

学位論文題名

直播てんさいの出芽率向上のための
耕うん・鎮圧技術に関する研究

学位論文内容の要旨

本研究の目的は、てんさい直播時の出芽のための適正な播種床土壌条件を解明し、その土壌条件を作り出すための耕うん法と播種法を開発することである。また、高出芽率を維持しつつ、耕うんから播種までの作業工程数や作業時間を減らすことで、規模拡大に資することができる。

黒ボク土のような碎土性の良い土壌では、ロータリハローによる碎土整地と傾斜播種板方式の播種機で高出芽率を維持できるが、播種後干ばつ状態になると出芽率が低下することがある。また、低地土など碎土性の悪い土壌において、高出芽率を得るためには、複数工程の碎土作業や耕うんピッチを小さくした低能率の碎土作業が必要である。本研究では出芽率におよぼす碎土の状態と土壌硬度の相互作用を検討することで、出芽に要する毛管水を円滑に種子へ供給できる土壌状態を明らかにし、干ばつ時や高能率な碎土作業にも対応できる作業工程を提案する。

黒ボク土および低地土において、播種機鎮圧輪を変更することによる鎮圧力の強化および碎土状態の改善によって、てんさいの出芽率を85%以上に向上させるための土壌硬度、碎土状態を明らかにした。黒ボク土では出芽率と播種前の土塊径4.75mm以下の割合および播種後の深さ10～20cmのコーン指数の間で関連性が認められ、目標出芽率を得るためのそれらの適正值が示された。このとき、播種機鎮圧輪を従来の半分の幅に変更することで、鎮圧力が2倍以上となり、出芽率の向上・安定化に効果的であった。灰色低地土では、黒ボク土と同様の条件で出芽率85%を確保できたことがあったが、安定していなかった。それは、黒ボク土に比べ、灰色低地土は深さ10～20cmのコーン指数におよぼす鎮圧力の影響が小さく、鎮圧輪の変更だけでは、目標とするコーン指数を得られなかったためと考えられた。褐色低地土では出芽率を目的変数とし、深さ5～15cmの土層のコーン指数と土塊径4.75mm以下の割合、深さ1～6cmの固相率を説明変数として重回帰分析を行った結果、5%で有意な結果が得られた。この結果から出芽率に対して、コーン指数と土塊径割合、固相率は相互作用があることを確認できた。

てんさいの出芽率の向上を目的に、播種床造成時の碎土整地前に深さ5～20cmのコーン指数を高めるための鎮圧処理「中層鎮圧」を施し、土壌物理性および出芽率に対する効果を検討した。褐色低地土では播種後の土壌水分は32%前後と高かったため、播種14日

後では砕土前鎮圧処理の効果が明らかになりにくく、むしろ播種機鎮圧輪の鎮圧荷重による出芽率向上効果が認められた。それは鎮圧輪によって、表層部の毛管水が出芽に利用されたためであると考えられる。それ以降、まとまった降雨があったことにより、播種 24 日後には砕土前鎮圧区の土壌硬度が無鎮圧区に比べ大きくなり、出芽率も高くなった。これは、中層部のコーン指数が大きくなったことで、中層部からの毛管水が種子へ供給されたものと考えられる。播種後の天候が干ばつ気味に推移すると、表層部の毛管水だけでは安定した出芽率は得られず、中層部からの毛管水の供給が不可欠である。

灰色低地土において、砕土整地前の工程で鎮圧力の大きいハローパッカ（スプリングツースハローと心土鎮圧機の複合機）を用いた。中層鎮圧の効果で中層部のコーン指数が高まり、深さ 1 ～ 11cm の液相率が増加した。中層鎮圧に加え、播種機鎮圧輪に 10kg の錘を加えた区では出芽率が向上し、播種 13 日後の出芽率は唯一 85 % 以上であった。

中層鎮圧は、褐色低地土では深さ 5 ～ 15cm、灰色低地土では 10 ～ 20cm の層のコーン指数を高め、気相率の低下、液相率と固相率を増加させた。その結果、無鎮圧に比べ、出芽率が向上した。中層鎮圧と播種機鎮圧輪の加圧により土壌を緊密化することで砕土整地時に分断した毛細管が再生し、中層から種子への毛管現象が促進し、種子への毛管水の供給が円滑になったものと推測できた。

低地土において、直播てんさいの出芽率をより安定的に確保するために、播種前の耕うん時における鎮圧にハローパッカとロータリハロー装着鎮圧ローラを供試し、その出芽率向上効果を明らかにした。また、過度の鎮圧が湿害の原因となることがあるので、多湿黒ボク土において鎮圧回数とコーン指数および生育量から、適正な鎮圧回数とコーン指数を求めた。ハローパッカによる中層鎮圧とロータリハローの鎮圧ローラによる表層鎮圧により、適正なコーン指数が得られたことで、目標出芽率に達することができた。通常、砕土整地時にロータリハローを使用すると、ロータリ爪による攪土作用で毛細管が分断された状況になり、膨土状態が長く続くと乾燥し、出芽率が低下する。ハローパッカによる中層鎮圧とロータリハローの鎮圧ローラによる表層鎮圧により土壌を緊密化することで砕土整地時に分断した毛細管が再生し、中層から種子への毛管現象が促進することで出芽率が向上したものと推測できた。また、出芽率と土塊径 4.75mm の割合および深さ 10 ～ 20cm のコーン指数の重回帰分析から出芽率 85%を得るための土塊径 4.75mm の割合および深さ 10 ～ 20cm のコーン指数の組み合わせが示された。

多湿黒ボク土ではハローパッカを 2 回施工すると作土下層部分のコーン指数が 1.5MPa を超え、出芽率、生育量、収量ともに 1 回施工区より小さく、湿害症状を呈した。過度の鎮圧は、湿害の危険性があることが確認された。

ハローパッカとロータリハローの鎮圧ローラの組み合わせを用いたとき、ロータリハローの耕うんピッチを 1.5 倍に増加させ、土塊径 4.75mm の割合を低下させた条件でも目標出芽率が得られた。このことから、粗砕土時と砕土整地時に鎮圧を行うことで、砕土整地時間の短縮が可能となった。砕土整地時間の短縮は、ばれいしょ植え付けとの作業競合を軽減できる可能性が示唆された。粗砕土時の鎮圧、砕土整地時の鎮圧を播種前の作業工程に組み入れることで、従来、低出芽率であった低地土で、目標出芽率を安定的に確保することができた。

出芽率に対する砕土状態とコーン指数の相互関係から目標出芽率を得るためのそれらの組み合わせを明らかに示した。また、適正な播種床の土壌条件を満たすため、土壌タイプに応じた作業工程を提案した。

学位論文審査の要旨

主 査 准教授 片 岡 崇

副 査 教 授 柴 田 洋 一

副 査 教 授 野 口 伸

副 査 教 授 荒 木 肇 (北海道大学北方生物圏

フィールド科学センター)

学 位 論 文 題 名

直播てんさいの出芽率向上のための 耕うん・鎮圧技術に関する研究

本論文は、全 6 章からなる総頁数 171 の和文論文である。論文には、図 46, 表 50, 引用文献 61 が含まれている。他に参考論文 3 編が添えられている。

本研究の目的は、てんさい直播時の出芽のための適正な播種床土壌条件を解明し、その土壌条件を作り出すための耕うん・鎮圧法を開発することである。また、高出芽率を維持しつつ、耕うんから播種までの作業工程数や作業時間を減らすことで、規模拡大に資することができる。

黒ボク土のような碎土性の良い土壌では、ロータリハローによる碎土整地と傾斜播種板方式の播種機で高出芽率を維持できるが、播種後干ばつ状態になると出芽率が低下することがある。また、低地土など碎土性の劣る土壌において、高出芽率を得るためには、複数工程の碎土作業や耕うんピッチを小さくした低能率の碎土作業が必要である。本研究では出芽率におよぼす碎土の状態と土壌硬度の相互作用を検討することで、出芽に要する毛管水を円滑に種子へ供給できる土壌状態を明らかにし、干ばつ時や高能率な碎土作業にも対応できる作業工程を提案する。

黒ボク土において、播種機鎮圧輪を変更することによる碎土状態の改善および鎮圧力の強化によって、てんさいの出芽率を 85% 以上に向上させるための土壌硬度、碎土状態を明らかにした。黒ボク土では播種前の土塊径 4.75mm 以下の割合が 60% 以上、深さ 10~20cm のコーン指数が 1.3MPa となった。このときの播種機鎮圧輪の鎮圧力は 14kPa であった。

褐色低地土において、播種床造成時の碎土整地前に深さ 5~20cm のコーン指数を高めるための鎮圧処理「中層鎮圧」を施し、土壌物理性および出芽率に対する効果を検討した。播種 14 日後までは表層部の毛管水が出芽に利用された結果、播種機鎮圧輪の鎮圧力が大きいほど出芽率も大きかった。それ以降の降雨により、中層鎮圧区では中層部のコーン指数が大きくなり、中層部から種子への毛管水が促進され、出芽率が高くなった。播種後の天候が干ばつ気味に推移すると、表層部の毛管水だけでは安定した出芽率は得られず、中層部からの毛管水の供給が不可欠である。目

的変数に出芽率，説明変数に土塊径 4.75mm 以下の割合と深さ 5～20cm のコーン指数として重回帰分析を行った結果，有意な重回帰式が得られた。一例として出芽率 85%の時の土塊径 4.75mm 以下の割合 60%と深さ 5～20cm のコーン指数 0.8MPa が示された。

灰色低地土において，中層鎮圧に鎮圧力の大きいハローパッカ（スプリングツースハローと心土鎮圧機の複合機）を用いた。中層鎮圧に加え，ロータリハロー装着鎮圧ローラを供試し，その出芽率向上効果を明らかにした。これらの中層鎮圧により，適正なコーン指数が得られたことで，目標出芽率に達することができた。また，出芽率と土塊径 4.75mm の割合および深さ 10～20cm のコーン指数の重回帰分析から出芽率 85%を得るための土塊径 4.75mm の割合および深さ 10～20cm のコーン指数の組み合わせ（58%，1.1MPa）が示された。ハローパッカとロータリハローの鎮圧ローラの組み合わせを用いたとき，ロータリハローの耕うんピッチを慣行の 1.5 倍に増やし，土塊径 4.75mm の割合を低下させた条件でも目標出芽率を得られた。このことから，粗碎土時と碎土整地時に鎮圧を行うことで，碎土整地時間の短縮が可能となった。碎土整地時間の短縮は、ばれいしょ植え付けとの作業競合を軽減できる可能性が示唆された。粗碎土時の鎮圧，碎土整地時の鎮圧を播種前の作業工程に組み入れることで，従来，低出芽率であった低地土で，目標出芽率を安定的に確保することができた。

中層鎮圧は，褐色低地土では深さ 5～15cm，灰色低地土では 10～20cm の層のコーン指数を高め，気相率の低下，液相率と固相率を増加させた。通常，碎土整地時にロータリハローを使用すると，ロータリ爪による攪土作用で毛細管が分断された状況になり，膨土状態が長く続くと乾燥し，出芽率が低下する。中層鎮圧によって土壌を緊密化することで碎土整地時に分断した毛細管が再生し，中層から種子への毛管現象が促進することで出芽率が向上したものと推測できた。

過度の鎮圧が湿害の原因となることがあるので，多湿黒ボク土において鎮圧回数とコーン指数および生育量から，適正な鎮圧回数とコーン指数を求めた。多湿黒ボク土ではハローパッカを 2 回施工すると作土下層部分のコーン指数が 1.5MPa を超え，出芽率，生育量，収量ともに 1 回施工区より小さく，湿害症状を呈した。過度の鎮圧は，湿害の危険性があることが確認された。

以上，本論文では，出芽率に対する碎土状態とコーン指数の相互関係から目標出芽率を得るためのそれらの組み合わせを明らかに示した。また，適正な播種床の土壌条件を満たすため，土壌タイプに応じた作業工程を提案した。

よって，審査員一同は，稲野一郎が博士（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。