

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち
農林水産研究の推進（委託プロジェクト研究）

現場ニーズ対応型研究

畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発

令和5年度 最終年度報告書

課題番号	19190959
研究実施期間	令和元年度～令和5年度（5年間）
代表機関	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター
研究開発責任者	原 貴洋
研究開発責任者 連絡先	TEL : 0942-52-3101
	FAX : 0942-53-7776
	E-mail : hrtek@affrc.go.jp
共同研究機関	国立大学法人 宇都宮大学農学部
	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 （遺伝資源研究センター・作物研究部門）
	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 農業研究本部 中央農業試験場
	島根県東部農林振興センター
	三重県農業研究所
	三重県中央農業改良普及センター
	井関農機株式会社
	株式会社そば研
株式会社バイオフィーム	
普及・実用化 支援組織	大分県豊後高田市役所、豊後高田そば生産組合
	全国蕎麦製粉協同組合
	北海道空知総合振興局空知農業改良普及センター

<別紙様式3>最終年度報告書

I-1. 年次計画

研究課題	研究年度					担当研究機関・研究室		研究担当者 (注1)
	1	2	3	4	5	機関	研究室	
研究開発責任者	/	/	/	/	/	農研機構 九州沖縄農業研究センター	作物開発利用研究領域(～2021.3) 暖地水田輪作研究領域(2021.4～)	◎原 貴洋
1 地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発	○	○	○	○	○	農研機構 九州沖縄農業研究センター	作物開発利用研究領域(～2021.3) 暖地水田輪作研究領域(2021.4～2022.3) 暖地畑作物野菜研究領域	○ 原 貴洋(～2022.3) ○ 島 武男(2022.4～)
1-(1) 全国のソバの湿害対策技術に関する現場実態調査とフィードバック	○	○	○	○	○	全国蕎麦製粉協同組合		△ 黒子恭伸 久津間裕行 北川裕司
1-(2) ソバの湿害対策機械栽培技術の体系化	○	○	○	○	○	井関農機株式会社	夢ある農業総合研究所	△ 小林省吾 川嶋 桂 三輪田克志 隅田大貴(～2021.3)
1-(3)-1) 寒地における湿害実態調査と対策技術の開発	○	○				北海道立総合研究機構	農業研究本部 中央農業試験場 農業環境部	△ 藤田一輝 塚本康貴 中村隆一 藤井はるか 巽 和也
1-(3)-2) 寒地における湿害対策技術の体系化と実証			○	○	○	北海道立総合研究機構	農業研究本部 中央農業試験場 農業環境部	△ 藤田一輝(～2022.3) △ 須田達也(2022.4～) 塚本康貴(～2023.3) 竹内晴信(2023.4～) 中村隆一(～2022.3) 八木哲生(2022.4～) 谷藤 健(2022.4～2023.3) 細淵幸雄(2023.4～) 藤井はるか 巽 和也 河野 桜

								(2023.4～)
1-(4) 寒地における湿害対策技術の現場実態の調査と適用性評価	○	○	○	○	○	北海道	空知農業改良普及センター	△若宮貞人(～2023.3) △松本英和(2023.4～) 松浦大地(2020.4～) 北川房憲(2021.4～2023.3) 酒井紀彰(2023.4～) 内野綾(～2023.3) 工藤隆俊(～2021.3)
1-(5)-1) 寒冷地における湿害実態調査	○	○				そば研		△藤原洋介
1-(5)-2) 寒冷地における湿害対策技術の実証			○	○	○	そば研		△藤原洋介
1-(6) 寒冷地における湿害総合対策技術の開発	○	○	○	○	○	農研機構 次世代作物開発研究センター(～2021.3) 農研機構 作物研究部門(2021.4～)	畑作物研究領域(～2021.3) 作物デザイン研究領域(2021.4～)	△竹島亮馬
1-(7)-1) 暖地における湿害実態調査と対策技術の開発	○	○				農研機構 九州沖縄農業研究センター	作物開発利用研究領域(～2021.3) 暖地水田輪作研究領域(2021.4～)	△原貴洋 鈴木達郎
1-(7)-2) 暖地における湿害対策技術の体系化と実証			○	○		農研機構 九州沖縄農業研究センター	作物開発利用研究領域(～2021.3) 暖地水田輪作研究領域(2021.4～)	△原貴洋 鈴木達郎
1-(8) ソバの湿害リスク診断アプリケーションの開発	○	○	○	○	○	農研機構 九州沖縄農業研究センター	畑作研究領域(～2021.3) 暖地畑作物野菜研究領域(2021.4～)	△島武男
2 ソバの湿害対策技術の科学的検証	○	○	○	○	○	宇都宮大学	農学部植物生産環境学研究室	○神山拓也
2-(1) ソバの湿害診断技術の開発	○	○	○	○	○	宇都宮大学	農学部植物生産環境学研究室	△神山拓也
2-(2) ソバの湿害土壌の物理性解析	○	○	○	○	○	農研機構 九州沖縄農業研究センター	水田作研究領域(～2021.3) 暖地水田輪作研究	△中野恵子 淵山律子(2021.4～)

							領域(2021.4～)	
3 アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証	○	○	○	○	○	農研機構 次世代作物開発研究センター(～2021.3) 農研機構 基盤技術研究本部 (2021.4～)	畑作物研究領域(～2021.3) 遺伝資源研究センター(2021.4～)	○ 高田明子
3-(1)-1) 寒地におけるアズキの雑草害実態調査と対策技術の開発と実証	○	○				株式会社バイオファーム		△ 長岡寛知 長岡泰良
3-(1)-2) 寒地における雑草害対策技術の体系化と実証			○	○	○	株式会社バイオファーム		△ 長岡寛知 長岡泰良
3-(2)-1) 温暖地におけるアズキの雑草害実態調査と対策技術の開発	○	○				島根県東部農林振興センター(～2021.3)	出雲地域振興第一課(～2021.3)	△ 石原真紀子 高橋眞二(～2021.3) 吉岡伴裕
3-(2)-2) 温暖地における雑草害対策技術の体系化と実証			○	○		島根県東部農林水産振興センター(2021.4～)	出雲地域振興第三課(2021.4～)	△ 石原真紀子(～2022.3) △ 山崎智美(2022.4～) 吉岡伴裕(～2022.3) 新田康二(2022.4～)
3-(3) ゴマの湿害・雑草害の対策技術の開発と実証	○	○	○	○	○	三重県	農業研究所 農産研究課 中央農業改良普及センター 普及企画室 地域農業推進課	△ 田畑茂樹(～2022.3) 田畑茂樹(2022.4～2023.3) 川原田直也(～2022.3) △ 川原田直也(2022.4～2023.3) △ 中山幸則(2023.4～) 山川智大(2022.4～) 佐藤恒亮(2022.4～) 大野鉄平(2023.4～) 山吉咲綺(2022.4～) 坂口尚子(～2022.3) 小倉卓(～2022.3) 加藤伸二(～2022.3)

3-(4) 温暖地におけるゴマの生産性を向上する技術の総合開発	○	○	○	○	○	農研機構 次世代作物開発研究センター(～2021.3) 農研機構 基盤技術研究本部 (2021.4～)	畑作物研究領域(～2021.3) 遺伝資源研究センター(2021.4～)	△ 高田明子 西澤けいと (2019.10～2021.3)
---------------------------------	---	---	---	---	---	--	---	-------------------------------------

(注1) 研究開発責任者には◎、小課題責任者には○、実行課題責任者には△を付してください。

I-2. 研究目的

我が国は減反の廃止という大きな転換期を迎え、実需者ニーズが高い畑作物への関心が高まっている。

ソバは全国の中山間地や二期作を含む多様な環境で栽培されてきたが、湿害による低収が頻発しているとの現場認識が明らかである。このため、全国各地の多様なソバ栽培環境に適した湿害を軽減・回避する技術が必要である。

一方、アズキやゴマは、高齢化に伴う労働力不足に加え、登録農薬が少ないため省力的な除草が進まない。難防除雑草の被害が深刻化し、省力的な除草技術の開発と導入が待望されている。ゴマにおいてはソバと同じく湿害が問題となっている。

委託プロジェクト研究「多収阻害」等で蓄積していたダイズ向けの技術や知見を活かすことによりソバやアズキ、ゴマの単収を向上させることは十分に可能である。さらに、WAGRI などからの気象や地形、生産履歴等の情報を活用することで、地域版の Society 5.0 を実践することが、安定生産に寄与しうる。

その結果、

1. 地域の畑作物の農業生産性が向上し、地域産業や農地利用の活性化
2. 国民への高品質な国産農産物の安定的な供給が期待される。

このため、本研究では、

1. 地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発
2. ソバの湿害対策技術の科学的検証
3. アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証

により、湿害リスク診断を行うアプリケーションの開発、地域環境に応じたソバの湿害軽減技術により収量を2割向上、アズキとゴマの除草の省力化により労働時間を2割削減する技術の開発と実証を目標とする。

その結果、

1. 水田転作地で安定生産が行われることにより、ソバの食料自給率が2割向上(25%→30%)。
2. アズキの雑草防除省力化技術がマニュアル化され、全国に普及されることで、労働時間が2割削減。

が期待される。

I-3. 研究方法

(1) 地域毎のソバの湿害対策技術及び診断アプリケーションの開発 (小課題1)

ソバ主産地の湿害要因に係るデータとソバ収量データを収集、解析し、湿害リスクの予測方向を開発した。また、生産現場における湿害に係る実態を調査した。これらの知見に基づき適用すべき湿害対策技術を選定し、寒地(北海道深川市)、寒冷地(秋田県羽後町)、暖地(大分県豊後高田市)の生産現場において湿害対策技術適用の有無における収量およびソバ生育を比較した。

(2) ソバの湿害対策技術の科学的検証 (小課題2)

ソバの湿害による低収および湿害対策技術による増収機構について、土壌中の物理環境データ(主として水分、土層構成)、作物体の形態・生理データから科学的に検証する。得られた結果から、湿害程度を診断できる指標を考案するとともに、小課題1と連携して、湿害対策技術を選定・実施し、ソバの収量2割増に貢献する。

(3) アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証 (小課題3)

アズキの雑草害対策の技術の開発では、寒地において有効な除草剤を選定し、効果的な中耕除草の組み合わせを検討し、慣行と新技術での労働時間を調査した。温暖地では、新たに適用拡大となった除草剤の効果を検証し、この除草剤と狭条密植栽培や中耕培土を組み合わせた2つの除草体系技術を検討し、慣行との労働時間を調査した。また、中耕培土を行う方法では収穫ロスが多かったため、収穫方法も検討した。

ゴマにおいては、湿害対策では作付け前の圃場排水性の診断方法を開発し、診断結果に応じた排水対策技術の実施による排水性改善効果を検討した。雑草害対策では、3-(3)、(4)と連携して化学的防除(有効な除草剤の選定)と物理的防除(中耕培土)、耕種的防除(移植栽培や晩播栽培、品種選択など)を組み合わせた除草体系技術を検討した。

I-4. 研究結果

(1) 地域毎のソバの湿害対策技術及び診断アプリケーションの開発 (小課題1)

広域を対象とした湿害リスク診断を行うため、約2,500筆分の9年間の収量データ、ならびに地形、土壌、排水改良事業、暗渠排水機能に関するデータを収集し、GISデータベースを構築した。このGISデータベースを活用した広域における湿害リスクの診断手法を開発し、アルゴリズムに整理した。また、生産現場の実態に基づき選定した湿害対策技術の適用によりソバ収量が2割回復することを、寒地(北海道深川市)、寒冷地(秋田県羽後町)、暖地(大分県豊後高田市)の3つのソバ栽培現地において実証した。

(2) ソバの湿害対策技術の科学的検証 (小課題2)

作物体の形態・生理データを用いた湿害診断指標として、収量構成要素の他に、測定が容易である葉温および出液速度が有用だと考えられた。また、圃場試験での収量構成要素や土壌含水率から算出した排水指数およびSum of Excess Waterの結果から、土地改良事業による暗渠排水や、営農的に実施できる畝たて同時播種が湿害対策として有効であることを示すことができた。

生産者圃場の根群域(作土)の水分と酸素濃度の観測から、水分が飽和に達した時を酸素不足の状態と判定した。この状態が生じやすいほど湿害リスクは高まると考えられた。また、根群域と耕盤の水分変動パターンは連動したが、排水対策(畝たて同時播種、明渠、カットドレーン)の実施による耕盤の飽和透水係数の変化は認められなかったことから、排水対策前の対策要否は耕盤の水分で判断し、排水対策後の対策効果は作土の水分で確認する必要がある。

(3) アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証 (小課題3)

寒地アズキでは、除草剤と中耕培土を組み合わせた新技術を体系化し、除草に要する労働時間は44~77%削減することを実証した。温暖地アズキでは、狭条密植をベースとして除草剤で対応する方法と、除草剤を用いつつ中耕培土を行うことを前提に畦幅を確保した方法の2体系を確立し、慣行に比較して作業労働時間を35~38%削減することを実証した。

ゴマでは、作付前圃場の排水性を診断する方法を開発し、診断に対応する対策（チゼル深耕＋弾丸暗渠等）を行うことで、ゴマの収量が最大39%向上することを実証した。また、雑草対策では除草剤の効果、晩植や移植の効果を明らかとし、除草剤と中耕培土を組み合わせた体系を確立し、除草に要する労働時間は慣行の95%削減することを実証した。

I-5. 今後の課題

湿害リスク診断については、ユーザーが利用できるよう社会実装する必要がある。そのために、戦略的スマート農業技術等の開発・改良「収量低下が著しい大豆等の増収に向けた土壌水分予測・制御システムの開発」（R4～R6年度）においてWAGRI向けAPIおよびWebブラウザを介して、湿害リスク診断を農業生産者等が利用できるよう取り組んでいる。

寒地（北海道深川市）、寒冷地（秋田県羽後町）、暖地（大分県豊後高田市）の3つのソバ栽培現地においてソバ収量が2割回復することを実証した湿害対策技術については、ソバ産地での利用が進むよう成果の公表と周知をさらに進める必要がある。

新たな湿害軽減技術として有望性を明らかにした亜リン酸液肥の葉面散布については、作用機作や栽培環境による効果への影響を明らかにすることにより、他地域への横展開を加速する必要がある。

雑草害対策では、近年の地球環境変動を受けて栽培地帯の気象が変動しており、効果的な中耕や除草のタイミングについては現場判断が必要となる。また、今後除草剤に抵抗性がある雑草が増えた場合、異なる対策が必要となる可能性がある。暖地アズキの耕種的雑草防除方法は、ロークロップコンバインなどを含めると機械投資額が高くなることから、共同機械利用などを検討する必要がある。ゴマで開発した圃場排水性の診断の精度向上にはさらなるデータの蓄積を要する。

（北海道立総合研究機構 中央農業試験場、北海道 空知農業改良普及センター）

研究成果の情報共有のために、R5年12月にソバ生産者に向けた講習会を実施した。今後は、研究成果を北海道農業試験会議（成績会議）に提案し、全道各地の農業改良普及センターを通して生産者への普及を図るとともに、研修会等を通して地元そば生産組合をはじめとする生産者へ伝達する。また、地元農協を筆頭とした関係団体と連携し、湿害発生圃場の圃場毎の問題点と想定される対策の選定等、研究成果を役立てる。

（株式会社そば研）

開発した技術をソバ生産者として自らが栽培・管理している 300ha に実装しつつ技術の適応拡大を図る。

（農研機構 九州沖縄農業研究センター）

亜リン酸液肥の葉面散布については、現地関係者が主体となった普及活動が行われており、社会実装が進んでいる。今後、作用機作や栽培環境による効果への影響を解明することにより、他地域への横展開を加速する。

（株式会社バイオファーム）

令和4年度から現地での実証試験を開始しており、今後も面積を拡大していく。

（島根県東部農林水産振興センター）

化学的雑草防除方法はR5年度現在で島根県出雲市内の機械化体系を前提としたアズキ栽培に導

入されている。耕種的雑草防除方法については、当地域の生産者団体及び関係機関（JA、市等）と連携しながら技術導入を図っていく。

（三重県農業研究所）

湿害対策として、チゼル深耕体系は県内の小麦播種前の耕起-碎土-播種作業の一貫した体系として普及しつつあり、弾丸暗渠の施工に必要なサブソイラを既に実装している農業者も多い。研修等の機会を活用し、普及センター等と連携しながら技術導入の提案を行っていく。

雑草の防除方法については、本研究事業によって概ね確立できたと考えられるため、今後はマニュアルや研修会等を活用して、農業者や関係団体に対する技術普及を行っていく。

（農研機構基盤技術研究本部遺伝資源研究センター）

小課題3で取りまとめたマニュアルは、印刷発行して本プロジェクト関係機関に配布し各機関で利用する。また、農研機構Webページで公開しており、これらを通じて成果の普及を図る。

<別紙様式3>最終年度報告書

小課題番号	1	小課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	1 地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発		
小課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構・九州沖縄農業研究センター 暖地畑作物野菜研究領域 畑作物・野菜栽培グループ・島武男		

II. 小課題ごとの研究目的等

実行課題3、4、6、7、8については、実行課題別に詳しく記載する。

1) 研究目的

湿害軽減技術の体系化のためのソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションを開発する。

2) 研究方法

ソバ主産地の湿害要因に係るデータとソバ収量データを収集、解析し、湿害リスクの予測方向を開発した。また、生産現場における湿害に係る実態を調査した。これらの知見に基づき適用すべき湿害対策技術を選定し、寒地（北海道深川市）、寒冷地（秋田県羽後町）、暖地（大分県豊後高田市）の生産現場において湿害対策技術適用の有無における収量およびソバ生育を比較した。

3) 研究結果

広域を対象とした湿害リスク診断を行うため、約2,500筆分の9年間の収量データ、ならびに地形、土壌、排水改良事業、暗渠排水機能に関するデータを収集し、GISデータベースを構築した。このGISデータベースを活用した広域における湿害リスクの診断手法を開発し、アルゴリズムに整理した。また、生産現場の実態に基づき選定した湿害対策技術の適用によりソバ収量が2割回復することを、寒地（北海道深川市）、寒冷地（秋田県羽後町）、暖地（大分県豊後高田市）の3つのソバ栽培現地において実証した。

4) 成果活用における留意点

湿害リスク診断については、戦略的スマート農業技術等の開発・改良「収量低下が著しい大豆等の増収に向けた土壌水分予測・制御システムの開発」（R4～R6年度）において取り組んでいるWAGRI向けAPIおよびWebブラウザを介しての活用を検討頂きたい。

5) 今後の課題

寒地（北海道深川市）、寒冷地（秋田県羽後町）、暖地（大分県豊後高田市）の3つのソバ栽培現地においてソバ収量が2割回復することを実証した湿害対策技術については、ソバ産地での利用が進むよう成果の公表と周知をさらに進める必要がある。

新たな湿害軽減技術として有望性を明らかにした亜リン酸液肥の葉面散布については、作用機作や栽培環境による効果への影響を明らかにすることにより、他地域への横展開を加速する必要がある。

<別紙様式3>最終年度報告書

実行課題番号	1 - (3) (4)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	1 地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発		
実行課題名	(3) 寒地における湿害対策技術の開発・体系化・実証 (3) - 2 寒地における湿害対策技術の体系化と実証 (4) 寒地における湿害対策技術の現場ニーズの調査と還元		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	北海道立総合研究機構・農業研究本部 中央農業試験場 農業環境部 環境保全グループ・須田 達也		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

ソバ栽培圃場の土壌物理性不良要因と収量への影響程度を把握するとともに、多雨時に湿害発生が予測されるソバ低収圃場において湿害発生要因に対応した対策技術を導入し、無処理区と比較して対策技術による土壌物理性やソバの生育収量への効果を明らかにする。

2) 研究方法

土壌物理性に起因したソバ生産阻害要因の解明 (R1～3年度) ; 現地のソバ栽培圃場において生産性と土壌理化学性を調査し、土壌物理性に起因したそば生産阻害要因を明らかにするために、空知管内ソバ主要産地の21圃場において土壌物理性不良および良好圃場を選定し、収量性ならびに土壌理化学性の実態調査を実施。

土壌物理性不良要因に対応した改良技術の実証 (R2～5年度) ; 土壌物理性不良圃場において生産者自らが実施できる対策技術を実証するために、以下の処理を実施した。

①堅密な圃場 (A・C圃場は灰色台地土、B圃場は泥炭土) ではカットブレーカーによる心土破碎 (全層心破区、<カットブレーカーmini (2連) :幅1.7m>、春に全面施工、施工深50cm) ②透水不良な圃場 (D圃場は灰色低地土、C圃場は同上) では補助暗渠区 (<カットドレーンあるいはカットドレーンmini>を春に施工間隔1.5m～2m、施工深40～50cm) を設け隣接する明渠に通水空洞を接続させた。①②ともに無処理区 (施工無し) を設け比較した。

調査項目は、草丈・立毛数 (成熟期に測定)、総重および子実重 (3m²刈り取り)、土壌断面調査によりち密度測定後、不攪乱土 (採土管) を採取し飽和透水係数、容積重、全孔隙率、粗孔隙率、易有効水量を室内で測定、攪乱土を採取し粘土含量 (国際法) を室内で測定、現場にて貫入抵抗値 (貫入式土壌硬度計) と基準浸入能 (シリンダーインテークレート法) を測定。

3) 研究結果

子実重および総重は3層目の粘土含量並びに2層目のち密度と負の相関、基準浸入能と正の相関が認められた (表1)。下層が粘質な圃場、作土下が硬い圃場、透水不良が低収の要因として挙げられた。これらの物理性不良要因を土壌診断基準値に基づき、堅密圃場 (2層目のち密度が20mm以上)、透水不良圃場 (2層目および3層目の飽和透水係数10⁻⁵cm/s以

下)、堅密かつ透水不良圃場(両方を満たす)、良好圃場(上記以外)に区分すると、物理性不良圃場は良好圃場より子実重が低下する傾向が見られた(図1)。

		粘土含量	ち密度	容積重	全孔隙率	粗孔隙率	飽和透水係数	易有効水量	基準浸入能(Ib)
総重	作土	-0.37	-0.24	0.05	-0.07	-0.07	0.23	0.25	
子実重		-0.41	-0.41	-0.08	-0.01	-0.07	0.11	0.23	
総重	2層目	-0.41	-0.56 **	-0.20	0.26	0.19	0.37	0.40	0.54 *
子実重		-0.44 *	-0.53 *	-0.41	0.40	0.27	0.26	0.45 *	0.66 **
総重	3層目	-0.51 *	-0.07	-0.12	0.12	0.17	0.16	0.27	
子実重		-0.51 *	-0.16	-0.12	0.11	0.15	-0.23	0.26	

n=21、基準浸入能はn=17(2300mm/h以上の2点を除く、次作物を播種した2圃場が測定不可)

作土深の平均値は17cm、2層目の下端深の平均値は35cm

注1) *:P<0.05, **:P<0.01 注2) 網掛けは総重および子実重の両方で相関が認められた項目

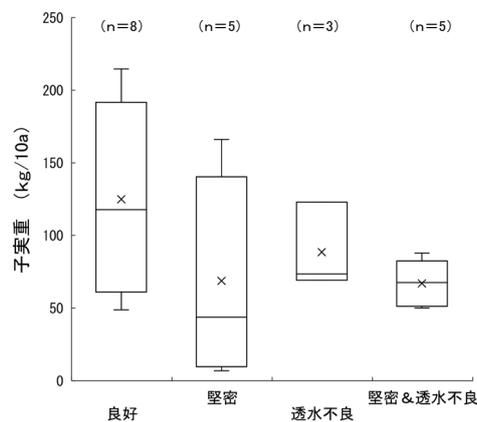


図1 子実重と圃場区分の関係

堅密圃場は2層目のち密度が20mm以上、透水不良圃場は2層目および3層目の飽和透水係数が 10^{-5} cm/s以下、堅密かつ透水不良圃場は両方を満たす、良好圃場は上記以外の圃場。また、箱ひげ図はともに箱の下端・上端が第一・第三四分位点を、箱の中線が中央値を、ひげの両端が最大値と最小値を×は平均値を示す。

堅密圃場におけるカットブレーカーによる心土破砕は、施工後のち密度および貫入抵抗値の低下度合いから、堅密層破砕効果が十分に得られたことが確認された(表2)。また、ち密度は収穫後まで土壌診断基準を下回っていた。当年のそば生育は良好となり、降雨で倒伏したB圃場を除き総重が2~4割増加し、成熟期間の気象不良要因が少ないA圃場では5割多収であった。

透水不良圃場における補助暗渠は、基準浸入能でみた透水性向上程度から、十分な施工効果が確認された(表2)。補助暗渠区は無処理区と比べ当年の総重が2圃場とも3割増加し、成熟期間の気象不良要因が少ないD圃場では4割程多収であった。一方、明渠など排水整備が未整備のため圃場外からの余剰水が浸入する圃場は収量性が向上せず施工効果が見られなかった(データ省略)。また、施工対象層に石礫を富む圃場では空洞が形成されず、貫入抵抗値が2.5MPaを超える堅密層が厚く存在する圃場では施工すらできなかった(データ略)。

5) 今後の課題

成果の普及に向け2023年12月にソバ生産者に向けた講習会を行った。

<引用文献>

中津智史,東田修司,沢崎明弘(2004):耕盤層の簡易判定法と広幅型心土破碎による対策,土壤肥料学会誌,75(2),pp265~268

塚本康貴,竹内晴信,北川 巖(2008):転換畑におけるダイズの生産力判定のためのシリンダーインテークレート法による土壤物理性評価,農業農村工学会誌,76(2),pp138~139

北海道農政部(2005):転換畑における土壤物理性に起因した大豆生産阻害要因の解明と改善指標値(普及推進事項),平成17年普及奨励並びに指導参考事項),p100~103

実行課題番号	1 - (6)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	1 地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発		
実行課題名	(6) 寒冷地における湿害総合対策技術の開発		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構・作物研究部門 作物デザイン研究領域 作物デザイン研究グループ・竹島亮馬		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

ダイズなどで既に活用されている出芽前および出芽後の湿害予防技術、ならびに湿害発生時の救済技術などのソバにおける効果を明らかにするとともに、湿害対策技術の選定および改良を行い、湿害現地圃場におけるソバの収量2割増を実証する。

2) 研究方法

寒冷地におけるソバの湿害圃場での対策技術の選定およびその効果の検証

秋田県羽後町の湿害圃場群を対象に、小課題1 - (2)、1 - (5)、2 - (1)、2 - (2)と連携し、暗渠排水の有無および畝立て処理の有無によるソバ栽培期間中の土壌水分量の変化およびソバの収量性に対する効果を検証した。

(1) 暗渠排水の有無と高降雨日数がソバの収量に与える影響

土壌改良事業による暗渠排水の設置圃場と非設置圃場における高降雨日の日数が、ソバの収量へどのような影響を与えるかを調べるため、2015年から2021年までの三輪地区(暗渠排水あり)と杉沢地区(暗渠排水なし)の降雨量と収量のデータを入手した。三輪地域と杉沢地域の6月、7月、8月の降水量データは、NAROの農業気象グリッドスクエアデータ(AMGSD)(Ohno et al., 2016)から入手した(<https://amu.rd.naro.go.jp/>)。本研究では、降雨量が30mmを超える日を高降雨日と定義した。収量データは、2015年から2021年にかけて、三輪地区で計5圃場(平均圃場面積2479m²)、杉沢地区で計13圃場(平均圃場面積1078m²)から収集した。すべての圃場でソバ品種「階上早生」を栽培した。

(2) 暗渠排水および畝たて同時播種がソバの収量性および土壌水分に与える影響

以下の二つの現地試験を実施した。現地試験①では、暗渠排水の有無および、畝たて同時播種方法(raised-bed planting: RBP)と従来の植え付け方法である平床植え付け方法(flatbed planting: FBP)の比較試験を実施した。3反復の二元配置分割区法を用いた。暗渠排水が施工されている圃場とされていない圃場をランダムに3圃場選択し、それぞれの圃場でRBPとFBPを、各圃場の半分に施工した。現地試験②では、3か年、暗渠排水のない1つの圃場でRBPとFBPの効果を検証した。4反復の乱塊法で実施し、各ブロックの半分にFBPまたはRBPを無作為に施工した。それぞれの圃場試験では、生育調査、収量および収量構成要

素の調査、経時的な土壌含水率の計測を実施した。

3) 研究結果

(1) 暗渠排水の有無と高降雨日数がソバの収量に与える影響

ソバ研(小課題1-(5))が取得していた過年度データと農研機構メッシュ農業気象データを用い、高降雨日(1日あたり30mm以上の降雨量)の日数と収量との関係を調べたところ、暗渠の非設置圃場では収量と高降雨日日数との間に有意な負の相関関係が認められたのに対し、暗渠設置圃場では有意な関係は認められなかった(図1)。また、非設置圃場である78圃場の平均収量は 7.49 g m^{-2} であるのに対し、設置圃場である21圃場の収量は 40.1 g m^{-2} であった。以上のことから、1日あたり降雨量が30mmを超えるような強い降雨条件下では、暗渠が湿害の軽減に寄与し、増収に貢献することが示唆された。

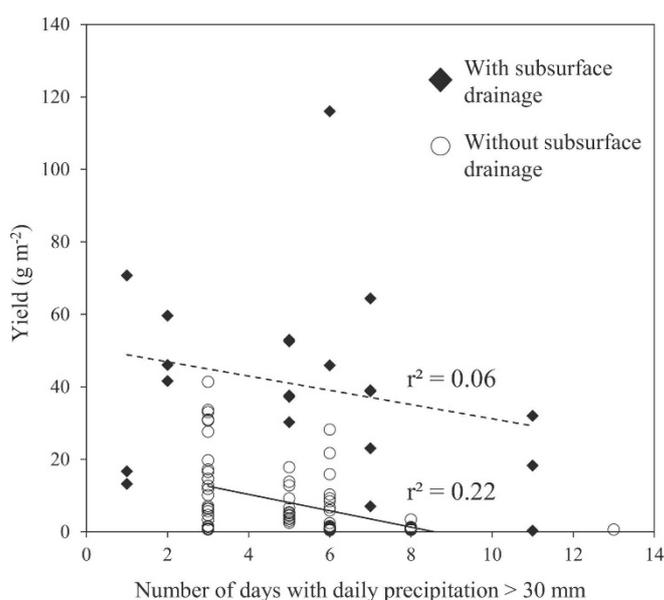


図1. 高降雨日(1日あたり30mm以上の降雨量)の日数と収量との相関。暗渠設置区(三輪地区)は○、非設置区(杉沢地区)は◆で示す。暗渠設置区の21圃場収量は 40.1 g m^{-2} であり、非設置区の78圃場の平均収量は 7.49 g m^{-2} であった。(Takeshima et al., 2023より引用)

(2) 暗渠排水および畝たて同時播種がソバの収量性および土壌水分に与える影響

現地試験①では、暗渠排水の設置圃場と非設置圃場で、畝たて同時播種(RBP)が収量および収量構成要素に及ぼす影響を比較した(表1)。RBPによる収量の劇的な増加は、暗渠排水の非設置圃場でのみ確認された。収量に対する暗渠排水と播種方法の交互作用のp値は0.051であった。暗渠排水の設置圃場では、FBPとRBPの収量はほぼ同じであったが、暗渠排水の非設置圃場では、RBPの収量はFBPの収量の5倍であった。収量構成要素のうち、草丈・分枝数・節数・花房数・種子数・100粒重には、p値10%で交互作用がみられた。これらの収量構成要素には、暗渠排水の設置圃場では播種方法による差は見られなかった。一方、暗渠排水の非設置圃場では、RBPはこれらの収量構成要素を有意に増加させた。特にRBPではFBPと比べ分枝数が増加し、その結果、節数と花房数の増加および、種子数の増加に伴う収量増につながったと考えられる。

Table 1
Effect of different planting patterns (FBP, flat bed planting; RBP, raised-bed planting) on buckwheat yield components in fields with or without subsurface drainage in the first field experiment conducted in 2021.

Subsurface drainage	Planting pattern	Number of plants no. m ⁻²	Plant length		Total branch number ^a		Total node number ^a		Flower cluster number ^b		Flower number ^b		Fertilization rate ^c	Ripening rate ^c	Seed number	100 seed weight	Seed weight						
			cm	cm	no. plant ⁻¹	no. plant ⁻¹	no. plant ⁻¹	no. plant ⁻¹	no. plant ⁻¹	no. flower cluster ⁻¹	%	%	no. plant ⁻¹	g	g m ⁻²								
With	FBP	183	a	130	a	3.1	a	31.7	a	28.6	a	78.1	a	2.4	a	54.9	a	8.54	a	2.4	a	38.3	a
	RBP	183	a	126	a	2.1	ab	26.3	a	23.4	a	90.8	a	3.5	a	42.9	a	8.92	a	2.3	a	37.6	a
Without	FBP	107	b	80	b	0.1	c	11.1	b	8.0	b	44.2	b	1.6	a	11.1	a	1.60	c	2.1	a	3.5	b
	RBP	129	ab	104	ab	1.1	bc	15.9	b	11.8	b	68.9	ab	2.7	a	35.8	a	5.05	b	2.5	a	18.3	b
Subsurface Drainage (SD)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Planting pattern (PA)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SD × PA		ns	ns	0.086	*	*	*	0.077	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	*	*	*	0.051	*

Note: Values followed by different letters indicate significant differences among the treatments (Tukey HSD test, $p < 0.05$). ANOVA: ns, not significant; *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$.

^a Total number from primary to tertiary.

^b Number in the third flower cluster on the main stem.

^c The values were calculated using the number of flowers, sterile seeds, and mature seeds in the third flower cluster on the main stem.

(Takeshima et al., 2023より引用)

上記の試験ではRBPによる収量および収量構成要素の改善効果は、暗渠排水の非設置圃場でのみ観察されたため、現地試験②では、暗渠排水の非設置圃場で3か年継続して、RBPがソバの生育、収量および土壌水分条件に及ぼす影響を調べた。播種方法と実施年の間には、収量にp値5%で有意な交互作用が認められた。2019年と2021年では、RBPの収量がFBPより2倍以上高かった(表2)。一方、2020年は多雨の年であったため(図2)、どちらの処理区においてもほとんど子実は収穫できず、2つの播種方法間で差は認められなかった。成熟期の種子数、開花期の草丈および主茎節数にも有意な交互作用が認められた。収量の決定係数は、百粒重 ($R^2 = 0.358$) よりも種子数 ($R^2 = 0.785$) の方が高かった。さらに、種子数は花房数と、花房数は開花期の分枝数と、有意な正の相関を示した。これらの結果から、開花期までの十分な栄養生長が収量の増加につながる事が示唆された。

Table 2
Effect of different planting patterns (FBP, flat bed planting; RBP, raised-bed planting) on buckwheat growth and yield in fields without subsurface drainage in the second field experiment conducted from 2019 to 2021.

Year (Y)	Planting pattern	Seedling emergence stage				Flowering stage				Ripening stage				Seed number no. plant ⁻¹	100 seed weight g	Seed weight g m ⁻²							
		Number of emerging seedlings no. m ⁻²	Plant length cm	Main stem node number no. plant ⁻¹	Primary branch number no. plant ⁻¹	Plant length cm	Main stem node number no. plant ⁻¹	Primary branch number no. plant ⁻¹	Flower cluster number no. plant ⁻¹	Seed number no. plant ⁻¹	100 seed weight g	Seed weight g m ⁻²											
2019	FBP	81.5	ab	78.1	b	8.7	c	0.4	bc	92.3	a	9.7	bc	1.4	b	13.8	b	14.5	b	2.0	a	35.3	b
	RBP	86.0	a	105.6	a	9.5	abc	1.8	a	108.8	a	10.7	ab	2.5	a	22.5	a	29.9	a	2.9	a	71.4	a
2020	FBP	73.3	abc	39.4	c	6.6	d	0.0	c	37.6	c	8.1	c	0.0	c	2.0	d	NA	NA	NA	NA	0.2	c
	RBP	64.4	bc	66.7	b	8.9	bc	0.5	bc	60.8	bc	9.2	bc	0.5	bc	5.3	cd	NA	NA	NA	NA	0.5	c
2021	FBP	53.5	c	65.3	b	10.2	ab	0.3	c	83.2	ab	10.9	ab	0.2	c	8.2	bed	4.0	b	2.4	b	8.0	c
	RBP	58.7	c	75.0	b	10.6	a	1.2	ab	107.2	a	12.2	a	0.9	bc	11.9	bc	5.8	b	2.4	b	18.7	bc
Planting pattern (PA)		ns	ns	0.067	ns	ns	ns	0.069	*	**	*	0.052	ns	0.094	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Year (Y)		0.079	0.064	ns	ns	ns	ns	0.082	**	**	*	*	*	ns	*	ns	*	*	*	*	*	0.100	*
PA × Y		ns	*	*	*	*	*	0.082	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Note: Values followed by different letters indicate significant differences among the treatments (Tukey HSD test, $p < 0.05$).

NA, Data not available.

ANOVA: ns, not significant; *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$.

(Takeshima et al., 2023より引用)

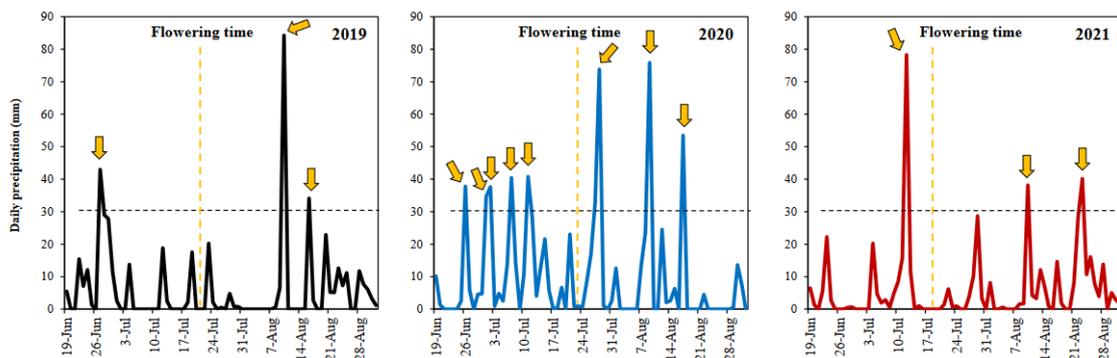


図2. 2019～2021年の杉沢地区の6月・7月・8月の降雨量。高降雨日（1日あたり30mm以上の降雨量）の日を黄色矢印で示す。(Takeshima et al., 2023より引用)

次に、土壌水分について、暗渠排水の非設置圃場におけるRBP/FBP間の地表から5 cm深および10cm深の土壌水分量を比較した。平均土壌水分量は、2020年の深さ10cmを除き、FBPよりRBPの方が低かった（図3）。2020年は7月の月降水量が2749mmと非常に降雨量が多かったため（図2）、FBPとRBPの間で深さ10cmの土壌水分量で差が認められなかったと考えられる。さらに、深さ10cmの土壌水分量データを用いて、排水指数、Sum of Excess Water (SEW30)を算出した（図4）。2020年と2021年には、RBP区の排水指数はFBP区よりも高く、逆にSEW30は低い傾向にあった。さらに、収量は排水指数と正の、SEW30および平均土壌水分量と負の有意な相関があった。

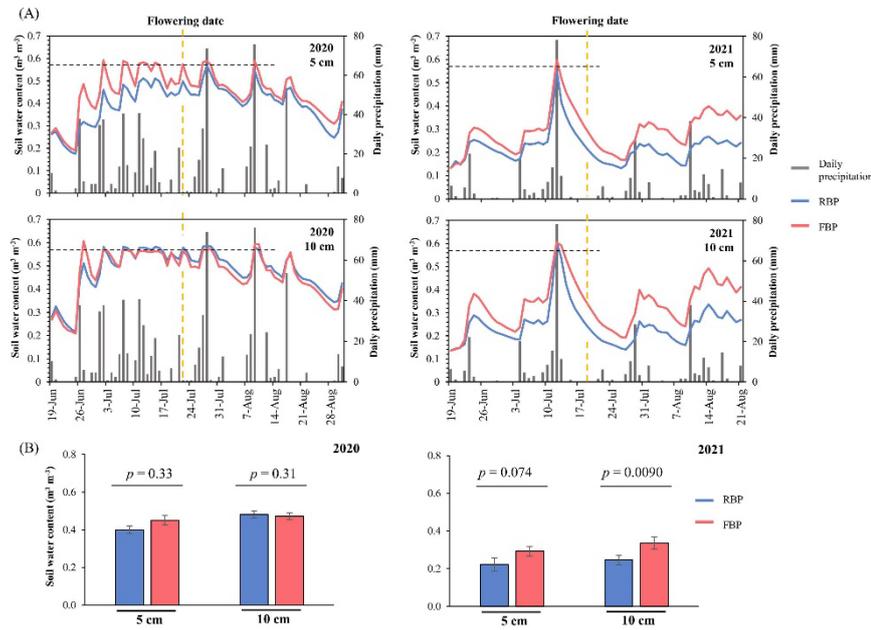


図3. (A) 暗渠排水の非設置圃場（杉沢地区）における畝たて同時播種(RBP)区および平畝区 (FBP) 間の栽培期間中の地表5cm深および10cm深の土壌水分量の推移。棒グラフは降雨量を示す。黄色破線は開花期。(B) 全栽培期間中の土壌水分量の平均値。(Takeshima et al., 2023より引用)

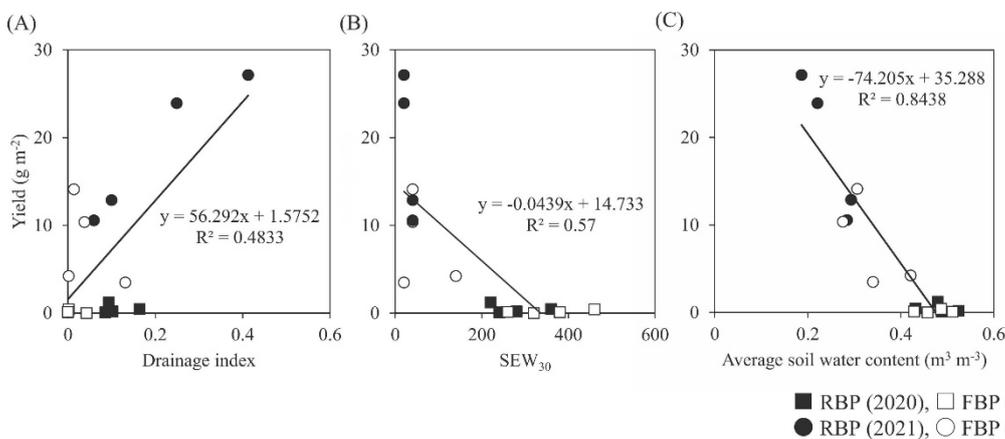


図4. (A) 暗渠排水の非設置圃場（杉沢地区）における畝たて同時播種(RBP)区および平畝区 (FBP) 間の排水指数と収量の相関。(B) Sum of Excess Water (SEW30) と収量の相関。(C) 栽培期間中の平均土壌水分量と収量の相関。(Takeshima et al., 2023より引用)

4) 成果活用における留意点

暗渠排水の性能は土地改良事業で設置してからの経過年数や、周辺環境で異なるため、各圃場での暗渠の機能を事前に把握しておくことが重要である。畝立て同時播種は暗渠排水の非設置圃場や多雨年など、過度な過湿環境においては湿害軽減の効果を発揮できない場合もあるため、留意が必要である。

5) 今後の課題

寒冷地以外の地域においても、本研究と同じように暗渠および畝立て同時播種がソバの湿害低減ならびに増収に貢献し得るか、検証する必要がある。

<引用文献>

Takeshima R., Murakami S., Fujiwara Y., Nakano K., Fuchiyama R., Hara T., Shima T., Koyama T. 2023 Subsurface drainage and raised-bed planting reduce excess water stress and increase yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Field Crops Research 297 108935

実行課題番号	1 - (7)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	1 地域毎のソバの湿害対策技術及びリスク診断アプリケーションの開発		
実行課題名	(7) 暖地における湿害実態調査と対策技術の開発・体系化・実証		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構・九州沖縄農業研究センター 暖地水田輪作研究 領域 水田高度利用グループ・原貴洋、同 作物育種グループ・鈴木達郎		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

大分県豊後高田市を主な現地とし、収量を2割向上できる湿害軽減技術を開発・体系化・実証する。そのために、1～2年目は、現地の低収圃場等におけるソバ生育量・収量・土壌水分を調査し、現地が主体的に効果を検討しようとしている湿害軽減技術の効果を調査し、営農組織の湿害の発生状況や対策改善方向の認識を調査し、これらに基づいて現場の実態を把握する。湿害予防効果が圃場レベルで検証されていない中耕培土について、効果を検証する。2年目までに把握した現場の実態に基づき、3～4年目に有望な湿害軽減技術を体系化・実証し、経営的な評価を加える。5年目に他産地の湿害軽減技術導入・改善の取り組みを支援する。

2) 研究方法

(1) 大分県豊後高田市における17営農組織について聞き取り・アンケート調査を実施し、湿害軽減技術の改善意欲が特に高いと思われる7営農組織を調査対象とした(原ら 2021)。各営農組織の輪作体系において2020年にソバが春まき栽培される圃場のうち、各営農組織が湿害を懸念する圃場と、近接する湿害が特に懸念していない圃場を調査対象とした。

(2) 大分県豊後高田市における生産者が主体的に技術導入を試行していた亜リン酸液肥とともに、土壌分析により不足や欠乏が懸念された微量要素について、葉面散布の効果を検討した(原ら 2023)。栽培試験は生産者のソバ栽培圃場で行い、2021年3月30日～4月2日に播種した。

3) 研究結果

(1) 多くの営農者が、深耕等によって作土直下から巨礫が頻出し、機材が破損することを懸念していた(原ら 2021)。湿害懸念圃場では、70mm降雨2～3日後の地下水位が50cmより高かったことから、渡邊ら(2020)に基づき、これら圃場は地下浸透を期待しにくいと考えられた。排水路への落差が確保されている圃場がほとんどであることから、水平方向への排水や暗渠による排水改善の可能性が考えられるものの、貫入土壌硬度が作土下(地表から約15～35cm深)で2MPa超となる圃場がほとんどであることから、トラクタ作業機使用にあたっては作業機破損の回避を慎重に検討する必要がある。加えて、巨礫が作土へ混入するリスクを圃場管理者が許容できるか、についても慎重な検討を要する。以上より、営農的な湿害軽減技術としては、すでに導入されているような畦立てと額縁明渠を中心とした体系が妥当と考えられた。

(2) 亜リン酸液肥を播種17, 25, 39日後に葉面散布した結果、播種25日後と開花期にあた

る播種39日後の葉面散布により、ソバ子実重はそれぞれ1%水準、0.1%水準で有意に増加し、増加量はそれぞれ9.3 g/m²と43.1 g/m²であった(原ら 2023)。亜リン酸液肥を播種47日後に、微量要素を播種17日後に葉面散布した結果、亜リン酸液肥は子実収量を38.2 g/m²増加させた。亜リン酸液肥を播種26, 40, 47日後の3回散布することにより、収量は18.7 g/m²から有意に増加し、94.7 g/m²となった。亜リン酸液肥に含まれるリン酸とカリについて、栽培前の土壌中の含有量は適正範囲であったが、硬い土層や地下水位がリン酸不足に影響したと考えられる。生産者が懸念していた亜リン酸液肥葉面散布による雑草増加は認められなかった。

4) 成果活用における留意点

増収効果が認められた亜リン酸液肥の葉面散布については、作用機作や栽培環境による効果への影響の検討が不十分であるため、効果を確認しながら活用する。

5) 今後の課題

亜リン酸液肥の葉面散布については、現地関係者が主体となった普及活動が行われており、社会実装が進んでいる。今後、作用機作や栽培環境による効果への影響を解明することにより、他地域への横展開を加速する必要がある。

<引用文献>

原貴洋, 島武男, 中野恵子, 淵山律子, 鈴木達郎, 手塚隆久(2021) ソバ春まき栽培における湿害実態. 日本作物学会講演会要旨集251:120.

原貴洋, 藤原和樹, 森脇丈治, 中野恵子, 鈴木達郎, 望月遼太, 手塚隆久(2023) 亜リン酸液肥の葉面散布がソバの収量に及ぼす影響. 日本作物学会紀事92(3):245-251.

渡邊ら(2020) 診断に基づく小麦・大麦の栽培改善技術導入支援マニュアル(総合版).

実行課題番号	1—(8)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	1 地域毎のソバの湿害対策技術およびリスク診断のアプリケーションの開発		
実行課題名	1(8) ソバの湿害診断アプリケーションの開発		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構・九州沖縄農研センター 暖地畑作物野菜研究領域 畑作物・野菜栽培グループ・島武男		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

市町村全域といった広域とその中の地区をしぼった圃場ブロック（圃場群）という狭域の二つ空間的な単位に分けて、湿害要因を分析する。まず、市町村を対象とした広域の湿害要因の分析項目として地形、土壌、土地改良事業（排水事業）に着目し、それらとソバ収量データの関係を分析する。次に、地区を絞った圃場ブロックを対象とした分析では農家による排水対策等の評価項目を加え、湿害要因を分析する。地域といった広域レベルの湿害リスク診断と地区レベルの湿害リスク診断に必要なデータを GIS データベースとして整備する。このGIS データベースを用いて湿害リスク診断（予測）を行うとともに、診断結果を可視化できるアプリケーションを開発する。開発したアプリケーションを用いることにより、湿害強度の強い圃場でのソバ栽培の回避等、湿害強度に応じた排水対策の提示等を行うことを目指す。

2) 研究方法

そば研では、約3,000筆の収量データが2013年から記録されている。これらと羽後町土地改良区から提供を受けた筆区画のGISデータ（シェイプファイル）を大字名と圃場地番名でひも付けすることで収量データをGISデータ化し、湿害要因の解析に使用した。地形分類には国土地理院の10mメッシュ標高データと国土交通省の河川データを使用した。

排水路、排水ポンプの整備状況は、羽後町土地改良区から提供を受けた排水路、排水ポンプの位置を示すシェイプファイルをもとに現地踏査を行い、整備状況を確認した。圃場ブロック内の排水路がコンクリート化され、排水路末端に排水ポンプが設置されている場合、その圃場ブロックを排水路・排水ポンプの整備あり、それ以外を整備なしとして区分した。暗渠排水能力に関しては、暗渠の施工方法、施工年等の情報が重要になるが、これらのデータは市町村の関係機関、土地改良区に保存されていなかった。そこで、日雨量10～20mm程度の降雨後に、実際に暗渠排水口から排水路に排水されている状況を調査した。

これらのデータを用いて、湿害要因をマルチレベルモデルにより評価した。

3) 研究結果

本研究では、市町村全域のような広域を対象にソバ反収の空間分布をメッシュにより可視化し、ソバ反収と地形、土壌、排水路・排水ポンプ整備の有無、暗渠排水能力との関係を解析し、湿害リスクを評価した。地形は湿害要因を解析する場合の重要な要因の一つである。この地形を定量的、客観的に分類するためのフローチャートを作成した。フローチャートを用いた地形の推定結果は、読図と現地踏査による分類結果とおおよそ一致した。

排水路・排水ポンプ整備の有無は現地踏査により把握し、踏査結果を GIS データ化した。暗渠排水能力は現地踏査を行い、踏査結果を GIS データ化した。これらのデータを、同一のメッシュに変換し、反収との関係をマルチレベルモデルの分析を行ったところ、暗渠排水能力の向上は圃場整備の進んだ低平地において、特に湿害低減効果が高いことが分かった（図-1）。

作成したモデルを用いて、湿害リスクマップを作製した（図-2）。これらの手順をQgis（GISアプリ）のグラフィカルモデラーで自動化し、アプリケーションのベースモデルを開発した。

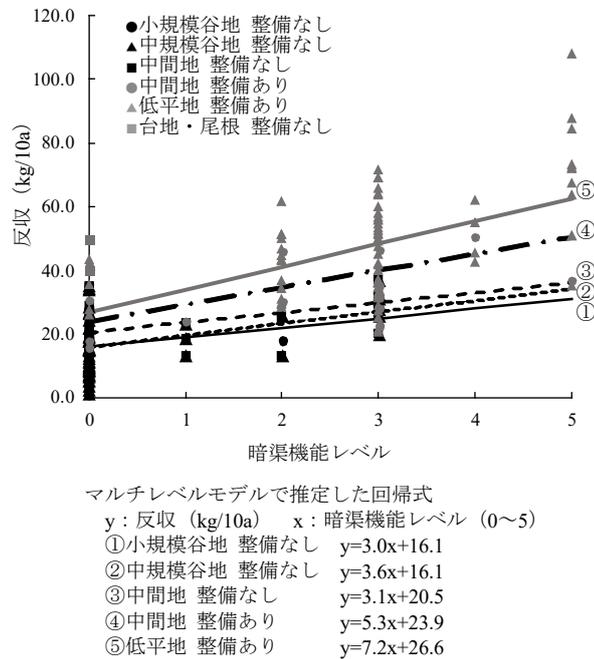


図-1 マルチレベルモデルによる湿害要因の解析結果

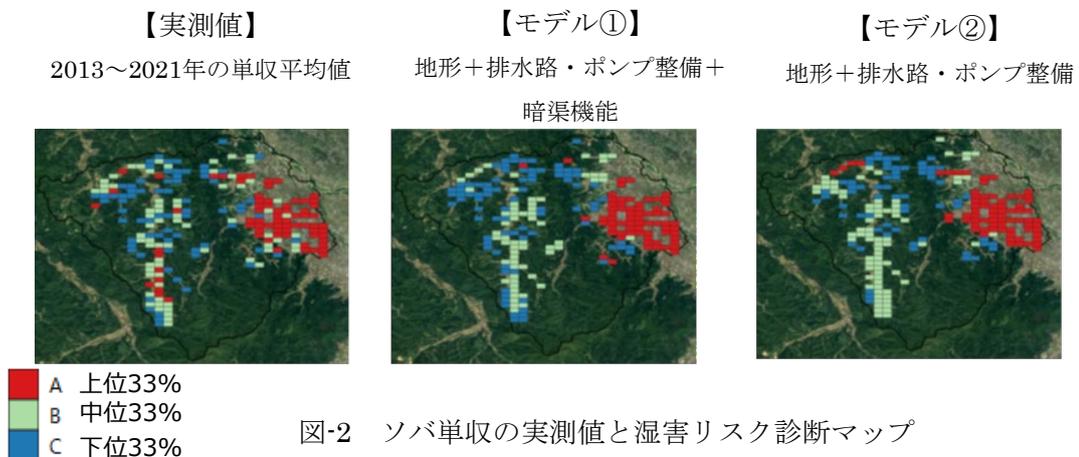


図-2 ソバ単収の実測値と湿害リスク診断マップ

4) 成果活用における留意点

暗渠機能に関する調査を行うと湿害リスクの診断精度が高いが、調査の労力が大きく、既存のデータでリスク評価を行うことが現実的である。

5) 今後の課題

ブロックの作製は自動化が行われておらず、ユーザーに実施してもらう必要がある。今

後，方法等，データ収集手法の高度化も求められる．また，土地改良事業に関する水土里情報の整備が進展した場合，それらの情報を柔軟に取り込む必要がある．

実行課題番号	2—(1)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	2 ソバの湿害対策技術の科学的検証		
実行課題名	(1) ソバの湿害診断技術の開発		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	宇都宮大学・農学部植物生産環境学研究室・神山拓也		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

ソバの湿害による低収および湿害対策技術による増収機構について、土壌中の物理環境データ（主として水分、土層構成）、作物体の形態・生理データから科学的に検証する。得られた結果から、湿害程度を診断できる指標を考案するとともに、湿害対策技術の選定および改良を行い、ソバの収量2割増に貢献する。

2) 研究方法

1. 遠沈管を用いた生育初期のソバの湿害診断指標の検討

作物体の形態・生理データから湿害程度を診断できる指標を考案するために、湛水处理が普通ソバ (*Fagopyrum esculenta* Moench) と宿根ソバ (*F. cymosum* Meisn.) の生理形態的形質に及ぼす影響について調べた。普通ソバ 5 品種（鹿屋 在来, キタワセソバ, しなの夏そば, にじゆたか, パーパル）と宿根ソバを 50 ml 遠沈管で 18 日間栽培した。全ての個体の第 1 本葉が完全展開した後, 1 週間の間, 湛水处理区は地上水位 2 cmを保ち, 対照区は適宜灌水した。処理期間中に気孔開度および葉温を測定し, サンプルング後, 地上部乾物重および根長を測定した。

2. 根箱を用いたソバの湿害診断指標の検討

根箱を用いてソバの湿害診断指標を評価した (Koyama et al., 2021)。実験には、普通ソバ品種キタワセソバを供試した。人工培土（くみあいニッピ園芸培土1号）を充填した根箱（横240 mm、縦400 mm、幅20 mm）で31日間栽培した。3葉期（播種後18日）から3日間湛水する3日湛水区、6日間湛水する6日湛水区、適宜灌水する対照区を設け、乱塊法（n = 5）で配置した。湛水開始後13日に、出液速度を計測後、地上部および根系を採取した。出液速度については、胚軸の切断面から生じる出液を採取し、一時間当たりの出液量に換算して算出した。地上部に関しては地上部乾物重を計測した。また、根系に関しては、神山ら (2017) を用いて根系標本を作成後、根端の呼吸活性を計測するために、すぐに、2, 3, 5-トリフェニルテトラゾリウムクロライドにより染色し、スキャナを用いて根系全体の画像を取得した。得られた画像から呼吸活性のある根端数と根表面積を計測した。

3. ソバの湿害診断指標を用いた圃場での湿害対策技術の選定および改良

小課題 1 と共同で実施し、論文化した (Takeshima et al., 2023)。P. 14-18を参照。

3) 研究結果

1. 遠沈管を用いた生育初期のソバの湿害診断指標の検討

地上部乾物重、根長および気孔開度には品種・種と処理の有意な交互作用が認められた。そこで、品種・種ごとに処理の影響を調べた結果、地上部乾物重についてはパーパルと宿根ソバ、根長についてはパーパル、気孔開度についてはパーパルと宿根ソバで処理による有意な影響が認められず、それぞれの形質について普通ソバの他品種では有意な差が認められた(図1)。また、普通ソバの「しなの夏そば」の処理間の葉温差は3.17℃であったのに対し、宿根ソバの葉温差は0.30℃であり(図2)、気孔開度と葉温には有意な負の相関関係が認められた(図3)。そして、処理期間を通じて、普通ソバ5品種の湛水处理区の葉温は対照区に比べ高かった(図4)。一方、宿根ソバの葉温には処理間で差が認められなかった。胚軸を観察した結果、処理区の宿根ソバの胚軸にのみ二次通気組織様の形態が観察された。以上より、宿根ソバは湛水条件下でも気孔開度を維持することで生育を保っていた可能性が示唆された。また、この実験から、湿害により気孔が閉鎖し、葉温が上昇するため、葉温が湿害診断指標になりうることが示唆された。

2. 根箱を用いたのソバの湿害診断指標の検討

まず、異なる期間の湛水处理がソバ根系の呼吸活性に及ぼす影響を調べた。地上部乾物重と根表面積は、湛水处理期間が長くなるにつれて有意に低下した(表1)。ソバの根の直径は細く、平均直径は約0.3 mmで、根全体の約60%は直径0.2 mmより細かったが、神山ら(2017)の手法により生きた根端を残したまま根系全体の標本をサンプルすることに成功した(図5)。また、この根系標本のTTC染色により、根系全体の根端の活性を調べることができた。対照区のCの根の先端のほとんどはTTCで染色され赤くなったが、湛水处理期間6日のW6では、ほとんど染色されなかった。また、W6のTTC染色された根端の数は、CおよびW3よりも有意に少なく(表1)、W6の出液速度はCおよびW3よりも有意に少なかった。これらTTC染色された根端の数と出液速度との相関関係を調べたところ、両者には有意な正の相関関係が認められた。以上より、湿害期間が長期化すると土壤中の酸素濃度の低下により、根端が枯死し生育が抑制されることが示唆された。また、この実験から、根系全体の活性の指標であり、測定も容易である出液速度が普通ソバの湿害診断指標として有用だと考えられた。

3. ソバの湿害診断指標を用いた圃場での湿害対策技術の選定および改良

小課題1と共同で実施し、論文化した(Takeshima et al., 2023)。P.14-18を参照。

以上の実験から湿害を診断するための指標として、気孔開度、葉温、TTC染色された根端の数および出液速度を見出した。また、圃場試験の結果から土壌改良事業による暗渠排水や、畝たて同時播種が湿害対策として有効であることを示すことができた。そして、その診断指標として収量構成要素や土壌含水率から算出した排水指数およびSum of Excess Water (SEW30)が有効であることを示した。

4) 成果活用における留意点

湿害を診断するための指標として、気孔開度、葉温、TTC染色された根端の数および出液速度を見出した。このうち、気孔開度測定用の機材が高価である。また、TTC染色された根端の数は敏感に湛水の影響を受けるが、現場において根を掘り出して確認するのは非常に労力がある。そのため、測定が容易である葉温および出液速度が普通ソバの湿害診断指標

として有用だと考えられた。

5) 今後の課題

これまでに、複数の現地圃場において葉温および出液速度を計測してきたが、解析が終了していないため、早急に解析を進め、論文発表等により公知化する。

<引用文献>

神山 拓也, 吉留 克彦, 荒川 祐介 2017 根箱・ピンボード法に用いる根系採取装置の開発と利用法. 根の研究 26(4) 85-91

Koyama T., Murakami S., Karasawa T., Ejiri M., Shiono K. 2021 Complete root specimen of plants grown in soil-filled root box: sampling, measuring, and staining method. Plant Methods 17(1) 97

Takeshima R., Murakami S., Fujiwara Y., Nakano K., Fuchiyama R., Hara T., Shima T., Koyama T. 2023 Subsurface drainage and raised-bed planting reduce excess water stress and increase yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Field Crops Research 297 108935

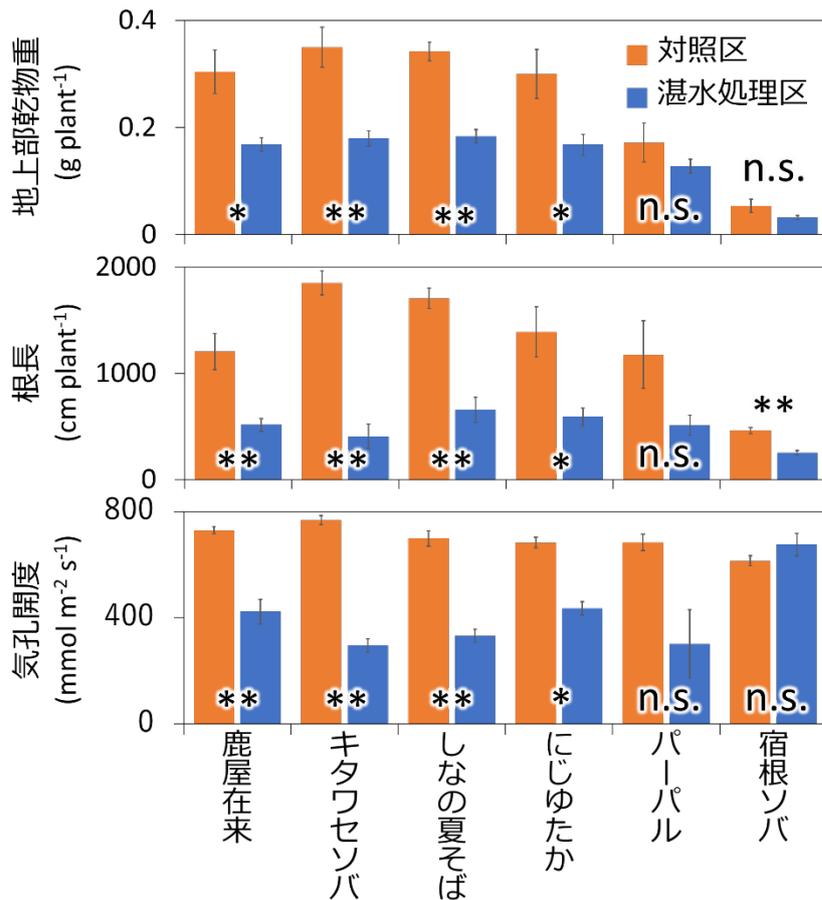


図1 湛水処理が地上部乾物重、根長、気孔開度に及ぼす影響。n.s., 非有意; *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$ (t検定). エラーバーは標準誤差。

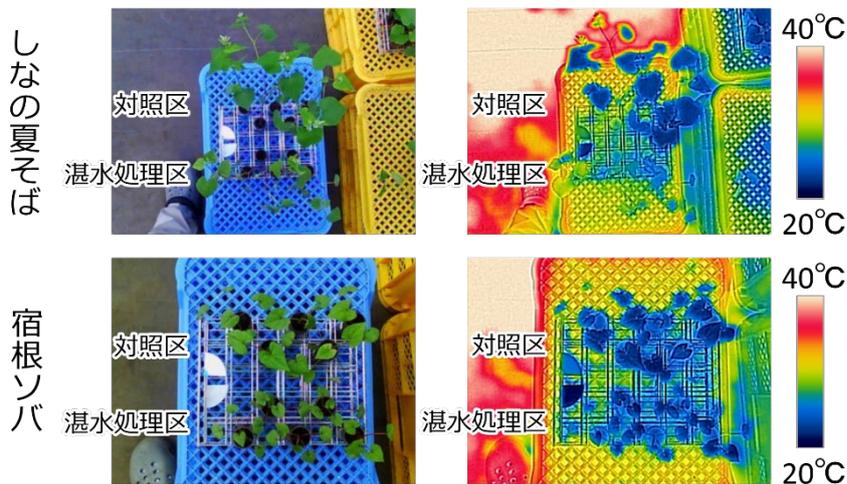


図2 しなの夏そばと宿根ソバの対照区および湛水処理区の可視画像と赤外線熱画像。

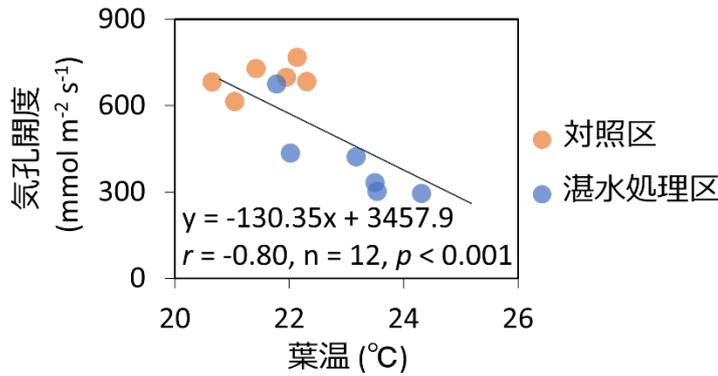


図3 对照区および湛水处理区の葉温と気孔開度の関係.

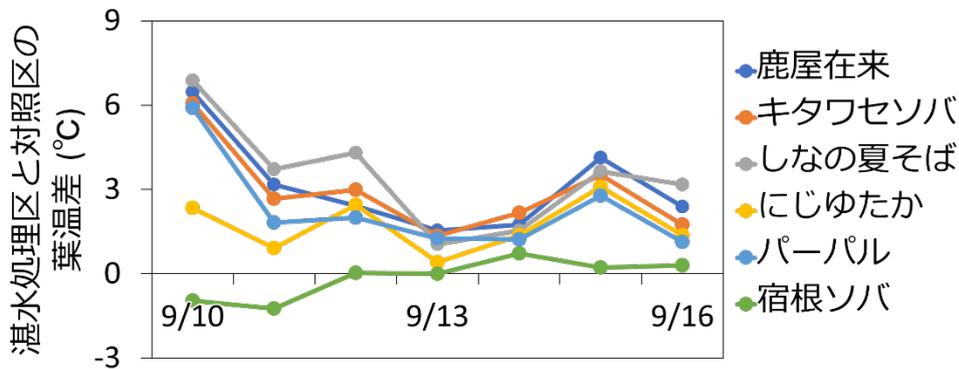


図4 湛水处理区と对照区の葉温差の推移.

表1 異なる期間の湛水处理が地上部乾物重、根表面積、TTCで染色された根端数、出液速度に及ぼす影響.

処理	地上部乾物重 (g plant ⁻¹)	根表面積 (cm ²)	TTCで染色された根端数 (no. plant ⁻¹)	出液速度 (g plant ⁻¹ h ⁻¹)
C	4.84 ± 0.48 ^a	1514 ± 108 ^a	145 ± 15.9 ^a	1.45 ± 0.16 ^a
W3	2.75 ± 0.32 ^b	923 ± 102 ^b	120 ± 10.1 ^a	1.46 ± 0.09 ^a
W6	1.03 ± 0.19 ^c	172 ± 36.9 ^c	39.2 ± 7.11 ^b	0.07 ± 0.04 ^b

C, 对照区; W3, 3日湛水处理区; W6, 6日湛水处理区. 異なる英数字は有意な差があることを示す (Tukey HSD, p < 0.05, n = 5)

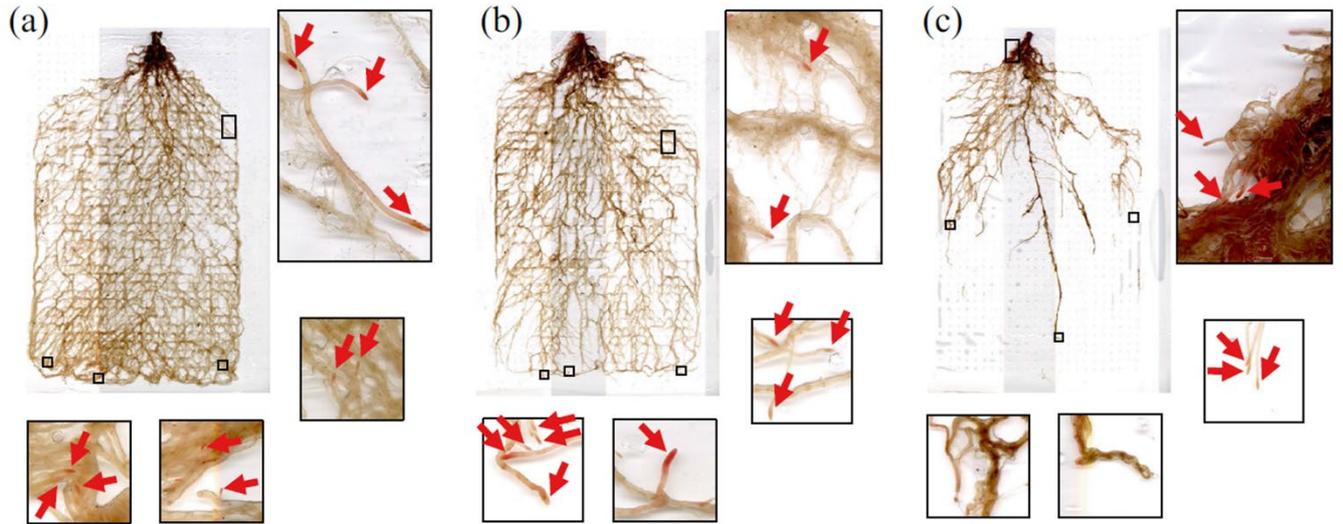


図5 異なる期間の湛水処理がTTCで染色された根系標本へ及ぼす影響. a 対照区; b 3日湛水処理区; W6 6日湛水処理区. 図中の矢印は根端がTTCにより赤く染色されていることを示す.

実行課題番号	2 - (2)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	2 ソバの湿害対策技術の科学的検証		
実行課題名	(2) ソバの湿害土壌の物理性解析		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構・九州沖縄農業研究センター 暖地水田作研究領域 スマート水田輪作グループ・中野恵子、瀧山律子		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

ソバの湿害による低収および湿害対策技術による増収機構について、土壌中の物理環境データ(主として水分、土層構成)から科学的に検証する。得られた結果から、湿害につながる土壌環境の指標を考案するとともに、湿害対策技術の選定およびソバの収量2割増に貢献する。

2) 研究方法

ソバ生育期間における土壌中の水分および酸素濃度のモニタリングとソバの生育および土壌物理性調査からソバの生育に影響する土壌中環境要因を抽出する。特に湿害(酸素不足)につながる情報に着目する。なお調査は、実施課題1-7)および1-5)、6)の対象地である大分県豊後高田市および秋田県羽後町で実施した。また、プロジェクト開始当初に実施課題1-3)と共通調査項目を検討し、当該課題の調査データ(北海道深川市)も参照した。

3) 研究結果

営農的に実施できる排水対策を実施したほ場で土中水分と酸素濃度とを観測し、水分が飽和に達した時を酸素不足の状態と判定した。ソバの根群域でこの状態が継続すると湿害リスクが高まると考えられた。また、作土中の水分飽和は耕盤水分が高い場合に生じやすいことが示された。

耕盤の水分は、降雨後高く維持される場合と数日で低下する場合に大別された。また、先行降雨により耕盤の水分が高いときに降雨があると作土全体が飽和状態に到達しやすい傾向があった。排水対策未施工のほ場における排水対策の要否判断に降雨後の耕盤の水分低下度を用いた。

低平地では、耕盤の透水係数が小さい場合に耕盤の水分が高かったが、谷地では耕盤の透水係数に寄らず耕盤の水分は高く維持された(図1)。谷地は低平地に比べて耕盤の水分が高く維持されて作土中の水が排水されにくく、また、複数の排水対策を組み合わせても作期全般での明瞭な乾燥傾向は認められなかった(表1)。ただし、排水対策の実施により強雨時等の一時的な過湿状態を回避した様子が観察された(図2)。

排水対策の有無による耕盤の飽和透水係数の差異は認められず、特に谷地では作土の乾燥も進まなかったことから、排水対策が耕盤水分の変動のパターンを変えることは考えにくく、排水対策の実施効果はより地表に近い作土内水分で見る必要があった。

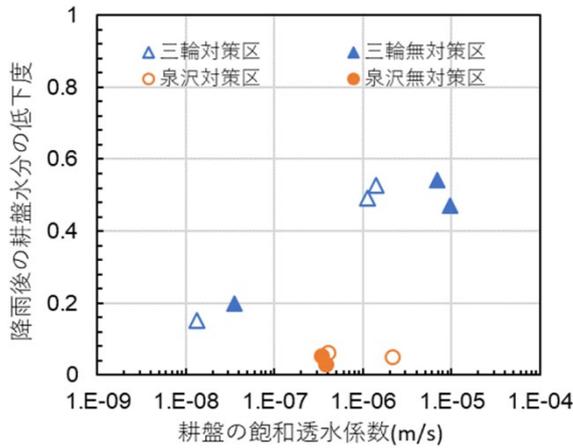


図1 耕盤の飽和透水係数と降雨後の水分低下度*との関係

(低平地：三輪、谷地：泉沢)

*降雨後の耕盤水分の低下度 = (飽和水分 - 飽和に達する降雨後5日目の水分) / 飽和水分

表1 土壌水分の変動と排水対策、ソバ収量の関係

地形	対策	高水分での停滞発生		耕盤水分の変動パターン	対策の効果	
		作土上部	耕盤上		水分変動	ソバ収量* (kg/10a)
三輪 (低平地)	有	無	無	降雨時のみ高	作土乾燥	30.7
	無	無	一部有	降雨時のみ高		29.6
泉沢 (谷地)	有	有	有	高	強雨時の湛水回避†	17.2
	無	有	有	高		3.3

*3筆の平均。品種：階上早生。†水分の観測値なし。観察による。



図2 排水対策（高畝+明渠+カットドレーン）による栽培初期（播種後すぐ）の水没回避（17mm/20分の降雨）
(低平地：三輪、谷地：泉沢)

4) 成果活用における留意点

排水対策として、明渠（表面水の排水）、ほ場外まで牽引するカットドレーン施工（土中水の排水、高畝播種（種子と土中飽和帯との距離の確保）が実施された圃場での観測を基にした結果である。

5) 今後の課題

谷地と平地の調査事例の様に、耕盤の特性に関係なく地理的な要因で湿害リスクが高い圃場については、分けて考える必要があり、他課題の成果も踏まえた整理が必要と考えられる。

<引用文献>

中野恵子ら、2023、排水対策を実施したソバ栽培圃場の土壌中の水分変動、2023年度土壌物理学会大会講演要旨集、55-56、

[https://js-soilphysics.com/data/conference/SP65\(2023\).pdf](https://js-soilphysics.com/data/conference/SP65(2023).pdf)

実行課題番号	3 - (1)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	3 アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証		
実行課題名	(1) - (2) 寒地における雑草害対策技術の開発と実証		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	株式会社バイオファーム・長岡寛知、長岡泰良		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

北海道における、アズキ栽培圃場の除草体系は、除草剤散布と中耕除草による機械除草、およびホー除草と手取り除草（素手や鎌などを使用して雑草を抜き取る除草方法）に人力除草は手作業となるため、作業効率が悪く長時間の労力を必要とする。また、人力除草作業はホー鎌で雑草を切る技術が必要なため、習得するために実務経験を要する。現在農業生産者の人口は減少傾向となり人手不足であることから、農業体系は作業の省力化が望まれており、機械化された除草技術の開発が必要となる。

現状のアズキ栽培における、除草剤の選択、中耕除草の時期や回数、使用する農機は各生産者で異なり、作業がマニュアル化されていない。アズキ栽培圃場で試験区を設置し、薬効を調査し有効な中耕除草の時期と回数が除草効果に与える影響を明らかにし、新たな雑草防除体系技術を構築して、その効果を実証する。新除草技術と慣行栽培において、労働時間の削減効果を比較検証し、労働時間が2割削減可能な「北海道におけるアズキの省力的除草体系技術」を確立させる。

2) 研究方法

北海道十勝地方におけるアズキ栽培地帯で、新技術ではホー除草を削減し、日農機製工株式会社製のみらくる草刈るチによる中耕除草のみで除草し、調査圃場の雑草発生状況について、2カ年調査した。

3) 研究結果

新技術を用いた試験圃場において、根付いた雑草がほとんど無かったことから、新技術除草方法による除草効果は高かった。

2カ年の調査結果における10a当りの労働時間について、新技術の除草方法は慣行栽培と比較して、機械除草の労働時間はやや増加したが、ホー除草の労働時間が削減され、人力除草が削減されたことから、慣行対比44%から71%（表1参照）の労働時間の削減が明らかとなった。



清水町（令和4年7月20日）



清水町（令和5年7月10日）

表 1. 除草における10a当りの労働時間

除草作業	令和5年		令和4年	
	慣行除草 (時間:h)	新技術除草 (時間:h)	慣行除草 (時間:h)	新技術除草 (時間:h)
機械除草	1.3	1.8	1.5	2.0
(内訳) 中耕除草	0.8	1.3	1.0	1.5
培土	0.5	0.5	0.5	0.5
人力除草	5.5	1.2	12.5	2.0
(内訳) ホー除草	5.0	0.0	12.0	0.0
手取り除草	0.5	1.2	0.5	2.0
合計作業時間	6.8	3.0	14.0	4.0
慣行除草対比(%)	100	44	100	29

4) 成果活用における留意点

除草剤の効果が持続しているときは、中耕は避ける。中耕と培土は遅くなるほど根を切断して、生育を逆に阻害する危険性が高まるため留意する。

5) 今後の課題

本試験において、初期生育の気温と降水量が栽培年次で異なったため、中耕の回数や除草剤散布の時期に差異が生じた。近年、アズキの栽培地帯の気象が変動しており、効果的な除草となりうる、中耕と除草剤散布のタイミングを確認していく必要がある。

＜別紙様式3＞最終年度報告書

実行課題番号	3 - (2)	実行課題 研究期間	令和1～4年度
小課題名	3 アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証		
実行課題名	(2) アズキの雑草害実態調査と対策技術の開発		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	島根県東部農林水産振興センター・出雲事務所農業部 出雲地域振興第三課・山崎智美、新田康二		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

平成28年から狭条密植栽培体系によるアズキの試作を行っているが、高位安定生産のためには、コンバイン収穫に支障となるタデを抜き取るために特に手間がかかっており、面積拡大のネックとなっている。除草に要する時間は10a当たり約8時間、全労働時間の約5割を占めている。また、カヤツリグサについては、収穫までには枯れてしまうが、生育中期までにアズキの生育を抑制することも懸念材料である。そこで、新規登録された除草剤による化学的雑草防除方法や、狭条密植栽培（条間：30cm）に加え、中耕除草の実施を前提とした畝立同時播種栽培（条間：65～70cm）による耕種的雑草防除方法について検討し、労働時間が2割削減できる「温暖地における小豆栽培におけるアズキの省力的除草体系技術」を確立する。

2) 研究方法

化学的雑草防除方法については、2018年6月に農薬登録適用拡大されたイマザモックスアンモニウム塩液剤を中心とした方法を検討した。アズキの播種直後にトリフルラリン乳剤またはDCMU水和剤による土壌処理を実施し、その後アズキの出芽揃期にイマザモックスアンモニウム塩液剤による茎葉処理をおこなった。

耕種的雑草防除方法については、上記の化学的雑草防除方法に加え、条間を65～70cm程度にし、畝立同時播種をおこなうとともに、開花前に中耕培土を実施した（中耕培土目安：初生葉付近）。

上記2つの方法による雑草の抑制効果を確認するとともに、労働時間による作業性を評価した。なお、目標とする労働時間の2割削減の基準値は、研究開始当時の作業時間を現状値とした。

3) 研究結果

R1年度において雑草抑制効果を検証するため、表1のとおり区を設けた。実証区①では、無除草区に比べ雑草の発生は少なかったが、播種後9日目でカヤツリグサの発生が5葉期程度となっていた。実証区②、③では出芽揃期のイマザモックスアンモニウム塩液剤による雑草抑制効果が高かった。実証区③では中耕培土の除草効果も高かったが、一方で畝が形成されたことで、汎用コンバインの収穫では収穫ロスが多く発生した（表2）。

表1 各防除方法による雑草抑制効果 (R1年)

区名	同左除草剤体系内容	栽培方法	中耕培土	生草重 (g/m ²)							合計	同左対比 (%)
				ノヒエ	カタクリゲキ類	アゼナ	タカサヅロウ	イヌタバ	タケケバナ	その他広葉		
無除草区	除草剤無施用	耕耘同時播種 (条間:30cm)	無	151.4	210.0	0.0	199.9	0.0	0.0	4.4	565.6	100.0
実証区①	トリフルラリン乳剤	耕耘同時播種 (条間:30cm)	無	0.1	15.6	0.0	3.0	20.5	1.5	0.0	40.8	7.2
実証区②	トリフルラリン乳剤 + イマザモックスアンモニウム塩液剤	耕耘同時播種 (条間:30cm)	無	0.3	0.8	0.0	0.9	0.0	0.2	0.3	2.4	0.4
実証区③	トリフルラリン乳剤 + イマザモックスアンモニウム塩液剤	畝立同時播種 (条間:66cm)	有	0.2	1.1	0.0	0.7	0.1	0.2	0.0	2.3	0.4

注) 1. 無除草区播種日は7/19。実証区①～③播種日は7/29
 2. 全区で7月中旬にグリホサート液剤散布
 3. 実証区①～③のトリフルラリン乳剤は播種当日散布(7/29)。実証区②、③のイマザモックスアンモニウム塩液剤の散布日は8/7
 4. 実証区③の中耕培土の実施日は8/26
 5. 雑草調査は9/13に実施し、各区0.25㎡を2か所を抜き取り調査した。ただし、無除草区は0.09㎡を2か所とした

表2 収量調査結果 (R1年)

区名	同左除草剤体系内容	栽培方法	中耕培土	全重 (kg/10a)	粗子実重 (kg/10a)	精子実重 (kg/10a)			百粒重 (g)	収穫ロス重 (kg/10a)
						5.5～6.7mm	6.7mm以上	全体		
実証区②	トリフルラリン乳剤 + イマザモックスアンモニウム塩液剤	耕耘同時播種 (条間:30cm)	無	764	277	122	152	274	23.9	14
実証区③	トリフルラリン乳剤 + イマザモックスアンモニウム塩液剤	畝立同時播種 (条間:66cm)	有	628	225	105	118	223	23.9	50

注) 1. 両区ともに汎用コンバインで収穫
 2. 収穫ロス重は収穫後に残った粗子実重

表2より畝立同時播種及び中耕培土をおこなうと収穫ロスが高くなることから、R2年度では北海道などで使用されている豆用のロックロップコンバインを使用することで収穫ロスを下げることができた。

表3 収穫機械による収穫ロスなどの比較 (R2年)

収穫機械	収穫ロス重 (kg/10a)
汎用コンバイン	37
ロックロップコンバイン	4

注) 1. 播種日は8/1(条間:70cm)。中耕培土の実施日は8/21
 2. 収穫ロス重は収穫後に残った粗子実重

化学的雑草防除方法と耕種的雑草防除方法をR1～4年まで検証した結果、除草効果が高いことが分かった。結果的に R4年度においての10a当たりの総労働時間は、研究開始当時の作業時間(H30年調査)と比較して35～38%削減することができ(表4)、当初の目的を達成することができた。なおR4年度においては、播種直後の土壌処理剤をトリフルラリン乳剤からDCMU水和剤とした。

表4 労働時間結果(R4年)

作業名	労働時間(h/10a)		
	Y法人(R4調査)		H30調査
	耕種的雑草防除区	化学的雑草防除区	
種子予措	0.50	0.30	0.25
ほ場準備・施肥・播種	5.70	7.90	2.75
除草剤散布	1.30	1.20	1.40
中耕培土	0.20	0.00	0.00
病虫害防除	0.80	0.50	3.90
雑草抜き取り・草刈り	0.00	0.00	7.00
収穫・脱穀	2.30	1.40	2.10
合計	10.80	11.30	17.40
比較比率(%)	62	65	100

注) 1. 耕種的雑草防除区播種日は8/3(条間:66cm)。中耕培土の実施日は8/29

2. 化学的雑草防除区播種日は7/31(条間:30cm)

3. 両区ともに播種日にDCMU水和剤、出芽揃期にイマザモックスアンモニウム塩液剤散布

4) 成果活用における留意点

化学的雑草防除方法については、イネ科雑草が目立つ場合、前述した除草剤の他にキザロホップエチル水和剤などを散布する必要がある。

耕種的雑草防除方法については、収穫ロスを下げる目的として北海道などで導入されている豆用のロックロップコンバインで収穫することが望ましく、その際は条間をコンバインの収穫幅に合わせる必要がある。

5) 今後の課題

化学的雑草防除方法はR5年度現在で島根県出雲市内の機械化体系を前提としたアズキ栽培に導入されている。今後除草剤に抵抗性がある雑草が増えた場合、異なる除草剤体系が必要となる可能性がある。

耕種的雑草防除方法は、化学的雑草防除に加え中耕培土をおこなうことでさらに除草効果を高める可能性が高いが、ロックロップコンバインなどを含めると機械投資額が高くなることから、共同機械利用などを検討する必要がある。なお、2条刈りのロックロップコンバイン1台を島根県で使用する場合、概ね20haの収穫が可能と見込まれる。

実行課題番号	3 - (3)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	3 アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証		
実行課題名	(3) ゴマの湿害・雑草害の対策技術の開発と実証		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	三重県農業研究所・農産研究課・佐藤恒亮、中山幸則 大野鉄平、山吉咲綺 三重県中央農業改良普及センター・地域農業推進課・内山裕 介		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

ゴマの収量を2割向上させるため湿害対策として作付前の圃場排水性の診断結果に基づく総合的な対策技術を、除草にかかる労働時間を2割削減するための雑草害対策として化学的防除法（除草剤）と物理的防除（中耕培土）を合わせて省力的防除体系を確立することを目的とする。

2) 研究方法

湿害対策では、作付前圃場の透水性（地表下20-25cm部および40-45cm部）を簡易に調査するための手法を検討した。本調査を行った排水性の異なる所内2圃場において、チゼル深耕体系と弾丸暗渠を組み合わせた湿害対策の候補技術（チゼル深耕（以下、③深耕区）、チゼル深耕+40cm深の深堀明渠に連結した弾丸暗渠（以下、①深耕+弾丸連結区）、チゼル深耕+40cm深の深堀明渠と未連結の弾丸暗渠（②深耕+弾丸未連結区））を施工し、チゼル耕（以下、④慣行区）と比較することで、ゴマ生育期間中の地表下15cmの滞水時間およびゴマの収量におよぼす影響を調査した。これらの結果を基にゴマ生育期間中の地表下15cmの滞水時間と作付前圃場の透水性との関係を分析することで、圃場排水性の診断指標および診断結果に応じた個別の対策技術のモデル作成を試みた。最終2ヶ年においては、作成した診断方法に基づき、現地圃場において作付前圃場の透水性を調査し、診断結果に基づき選択した湿害対策技術を施工することで、慣行区と比較して、排水性の改善効果およびゴマ収量の向上効果を検討した。

雑草対策では、「土壌処理除草剤と中耕培土」による体系除草方法を確立するために、令和元年～3年度に有効な除草剤や中耕培土の時期等について農業研究所内の圃場において試験を実施し、4～5年度に実際にゴマが作付けされている現地の水田転換畑において体系除草の実証を行った。除草剤については、土壌処理除草剤としてトリフルラリン乳剤及びリニユロン水和剤、茎葉処理剤としてグルホシネートPナトリウム塩液剤の除草効果や薬害の程度について、ポット試験や圃場試験において検討した。中耕培土についてはロータリーカルチを用いて、実施時期や実施回数を検討した。現地試験においては、従前の試験結果から有効であると考えられた「トリフルラリン乳剤と中耕培土1回」による省力的な体系除草について、除草効果や作業時間の評価を行った。

3) 研究結果

湿害対策の課題については、作付前圃場の透水性を簡易に調査する手法として、塩ビ管を使用した方法等も検討したが、手掘りオーガを用いて地表下25cmおよび45cm深の穴（径φ60mm）を掘り各穴に水200mlを注水後1時間の減水深を測定する方法が、調査の簡便性や精度の観点から適当であると考えられた（以下、素掘透水性）。

湿害対策の候補技術の施工効果については、3年度に実施した所内2圃場での結果において、①深耕+弾丸連結区では、生育期間中の滞水時間が大幅に減少し、ゴマ収量は④慣行区に比べ、顕著に高まった（表1）。その他の対策技術は、④慣行区に比べ、②深耕+弾丸未連結区では32%、③深耕区では18%の増収率となり、概ね2割以上収量が向上した（表1）。

表1. 作前に排水性を診断した圃場における湿害対策の実施がゴマ収量および生育期間中の圃場排水性に及ぼす影響(令和3年度).

圃場名	作前圃場の透水性		排水対策	播種直後		出芽率	収量		生育中 ¹ 滞水時間
	土壌コア飽和透水係数	素掘 ² 透水性		土壌含水比	砕土率		子実重	④対比増収率	
(A)	(cm/sec)	(mm/h)	(B)	(%)	(%)	(%)	(g/m ²)	(%)	(h)
A圃場	地表下20-25cm部		①深耕+弾丸連結区	29.0 ^b	51.2 ^a	70.6	20.4 ^a	301	187 ^b
			②深耕+弾丸未連結区	31.6 ^{ab}	44.5 ^{ab}	71.2	8.9 ^b	131	337 ^{ab}
	地表下40-45cm部		③深耕区	31.3 ^{ab}	52.6 ^a	71.2	7.9 ^b	117	424 ^a
			④慣行区	34.5 ^a	38.6 ^b	63.2	6.8 ^b	-	505 ^a
D圃場	地表下20-25cm部		①深耕+弾丸連結区	31.2 ^c	37.1 ^a	36.4	15.5 ^a	357	284 ^b
			②深耕+弾丸未連結区	37.6 ^b	27.4 ^{ab}	41.3	5.8 ^b	133	509 ^a
	地表下40-45cm部		③深耕区	37.7 ^{ab}	22.8 ^b	44.0	5.2 ^b	120	550 ^a
			④慣行区	41.5 ^a	22.0 ^b	39.9	4.3 ^b	-	571 ^a
A・D圃場平均	地表下20-25cm部		①深耕+弾丸連結区	30.1 ^c	44.2 ^a	53.5	18.0 ^a	329	235 ^b
			②深耕+弾丸未連結区	34.6 ^b	35.9 ^a	56.3	7.3 ^b	132	423 ^a
	地表下40-45cm部		③深耕区	34.5 ^b	37.7 ^a	57.6	6.6 ^b	118	487 ^a
			④慣行区	38.0 ^a	30.3 ^b	51.6	5.6 ^b	-	538 ^a
分散分析結果 ²			(A)	**	**	**	*	-	**
			(B)	**	**	n.s.	**	-	**
			(A×B)	n.s.	*	n.s.	n.s.	-	n.s.

¹7/21-9/30における地表下15cm位置における滞水時間を示した。

²二元配置分散分析の結果, **, *は1%, 5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし。

表中の異符号間には圃場(A)内および排水対策①②③④平均、A・D圃場平均内においてtukeyの多重比較検定の結果5%水準で有意差あり。

2年および3年度の結果からゴマ生育期間中の地表下15cmの滞水時間と作付前圃場の透水性との関係を分析したところ、作付前の素掘透水性値と生育期間中の滞水時間の間には有意な負の相関関係が認められ（データ省略）、生育期間中の滞水時間を200時間（安定多収を得るために必要と考えられる滞水時間）未満とするための素掘透水性値（透水性の制限要因となる層）は23.5mm/h以上と推定された。測定により得られた地表下20-25cmおよび40-45cmの素掘透水性値を表2に当てはめることで、圃場の透水性に応じた湿害対策技術を選択するモデルを作成した。

表2.排水性の診断指標および湿害対策技術モデル

素掘透水性値 (mm/h)		湿害対策技術
20-25cm部	40-45cm部	
23.5より小	23.5より小	①チゼル深耕+深堀明渠と弾丸暗渠連結
23.5より大	23.5より小	
23.5より小	23.5より大	②チゼル深耕+心土破碎(深堀明渠と弾丸暗渠未連結)
23.5より大	23.5より大	③チゼル深耕

4年および5年度は現地圃場において、作付前圃場の透水性を調査し、作成した診断指標（表2）に基づき、選択した湿害対策技術を施工した結果、令和4年度は生育期間中の滞水時間は改善区で短くなり、ゴマの収量は概ね4割向上し、目標を達成した。一方、5年度は7

月中旬～8月初旬の少雨の影響を受けて、生育期間中の滞水時間は両区とも短く、収量は5%の増加にとどまった。

表3. 現地ほ場における作前のほ場排水性の診断結果および選択した排水対策がゴマの収量、生育期間中の圃場排水性におよぼす影響。

実施年度	試験地域	作前ほ場の透水性		試験区(排水対策処理)	播種直後		収量		生育中 ¹ 滞水時間(h)	
		土壌コア 飽和透水係数 (cm/sec)	素掘 透水性 (mm/h)		土壌 含水比	砕土率	出芽率	子実重		同左慣行区比
		上段:地表下20-25cm 下段:地表下40-45cm	上段:地表下20-25cm 下段:地表下40-45cm		(%)	(%)	(%)	(g/m ²)		(%)
4年度	松阪市	7.4×10 ⁻⁷	0.33	改善区(深耕+弾丸連結区)	20.2	75.0	86.5	84.5	139	123
		4.6×10 ⁻⁸	-7.00	慣行区 ²	20.9	82.9	91.0	60.9	-	284
				t検定結果 ³	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	*
5年度	松阪市	5.6×10 ⁻⁸	4.67	改善区(深耕+弾丸連結区)	25.0	81.6	95.9	117.7	105	15
		1.3×10 ⁻⁷	18.00	慣行区	28.0	77.7	95.6	112.0	-	33
				t検定結果 ³	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.

¹4年度は6/8-8/18, 5年度は7/10-9/22における地表下15cm位置における滞水時間。

²4年度の慣行区は、現地ほ場の排水条件が厳しかったため、チゼル深耕とした。

³t検定の結果、*は5%水準で有意差あり, n.s.は5%水準で有意差なし。

雑草対策の課題については、5年度にゴマ現地圃場において、体系除草「土壌処理除草剤＋中耕培土」の有効性を検討した。ゴマ播種後に除草剤（トリフルラリン乳剤）を散布した結果、播種（散布）後22日にイネ科雑草ではイヌビエが、非イネ科雑草ではエノキグサやイヌビユ、シロザ等が僅かに確認されたが、高い除草効果が確認できた（データ省略）。さらに、播種後28日にロータリーカルチで中耕培土を実施し、土壌処理除草剤の取りこぼした雑草についてもほとんど枯殺することができ、成熟期前の調査においてもゴマの生育に影響を及ぼす程の雑草は確認されなかった。これにより、ゴマ収量は完全除草区と比較して同程度（完全除草区対比100%）となり（表4）、雑草によるゴマへの雑草害は発生しなかったと考えられる。また、体系除草に掛かった作業時間は10aあたり50分となり、慣行対比の5%まで大幅に削減することができた（表5）。

表4. トリフルラリン乳剤処理と中耕培土による体系除草の効果(令和5年度)

試験区	成熟期 (月・日)	倒伏 程度 (0-5)	分解調査				収量調査			
			主茎長 (cm)	分枝数 (/株)	主茎 萌数 (/m ²)	分枝 萌数 (/m ²)	子実重 (g/m ²)	同左完全 除草対比 (%)	層重 (g/m ²)	千粒重 (g)
体系除草	9.22	3.0	125	1.5	737	248	118	100	12.9	2.0
(比較)完全除草	9.22	3.0	129	2.2	756	391	117	-	22.1	2.2
分散分析	-	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.

注1) 完全除草区は体系除草に適宜手取り除草を加え、完全に雑草を除去した区。

注2) 子実重は1mm以上2mm未満のふるい目に残った子実の重さ(乾物換算)。

注3) 分散分析結果のn.s.は5%水準で有意差がないことを示す。

表5. 除草作業に要した時間(分/10a)

方法	除草剤		機械除草		機械除草		合計時間 (分/10a)
	作業	時間	作業	時間	作業	時間	
体系除草	土壌処理除草剤散布 (ブームスプレーヤ)	5	中耕培土 (ロータリーカルチ)	45	-	-	50
(比較)慣行除草	-	-	中耕 (手押し式)	660	中耕 (レーキカルチ)	288	948

注1) 上記に機械準備や移動等の時間は含まれていない

注2) 慣行除草の業時間は令和元年度に実施した現地調査の結果を基に算出

4) 成果活用における留意点

圃場排水性診断の指標値（素掘透水性23.5mm/h）は、所内圃場（細粒質灰色低地土）での試験結果であり、診断を行う圃場の土壌分類、土性などによって変動する場合があります、診

断精度の向上にはさらなるデータの蓄積が必要である。また、湿害対策技術として、「チゼル深耕＋深堀明渠弾丸暗渠連結」を実施する場合、既設の落水口の深度を確認し、深度が深堀明渠の底より高い場合は、落水口を下げる必要がある。

雑草は圃場条件や栽培状況等により草種や発生量が大きく異なるため、除草効果を十分に得るためには、除草剤の種類や中耕培土の時期等を状況に応じて調整する必要がある。

5) 今後の課題

圃場排水性の診断の精度向上にはさらなるデータの蓄積を要するが、チゼル深耕体系は県内の小麦播種前の耕起-碎土-播種作業の一貫した体系として普及しつつあること、弾丸暗渠の施工に必要なサブソイラを既に実装している農業者も多いことから、水田転換畑における湿害対策技術の実行性のある手法として有効である考えられる。研修等の機会を活用し、普及センター等と連携しながら技術導入の提案を行っていく。

雑草の防除方法については、本研究事業によって概ね確立できたと考えられるため、今後はマニュアルや研修会等を活用して、農業者や関係団体に対する技術普及を行っていく。

実行課題番号	3—(4)	実行課題 研究期間	令和1～5年度
小課題名	3 アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証		
実行課題名	(4) 温暖地におけるゴマの生産性を向上する技術の総合開発		
実行課題 代表研究機関・研究室・研究者 名	農研機構・基盤技術研究本部 遺伝資源研究センター 植物資源ユニット・高田明子		

II. 実行課題ごとの研究目的等

1) 研究目的

ゴマは、マルチ栽培されることが多く、これは地温を上昇し適正な水分を保持することによって初期生育を促進するのに加えて、雑草の発生を抑え管理作業を容易にする効果がある。しかし、現在、ゴマの機械収穫・乾燥・調製作業技術の開発が進んでおり規模拡大、また省力化に向けては無マルチ栽培する必要があり、無マルチ栽培での栽培技術の確立が必要となっている。無マルチ栽培での最も大きな課題は雑草対策である。ゴマは6月以降の播種（関東）であり、播種時期と雑草が多く発生する時期が一致しているだけでなく、幼植物体が小さく脆弱で初期の生育が緩慢なため、発芽直後からの雑草の繁茂によって大幅な減収になることや、雑草種子の混入による品質の低下、機械収穫作業の妨げになるなど、大きな問題となっている。そこで、本研究課題では、移植栽培や晩播栽培による雑草害低減効果を明らかにするとともに、品種ごとの初期生育や被覆程度の違い、また栽植密度の違いによる雑草発生程度を明らかにし、3—(3)課題と連携し、除草作業を省力化し、生産性を向上させる技術を開発する。現状、対象とする雑草は、スベリヒユ、イヌビユ、シロザとするが、実態調査の上で生育状況を十分に検討する。

2) 研究方法

初年度にゴマ栽培で問題となる雑草種を確認し、令和2～4年度にはゴマ3～4品種を農研機構圃場（茨城県つくば市）で移植栽培および無マルチ直播栽培を行った。初期生育（茎長・葉数）、播種後5～6週に達観による被覆程度と雑草量、収量と最終生育（茎長・分枝数・蒴数）を調査した。雑草対策では直播では播種後除草剤を用い、直播および移植とも中耕培土を行った。標準播種時期（5月下旬～6月上旬）と晩期（7月上旬～8月上旬）、移植と直播、株間15cm（標準）と5cm（密植）、品種間差等を比較した。また、除草剤登録拡大に必要な試験を実施した。令和5年度に小課題3で各課題担当者が執筆したマニュアルをとりまとめた。

3) 研究結果

移植および晩播で雑草量が少なく、密植もやや効果があった（図1）。直播では雑草量調査後に手取り除草が必要となる場合や、後半に雑草が繁茂して試験区を維持できない場合が多くあった。収量は、密植で高い傾向があり、標準の移植は比較的安定して収量が得られ、晩播は条件次第で高い収量が得られた（図2）。一方、緩効性肥料は効果が認めら

れず、草型は違うが品種間差も明確ではなかった。3－(3) 課題と連携した試験をもとに、除草剤「トリフルラリン乳剤」(令和2年4月)、「リニュロン水和剤」(令和3年4月)、「グルホシネートPナトリウム塩液剤」(令和5年10月)のゴマへの登録拡大がなされた。これらの成果を総合的に「アズキとゴマの湿害雑草対策マニュアル」としてとりまとめ、印刷発行した(令和6年2月)。

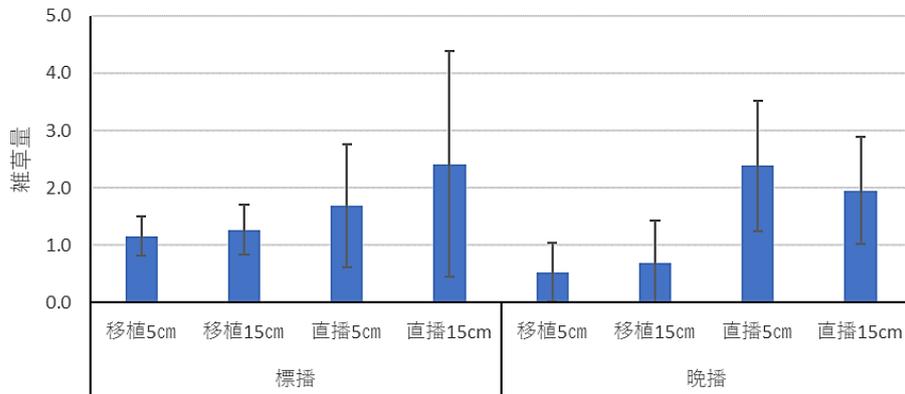


図1 ゴマの各試験区の播種5-6週目の雑草量

注) それぞれ供試年ごとに圃場が異なり、雑草種子埋蔵量も異なる条件下での2-4年平均。
直播は播種後除草剤使用、移植は播種3週後に整地した圃場に定植。

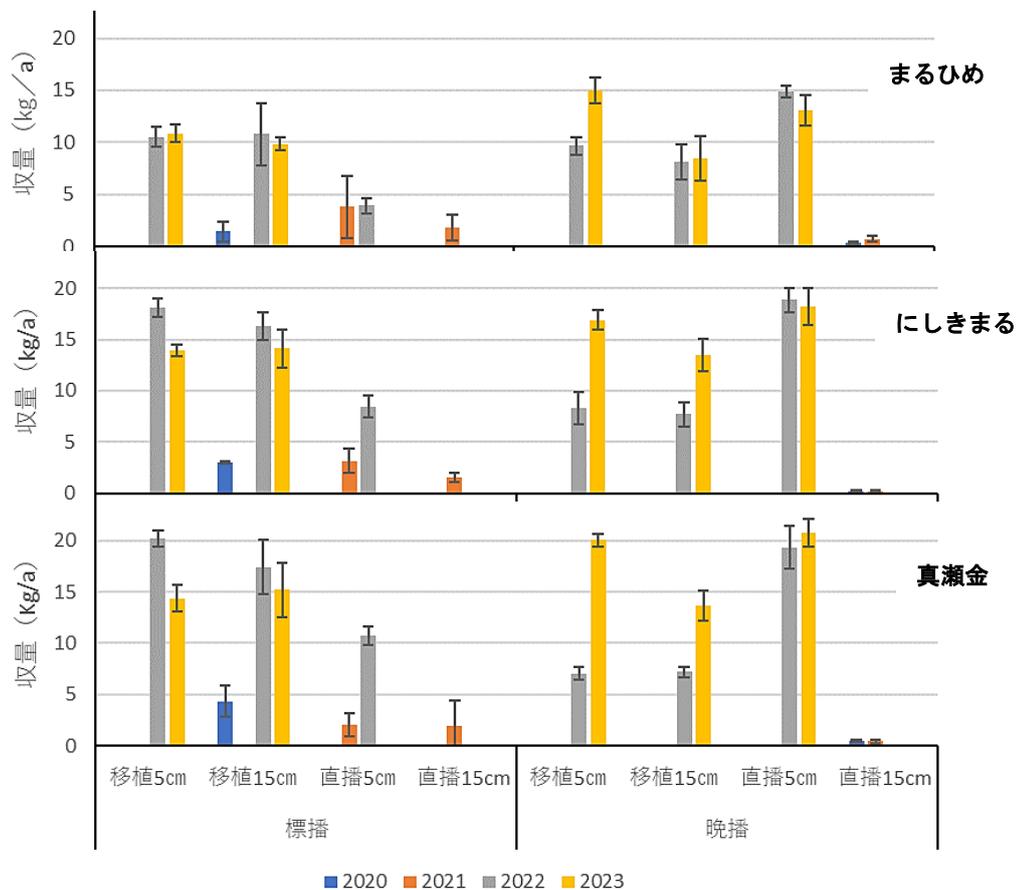


図2 品種別の各試験区の収量

4) 成果活用における留意点

茨城県つくば市におけるR2-5年度の試験結果を基に作成した。雑草条件は各圃場によって草種や埋蔵種子量が異なる。除草剤は逐次変更があるので、確認して使用する。

5) 今後の課題

小課題3で取りまとめたマニュアルは、印刷発行して本プロジェクト関係機関に配布し各機関で利用する。また、農研機構Webページで公開しており、これらを通じて成果の普及を図る。

Ⅲ 研究成果一覧【公表可】

個別課題番号 19190959
 畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発
 課題名

成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		PCT 出願	報道件数	普及しうる成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得					
19190959	3	2	23	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8

(1)学術論文

区分:①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	タイトル	著者	機関名	掲載誌	掲載論文のDOI	発行年	発行月	巻(号)	掲載ページ
1	①	Complete root specimen of plants grown in soil-filled root box: sampling, measuring, and staining method	神山 拓也, 村上 隼ら	宇都宮大学農学部	Plant Methods	10.1186/s13007-021-00798-3	2021	9	17 (1)	
2	①	羽後町全域を対象としたソバ収量と各種湿害要因との関係性の広域的解析	島武男ら	農研機構、宇都宮大学、井関農機(株)、(株)そば研	農業農村工学会論文集	10.11408/jsidre.91.1_99	2023	6	91 (1)	99-111
3	①	Subsurface drainage and raised-bed planting reduce excess water stress and increase yield in common buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)	竹島亮馬ら	農研機構、宇都宮大学、(株)そば研	Field Crops Research	10.1016/j.fcr.2023.108935	2023	6	297	108935
4	①	亜リン酸液肥の葉面散布がソバの収量に及ぼす影響	原 貴洋ら	農研機構、豊後高田そば生産組合	日本作物学会紀事	10.1626/jcs.92.245	2023	7	92 (3)	245-251
5	①	本暗きよ未整備水田におけるチゼル深耕および弾丸暗渠の施工方法が排水性およびゴマの生育、収量に及ぼす影響	川原田直也ら	三重県農業研究所	農作業研究		2023	12	58 (4)	163-173

(2)学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	湛水条件下における普通ソバの生育阻害要因の解明	村上隼, 神山拓也	宇都宮大学農学部	第52回根研究集会	2020	11
2	北空知地域(深川市)における2020年そば湿害実態調査と対策技術導入に関する調査結果の報告	工藤隆俊, 内野綾, 若宮貞人, 松浦大地	北海道・空知農業改良普及センター北空知支所	空知管内の普及実績検討会	2021	2
3	普通ソバの湿害診断指標の解明	村上隼, 神山拓也	宇都宮大学農学部	2020年度大学コンソーシアムとちぎ研究発表	2021	1
4	ソバ春まき栽培における湿害実態	原貴洋, 島武男, 中野恵子, 淵山律子, 鈴木達郎	農研機構九州沖縄農業研究センター	日本作物学会第251回講演会	2021	3
5	過湿条件下のソバ(<i>Fagopyrum esculentum</i>)の培土による増収機構の解明	塚田万智, 神山拓也	宇都宮大学農学部	第24回栃木作物・育種懇話会	2021	2
6	湛水処理後の普通ソバの根系および生育の経時的応答	村上隼, 神山拓也	宇都宮大学農学部	第24回栃木作物・育種懇話会	2021	2
7	委託プロ「畑作物生産の安定・省力化に向けた湿害、雑草害対策技術の開発」小課題3. アズキとゴマの雑草害・湿害対策技術の開発と実証 について	高田明子	農研機構次世代作物開発研究センター	令和2年度作物保護試験研究推進会議 雑草部会	2021	3
8	土壌理化学性がソバの生育・収量に及ぼす影響	藤田一輝	北海道立総合研究機構	ポスター発表、日本土壌肥料学会2021年度北海道大会	2021	9
9	Non-destructive method for sampling, preserving, and analyzing soil-grown root systems	神山拓也, 村上隼ら	宇都宮大学農学部	10th Asian Crop Science Association Conference	2021	9
10	Death of roots retards the growth recovery of common buckwheat under waterlogged conditions	村上隼ら	宇都宮大学農学部	10th Asian Crop Science Association Conference	2021	9
11	中耕培土による雑草抑制を介したソバの収量改善	平田裕大ら	宇都宮大学農学部	大学コンソーシアム第18回学生&企業研究発表会	2021	11
12	湿害による普通ソバの減収要因の解明	神山拓也, 村上隼ら	宇都宮大学農学部	大学コンソーシアム第18回学生&企業研究発表会	2021	11
13	中耕による雑草抑制がソバの分枝可塑性と収量に与える影響	平田裕大, 原貴洋, 村上隼, 小林浩幸, 神山拓也	宇都宮大学農学部・農研機構九州沖縄農業研究センター	日本作物学会関東支部講演会	2021	12
14	夏播きソバの湛水処理による減収機構の経時的解析	塚田万智, 神山拓也	宇都宮大学農学部	日本作物学会関東支部講演会	2021	12
15	ソバ春まき栽培における亜リン酸葉面散布の増収効果	原貴洋ら	農研機構九州沖縄農業研究センター	日本作物学会	2022	3
16	ソバの耕うん同時畝立て播種による湿害対策効果と湛水時の生理応答について	竹島亮馬ら	農研機構 作物研究部門ほか	日本作物学会	2022	3
17	中耕による雑草防除がソバの分枝発達に伴う収量形成過程に及ぼす影響	平田裕大・原貴洋・村上隼・神山拓也	宇都宮大学農学部ほか	日本作物学会	2022	3
18	普通ソバの収量構成要素を用いた湿害対策効果の現地検証	村上隼・藤原洋介・中野恵子・淵山律子・竹島亮馬・島武男・原貴洋・小林省吾・神山拓也	宇都宮大学農学部ほか	日本作物学会	2022	3
19	北空知地域(深川市)における2021年そば湿害実態調査と対策技術導入に関する調査結果の報告	若宮貞人, 松浦大地, 北川房憲, 内野綾	北海道・空知農業改良普及センター北空知支所ほか	そば生産流通研究会	2022	3
20	北空知地域(深川市)における2021年そば湿害実態調査と対策技術導入に関する調査結果の報告	若宮貞人, 松浦大地, 北川房憲, 内野綾	北海道・空知農業改良普及センター北空知支所ほか	JAきたそらち畑作物付農業者	2022	3

21	当事業の概要を解説	原貴洋	農研機構 九州沖縄農業研究センター	全国蕎麦製粉協同組合の総会	2022	2
22	LET'S USE SOIL-FILLED ROOT BOX: MONITORING, SAMPLING, AND STAINING METHOD	Koyamaら	宇都宮大学農学部	8th International Symposium of Root Structure and Function	2022	6
23	Visualizing the hidden half of plants	Takuya Koyama	宇都宮大学農学部	International Workshop on Optics, Biology, and Related Technologies 2022	2022	3
24	R4年度実証試験の結果について	新田康二ら	島根県東部農林水産振興センター	令和4年度小豆実証試験に係る実績検討会	2023	3
25	R4年度 宍道湖西岸地区「出雲大納言小豆」出荷反省会 ※対象者は地域内小豆生産者。今年度の地域の小豆栽培の総括を述べるとともに、本試験の取り組みを一部説明	新田康二ら	島根県東部農林水産振興センター	R4年度 宍道湖西岸地区「出雲大納言小豆」出荷反省会	2023	3
26	北海道深川市におけるソバ収量に影響を及ぼす土壌要因の解析	須田達也ら	道総研 中央農試	「日本土壌肥料学会」2023年度愛媛大会	2023	9
27	排水対策を実施したソバ栽培圃場の土壌中の水分変動	中野恵子ら	農研機構、(株)そば研、宇都宮大学、井関農機(株)	土壌物理学会	2023	10

(3) 出版図書

区分:①出版著書、②雑誌(学術論文に記載したものを除く、重複記載をしない。)、③年報、④広報誌、⑤その他

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
		該当なし					

(4) 国内特許権等

区分:①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者(出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日
		該当なし						

(5) 国際特許権等

区分:①育成者権、②特許権、③実用新案権、④意匠権、⑤回路配置利用権

整理番号	区分	特許権等の名称	発明者	権利者(出願人等)	機関名	出願番号	出願年月日	取得年月日	出願国
		該当なし							

(6) 報道等

区分:①プレスリリース、②新聞記事、③テレビ放映、④その他

整理番号	区分	記事等の名称	機関名	掲載紙・放送社名等	掲載年月日	備考
		該当なし				

(7) 普及に移しうる成果

区分:①普及に移されたもの・製品化して普及できるもの、②普及のめどがたったもの、製品化して普及のめどがたったもの、③主要成果として外部評価を受けたもの(複数選択可)

整理番号	区分	成果の名称	機関名	普及(製品化)年月	主な利用場面	普及状況
1	②	アズキとゴマの湿害・雑草対策マニュアル	農研機構、バイオファーム(株)、島根県東部農林水産振興センター、三重農研	2023 2	アズキ・ゴマ栽培地での活用。	印刷版は関係機関にR6.3に配布、Web公開後(R6.5予定)は一般利用が可能。

(8) 発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)の状況

整理番号	発表会の名称	機関名	開催場所	年月日	参加者数	備考
	該当なし					

(9) アウトリーチ活動の状況

区分:①一般市民向けのシンポジウム・講演会及び公開講座・サイエンスカフェ等、②展示会及びフェアへの出展・大学及び研究所等の一般公開への参画、③その他(子供向け出前授業、民間企業への訪問による)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	機関名	開催場所	年月日	参加者数	主な参加者	備考
1	②	「知」の集積と活用場 産学官連携協議会ポスターセッション「ソバの湿害対策技術の開発」	農研機構、(株)そば研、井関農機(株)、宇都宮大学、道総研	リモート	2018/2/20		会社員、行政等	https://knowledgemaff-postersession.com/category2/450
2	③	北空知地域(深川市)における2020年そば湿害実態調査と対策技術導入に関する調査結果の報告	北海道・空知農業改良普及センター 北空知支所	空知農改普及活動 年度末検討会	2020/2/2		生産者	普及対象地域の農業者
3	②	「知」の集積と活用場 産学官連携協議会ポスターセッション「ソバの湿害対策技術の開発」	農研機構、(株)そば研、井関農機(株)、宇都宮大学、道総研	リモート	2021/11/1		会社員、行政等	
4	①	生態型に着目したソバ品種系統の栽培適性と東北地域における湿害対策の取り組み(仮題)	農研機構	オンライン開催	2022/2/9	見込120名	生産者、行政	東北農政局主催「東北そば研究会」 https://www.maff.go.jp/tohoku/seisan/soba/sobaken_R1.html
5	②	「知」の集積と活用場 産学官連携協議会ポスターセッション「ソバの湿害対策技術の開発」	農研機構、(株)そば研、井関農機(株)、宇都宮大学、道総研	リモート	2022/11/30	4400	会社員、行政等	https://knowledgemaff-postersession.com/category2/450
6	②	「知」の集積と活用場 産学官連携協議会社会実装成果事例「ソバ湿害のリスク診断法と対策技術」	農研機構、(株)そば研、井関農機(株)、宇都宮大学、道総研	Web、メール等	未定		一般	
7	②	「知」の集積と活用場 産学官連携協議会ポスターセッション「ソバの湿害対策技術の開発」	農研機構、(株)そば研、井関農機(株)、宇都宮大学、道総研	リモート	2023/11/1		会社員、行政等	
8	②	秋田県そばフォーラム「ソバの湿害雑草対策技術の開発について」	農研機構、(株)そば研、井関農機(株)、宇都宮大学、道総研	秋田市アキタパークホテル、リモート併用	2024/2/1	50	農業者、製麺加工者、実需者、農林水産関係団体、行政関係者等	