信頼性が高いと考えられた。

以上のように、草高が低く、植被率の高いカバークロップを主作物の植付け後に畦間に播種することで、

主作物の生育を阻害することなく雑草を抑制できることが明らかになった。本研究で得られた知見は、除草剤を使用しない有機栽培における除草作業の負担を軽減し、今後の有機栽培の発展に大きく貢献するものと期待できる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 岩 間 和 人

副 査 教 授 近 藤 哲 也

副 査 教 授 荒 木 肇 (北方生物圏フィールド
科学センター)

副 査 准教授 阿 部 純

学 位 論 文 題 名

The effect of interseeded cover crop characteristics on weed suppression under organic farming system

(有機栽培において畦間に播種したカバークロップの形質が
雑草の抑制に及ぼす影響)

本論文は図 25, 表 27 を含み, 6 章からなる総頁数 155 の英語論文であり, 別に参考論文 2 編が添えられている。

環境保全や食の安全性の観点から有機栽培が注目されているが, 除草剤を利用できないので除草に多大な時間を必要とする。このため主作物の畦間にカバークロップ(地表を覆う作物)を栽培して雑草を抑制する方法が試みられているが, 雑草の成育を十分に抑制できない事例や, 逆に主作物の成育を阻害してしまう事例が報告されている。本研究は, 有機栽培においてカバークロップを用いた雑草抑制方法を確立することを目的にして, 畦間に播種したカバークロップが主作物の成育および雑草抑制に及ぼす影響を検討したものである。

1. 主作物との混作に適するカバークロップ種の選定

9 種のカバークロップについて雑草抑制効果を評価した。カバークロップの草高が雑草成育に及ぼす影響は小さかったのに対して, カバークロップの植被率(地表面の被覆割合)が雑草成育に及ぼす影響は年次や成育時期によらず大きかった。そこで, 主作物との混作に適するカバークロップ種として, 草高が低くても高い植被率によって雑草を抑制できる, 秋播き性ライムギとヘアリーベッチを選定した。

2. カバークロップの播種時期が主作物と雑草の成育に及ぼす影響

主作物としてダイズとトウモロコシを有機栽培した圃場にカバークロップとして秋播き性ライムギとヘアリーベッチを3時期（主作物の植付け前、植付けと同時、植付け3週間後の中耕除草時）に畦間に播種して、カバークロップが主作物と雑草の成育に及ぼす影響を評価した。カバークロップの播種時期が早いと雑草だけでなく主作物の成育にも影響を与え、主作物とカバークロップ間の養分競合によって主作物の葉緑素値が低下して収量が減少した。このため、主作物の植付け後にカバークロップを播種する方法が適すると結論した。

3.カバークロップによる雑草抑制効果の年次安定性

主作物としてダイズ、トウモロコシおよびバレイショを有機栽培した圃場にカバークロップとして秋播き性ライムギとヘアリーベッチを主作物の植付け後に畦間に播種して、カバークロップによる雑草抑制効果の年次安定性を4年間評価した。カバークロップの有無による主作物収量の差異は認められなかったが、雑草の成育はカバークロップ区で抑制された。すなわち、主作物+カバークロップの植被率と雑草数との間には有意な負の相関関係が認められ、低温等により主作物の成育が抑制されて主作物の植被率が低下した年次でもカバークロップの植被率が補償することで主作物+カバークロップの植被率を高く保ち、安定的に雑草を抑制できることが明らかになった。

4.カバークロップによる雑草抑制メカニズムの解明

カバークロップによる雑草抑制が遮光効果のみに起因するのかを明らかにするために、寒冷紗による遮光とカバークロップによる植被が雑草の成育に及ぼす影響を異なる土壌養水分条件下の圃場で比較した。養水分が十分にある条件下ではカバークロップによる雑草抑制効果は寒冷紗による雑草抑制効果とほぼ一致したが、養水分が不足した条件下ではカバークロップによる雑草抑制効果は寒冷紗による雑草抑制効果よりも大きかった。すなわち、カバークロップによる雑草抑制効果にはカバークロップと雑草間の光競合のみならず養水分競合も関係していると推察された。さらに、いずれの遮光および土壌養水分条件においてもカバークロップの植被率と雑草乾物重の間には有意な負の相関関係が認められたことから、カバークロップの植被率は、雑草に対する光競合の強さを判定するだけでなく、養水分競合の強さも判定しており、カバークロップの雑草抑制効果を評価する指標として信頼性が高いと結論した。

以上の成果は、有機栽培におけるカバークロップの雑草抑制効果を理論的および実証的の両面から解明したものであり、学術的に高く評価できる。よって審査員一同は、内野宙が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。