

土壌改良プロジェクトのための微量栄養素（MR-X）の実験

パンチカール市, カブレパランチョーク郡

2020年



Love Green Nepal, ラリトプル



Spice Crop Development Center, パンチカール

パンチカール市農業課

支援者

日本リユースシステム株式会社、日本

謝辞

このレポートは、土壌改良プロジェクトのための微量栄養素（MR-X）の実験のために作成されたものである。実験は、ラブグリーンネパール（LGN）と日本リユースシステム株式会社（NRS）の共同プロジェクトである。このプロジェクトはネパールのカブレパランチョーク地区のパンチカール市で2020年2月に開始され、2021年1月に終了した。

パンチカールでの共同プロジェクトを受け入れてくれたパンチカール市長のマヘシュ・カレル氏に心から感謝申し上げる。敷地内で実験を行うことを受け入れてくれたスパイス作物開発センター（SCDC）のチーフであるユバラージ・パンデ氏にも感謝申し上げる。また、プロジェクト期間中の貴重な提案と指導をしてくれたLGNの事務局長であるナラヤン・ゲワリ氏にも心から感謝申し上げたい。

同様に、実験期間中に実験方法および報告書の作成について継続的に支援し、指導してくれたNRSネパール駐在の鬼塚祥次氏に感謝の意を表したい。また、フィールド実験に携わったモデルリーダー農家の貢献と、プロジェクトの成功に向けた努力にも感謝する。パンチカール市農業課、スパイス作物開発センターのスタッフのサポートと提案に感謝する。最後に、LGNの現場スタッフが、国内でのコロナパンデミックの際にプロジェクトを絶え間なく支援し、プロジェクトを完遂してくれたことに感謝する。

目次

謝辞

1. 背景
2. MR-X 実験の目的
3. 材料と方法
4. 実験で使用する作物の概説
5. 実験に参加した農民についての説明
6. 指標
7. 結果と考察
 - 7.1.唐辛子
 - 7.2.ゴーヤ
 - 7.3.オクラ
 - 7.4.アカバレクルサニ
 - 7.5.とうもろこし
 - 7.6.稲
8. MR-X実験における農家の反応
9. 土壌改良検査
10. 考察
11. 参照資料

1. 背景:

パンチカール市は、首都カトマンズの東、車で1時間半のところに位置している。この自治体は2014年に設立された。パンチカール市は、40061人が居住する8948世帯で構成されている。ネパール中央部のバグマティ州にあり、地理的調整は北27°39' 0"、東85°37' 0"である。平均気温は24.9°Cで、年間の平均最低気温は11.66°Cである。夏季には気温が38°Cまで上昇することもあり、冬は一般的に乾燥しており、2008年には-10°Cという記録的な低温があった。年間平均降雨量は約10.2cmです。降雨量は主にモンスーンに依存している（一年の降雨量の約65%が6月から8月に降ります）。冬季は雨が降ることとはめったになく、灌漑を主に雨に依存している農民にとっては厳しい条件になる。

1.1 パンチカール市の農業:

パンチカール自治体は、平坦な土地とさまざまな作物に適した気候を持っている。農地の利用は、年間1作物から3輪作以上に変化している。これは、土地の集中的な利用と農業活動の拡大を示している。パンチカールは2つの土地タイプで構成されている。khet（耕作された平らな土地）とbari（耕作された傾斜地）である。Bariは全体の41.68%をカバーし、37.14%のkhetがそれに続く。パンチカールは、トマト、ジャガイモ、カリフラワー、キャベツ、ゴーヤ、唐辛子、オクラなどの緑の野菜や、水田やトウモロコシなどの穀物を栽培する商業的農業の孤立地区として知られている。パンチカール市の90%以上の農民は小規模農民のカテゴリーに属しており、所有する耕作可能な土地は1ヘクタールの半分にも満たない。同時に、これらの小規模農家は農産物の90%以上を市場に供給している（事前調査）。そのため、パンチカール市で持続可能な農業を推進するためには、小規模農家への支援を拡大することが必要になっている。

パンチカール市の農業は化学肥料と農薬に大きく依存しており、その結果、パンチカール渓谷の人々の健康と福祉は、これらの合成農薬に起因する悪影響のために深刻なリスクにさらされている。化学肥料と農薬の継続的な施用は、土壌の肥沃度を低下させた。そのため、パンチカール渓谷の人々の命を守ることが急務となっている。

1.2 MR-Xについて:

いくつかの実験では、MR-Xが種子の消毒に効果的に使用され、種子の発芽が改善され、植物の根が増加することが報告されている。MR-Xは日本リユースシステム株式会社（現地企業名N.R.S. Global Business Network Pvt. Ltd.、所在地はチトワン郡カイルニ）によってネパールに初めて導入された。彼らは2019年にネパールのバグマティ州チ

トワン郡のカイラニ市で稲と青唐辛子の栽培でMR-X実験を行った。結果は、MR-X使用区画の稲と青唐辛子の収量がMR-X不使用の区画と比較して増加したことを示している。稲の根の成長は、MR-Xを使用した区画では、不使用の区画よりも太くまた白くなった。土壌のpHも酸性から中性レベルに改善され、土壌中の有機物は2.58%から2.98%まで増加した（出典：日本リユースシステム株式会社、日本。およびNational Agriculture Hospital & Research Center Pvt. Ltd. ラトナナガル、チトワン、2019年）。

2. MR-X実験の目的：

この実験の広い目的は、パンチカール溪谷の状況で野菜生産と土壌改良におけるMR-Xの有効性を研究することである。

3. 材料と方法：

実験は、2020年2月から9月にかけて、パンチカール市のさまざまな地区、またタマガットのスライス作物開発センター(SCDC)で実施された。パンチカールは、カブレパランチョーク地区の野菜栽培地域ともいうべき地区である。パンチカール市の90%以上の農民は小規模農民のカテゴリーに属しており、所有する耕作可能な土地は1ヘクタールの半分にも満たない。同時に、これらの小規模農家は農産物の90%以上を市場に供給している（事前調査）。そのため、パンチカール市で持続可能な農業を推進するためには、小規模農家への支援を拡大することが必要になっている。

パンチカールでは化学肥料や農薬を豊富に使用することが習慣となっており、堆肥や農場の肥料などの有機肥料の施用は年々減少している。地方自治体地域では土壌肥沃度が低下して84.5%も酸化し（2019/2020年にJPPプロジェクトで1618の土壌サンプルがテストされた）、土壌中の有機物が不十分なため、有益な土壌動物（ミミズ）が姿を消してしまった。

このMR-X実験活動は、パンチカール市の農業部門および政府当局のスライス作物開発センター(SCDC)と協力して行っている。こうした協力は実験結果の妥当性を確認する助けとなる。LGNと政府当局の間の調整会議が度々行われ、実験関連の問題について議論された。収穫期間中、実験現場での共同モニタリング訪問が行われ、MR-Xの使用における農家の反応を収集した。この実験の対象となった農家は、環境にやさしい統合された持続可能な農業開発プロジェクトの下でラブグリーンネパール（LGN）によって選ばれたモデルリーダー農家である。実験を実行し、意味のある実験結果を引き出すた

めには、データ収集の方法と手法が正確であることが非常に重要である。この目的のために、現場スタッフはMR-Xの実験、観察、データ収集の手順などのトレーニングを受けた。実験を実施する前に、選ばれた農家は研究の趣旨を理解し、実験以外の農作業は彼らの責任においてなされるべきである。作物は農家が選択した。種子を植える前に、NRSが提供するガイドラインに従ってMR-X溶液で処理した。野菜の苗（唐辛子、ゴーヤ、アクバレクルサニ）と稲苗を苗床で準備し、苗の準備ができたらメイン畑に移植した。しかし、オクラとトウモロコシの作物は、種子処理後にメイン区画に直接播種した。播種する前に、すべての種子を希釈したMR-X溶液に一晩浸した。この研究では、MR-Xの比較研究のために2つの等しいサイズの区画が用意された。すなわちMR-Xを使用した区画と使用していないMR-Xの区画である。両方の区画ですべての農業活動は同じように実施された。各区画から5つの苗木をランダムに選択し、データ（植物の高さ、茎の直径、枝の数、葉など）記録のために各苗木に印を付けた。MR-Xは、NRSが提供するガイドラインに従って水で希釈し、2週間ごとにMR-X使用区画に葉面散布した。データは2週間ごとに記録された。しかし、COVID-19のパンデミックが原因で、それが長引くこともあった。

4. 実験で使用される作物の概説：

4.1 唐辛子：トウガラシ属、ナス科

唐辛子の市場需要は年々高まっている。それで農民がこの作物を栽培することに興味を持つようになっている。唐辛子は暖かい季節の栽培に適した中性植物（訳者注記：日照時間の長さに関係なく花芽を形成する植物）であると考えられている。広範囲の高度で成長することができ、種子は摂氏20-30度で最もよく発芽する。広範囲の土壌条件で成長することができる。有機物が豊富な肥沃土で、水はけの良い、pHが5.5～6.8の土壌が一般的に最も適していると考えられている。野菜の中でもビタミンAとCが豊富に含まれており、カレーやピクルス用に栽培されている。MR-Xの実験には、Big Mama3ハイブリッド品種が選択された。

4.2 ゴーヤ：Momordica charantia、ウリ科。

ネパールで好まれている野菜である。一年草でつる科である。パンチカール溪谷の農民の大多数はゴーヤを栽培している。この作物はミネラルとビタミンが豊富で、タライ（訳者注記：ネパール南部の高度の低い平地のこと）から山地に至るまで広い範囲での栽培に成功している。食欲増進効果があり、高血圧や糖尿にも大変有効である。作物を収穫するには、暖かく湿度の高い気候が必要である。摂氏20～30度の温度範囲がゴーヤ

の生産に適しており、摂氏18度未満および摂氏30度を超えると、雌花の開花が少なくなったり、雄花の数が多くなったり、実が少なくなるなど弊害が出る。あらゆる種類の土壌で栽培できるが、有機物含有量が高く、水はけのよい砂壤土がこの作物に最も適している。土壌のpHは6～7が推奨される。マヤホワイト品種がMR-Xの実験のために選択された。

4.3 オクラ：Abelmoschus (Hibiscus) esculentus、アオイ科

オクラは熱帯から亜熱帯まで広く栽培されている野菜の1つで、ネパールでは温暖な地域で栽培されている。このやわらかい実はネパールでは野菜料理（訳者注記：カレー味の炒め物のことをネパール語では「野菜」という）として調理される。ビタミンA、B、Cを含み、鉄分はほとんど含まれていない。オクラの果実と粗繊維を含む茎は紙の製造に使用されています。アオイ科に属しており、両性花をつける一年草で、直立に成長し、枝を伴うことも伴わないこともある。果実は、薄緑色、緑色、場合によっては赤色の蒴である。高温多湿の気候はオクラの成長に適している。最適な温度要件は摂氏24～27度で、42度を超える温度では花が落ちる可能性がある。砂壤土からロームまでの比較的軽い土壌で最もよく育つが、効率的な排水設備を備えていれば重い土壌でも雨季に良い作物を得られる。オクラの栽培には、6～6.8のpH範囲が理想的である。シャンカル品種がMR-X実験のために選択された。

4.4 アカバレクルサニ（訳者注記：クルサニはネパール語で唐辛子）：Capsicum annum L.ナス科。

アカバレクルサニは、ネパール原産の野菜である。野菜として国内外で高い需要がある。これは、世界で最も辛い唐辛子の1つである。国の一部ではダレクルサニとしても知られている。主にネパールの東部とその周辺地域、そして国の他の地域で栽培されている。地元の市場で非常に良い価格がつくので商業目的で栽培している農民もいれば、自家消費のためだけに栽培している農民もいる。現在、辛味のないものも含め、さまざまな種類のアカバレクルサニが市場に出回っている。アカバレクルサニには薬効がある（食事療法での定期的な使用は胃の問題を制御するのに役立つ）。アカバレクルサニは、新鮮な生野菜として、またピクルスの製造の材料として市場に出される。MR-Xの実験には、テラトゥム地方の品種が選択された。

4.5 トウモロコシ：Zea mays L.、イネ科

トウモロコシ（Zea mays L.）は、ネパールの2番目の主食作物であり、山間部やタライの主要な食料、飼料、燃料作物、エネルギー源である。トウモロコシの良い成長と発達

に適しているのは、穏やかな降雨を伴う温暖な気候である。発芽には摂氏20度の温度が必要であり、摂氏21～27度の範囲はトウモロコシ植物のより良い成長に適している。肥沃で軽いローム質で、泥質の、もしくは非湛水土壤が、トウモロコシの栽培に適している。トウモロコシは鉄分、葉酸、ビタミンB6が豊富で、体内の赤血球の生成を助ける。大量の炭水化物を含んでおり、トウモロコシ100グラム中あたりの炭水化物は74.26グラムである。MR-Xの実験用にCP808ハイブリッド品種が選択された。

4.6 稲（米）：オリザ サティバ。イネ科

米はネパールの人々にとって主要な食用作物である。コメの役割は、現在および将来の国家の食料安全保障において不可避である。ネパールで最大の主食作物であり、大多数の人々の生活と国民経済に大きく貢献している。稲作には高温多湿の気候が必要である。湿度が高く、日照が長く、水の供給が確実な地域に最適である。稲作期間中に必要とされる平均温度は21から37°Cの範囲である。稲作に使用される土壌は、良好な保水能力を備えている必要がある。シルト粘土、シルト粘土ローム、粘土は、稲作に最適な土性の例である。肥沃な河川沖積土は稲作に最適である。白米と玄米には主に炭水化物とタンパク質が含まれている。ご飯には水分が多く、総重量の約70%を占めている。Khumal-8とDY-68の品種が、実験のためにそれぞれSCDCとサラスワティ・アディカリ農場によって選択された。

5. 実験に参加した農民についての説明

MR-X実験のために選ばれた農家およびその田畑について以下に簡潔に説明する。

5.1 シタラーム サプコタ氏、ドゥンガナベシ6番地、パンチカール市

この農家は0.66ヘクタール（自の単位）の農地と、3頭の家畜を所有している。家畜は自家消費の牛乳と農作に必要な肥料を得る目的で飼育している。家族の人数は6人で農業に依存した生活をしている。サプコタ氏は、JPPプロジェクトの下でLGNが実施した22日間のIPM農民のフィールドスクールトレーニングプログラムに参加した。彼はモデルリーダーファーマー（MLF）の基準を満たした後にMR-X実験の協力者として選ばれた。現在、彼は野菜栽培のIPM法を採用している。サプコタ氏の



年間の農作計画は以下のとおりである。

稲-ジャガイモ/野菜-稲

トウモロコシ-キャベツ-油糧種子/トウモロコシ

この度サプコタ氏の農場で唐辛子を栽培し、MR-X実験を実施した。苗床での苗の成長期間中に一度、MR-X10mlを水5リットルで希釈した溶液を葉面散布した。畑は2〜3倍深く耕された。堆肥肥料と化学肥料は使用されなかった。これらの肥料は、唐辛子に先立って栽培された作物の際に施肥されていた。苗木は2020年4月4日にメイン区画に移植され、MR-Xの使用区画と未使用区画の両方で45cmの列間距離と30cmの苗間距離を置いた。実験の総面積は242平方メートルである。その他の農業活動は、必要に応じて両方の区画で実施された。

5.2 シヴァラージ シュレスタ氏, カフレトール7番地、パンチカール市

耕作地の合計は0.41ヘクタール（8ロパニ）で、牛乳と肥料のために2頭の家畜を所有。4人家族で農業に依存している。シュレスタ氏はモデルリーダーの農民であり、22週間にわたるIPM農民のフィールドスクールトレーニングプログラムを修了している。IPMトレーニングの完了後、氏は化学農薬の代わりに有機肥料、牛の尿、植物性農薬を農業で使用している。氏は推奨される肥料の使用量に従って農作している。氏はLGNの指導と財政的支援の下、氏の農場にデモンストレーションサイトを設立した。氏の農場は他の農家にとっての学びの場となっている。年間の農作計画は以下のとおりである。

稲-ジャガイモ-トウモロコシ/野菜

トウモロコシ-水田-ジャガイモ

氏の農場のオクラ栽培でMR-X実験を実施した。オクラの種子をMR-X溶液で一晩処理し、メイン区画に直接播種した。総実験面積は500平方メートルである。そして250平方



メートルの等しい面積に分割された。トラクターで2〜3回耕して十分に実験区画を整備した。肥料DAPを4kg、尿素を2kg、カリ1kg、堆肥肥料1200kgを土壌に施用した。堆肥と化学肥料を土壌によく混ぜた。必要に応じて、畑を灌漑。健康な種子を2020年3月2日に苗木間距離45cm、列間距離90cmを保ってメイン区画に移植。結実の初

期段階で、いくつかの実の中には黒に変色するものがあり、畑に落ちた。EndofilM-45 殺菌剤2グラムを水1リットルで希釈して散布したが、問題は解決しなかった。畑をさらに詳細にモニタリングした結果、アブラムシによる害悪が見つかり、キングスター殺虫剤1〜2グラムを水1リットルで希釈し散布した。その他の農業活動は、必要に応じて実施された。

5.3 サマルバハドゥール ダヌワール氏、プラノバザール4番地、パンチカル市

サマルバハドゥール氏は、7人家族が0.15ヘクタール（3ロパニ）の農地を頼りに生活している。自宅消費の牛乳と農地の肥料のために2頭の牛を所有している。彼はダヌワール族グループの出身である。ダヌワールは、社会的および経済的地位が比較的低いネパールの先住民コミュニティの1つである。彼らは主に、自分の土地を耕作するか、農業労働者として働いており、農業に依存している。サマルバハドゥール氏はモデルリーダーの農家であり、農場での野菜栽培のIPM法を適用した。氏の年間の農作計画は以下のとおりである。

水田-ジャガイモ-その他の野菜（ゴーヤ、オクラ）

トウモロコシ-アブラナ属の作物-トウモロコシ

成長期間中に、MR-X10mlの5リットルの水で希釈し苗床に2回散布した。畑は、深く耕し、両方の区画を丁寧に水平に整備した。畑の整備中に、6kgのDAP、10kgの尿素、3 kgのカリ、900kgの堆肥肥料が土壌に施肥された。苗木は2020年3月17日にメイン区画に苗木間距離100cm、列間距離150cmを置いて移植された。植え付けは夕方に行われた。実験の対象となる総面積は380平方メートルである。その他の農業活動は、必要に応じて行われた。



5.4 スパイス作物開発センター（SCDC）、タマガット4番地、パンチカル市

SCDCは、バグマティ州農業協同組合の土地管理省の農業開発局の下にある政府機関である。野菜や稲の種子の生産や香辛料作物の研究活動に携わってきた。SCDCは、サービス提供のために設備の整った農場と有能な人材を所有している。SCDCと何度か会合を持った後、SCDCの農地におけるMR-X実験実施に同意してくれ



た。このような経緯でMR-X実験のためにLGNはSCDCの協力を得ることができたこととなった。このサポートは実験結果が信頼できるものであることを確証するにあたって重要である。センターでのMR-X実験にはにはアカバレ唐辛子と稲が選ばれた。決定が遅れたため、ほとんどのエリアはSCDCによって既に別の作物が栽培されていた。したがって、アカバレ唐辛子のための実験エリアは狭くなり、わずか30平方メートルが確保された。アカバレ唐辛子のために土地を準備中に、DAP1.5kg、尿素1kg、カリウム½kg、堆肥肥料200kgを施肥した。種子を100倍に希釈したMR-X溶液に一晩浸し、苗床に播種した。健康な苗を、2020年4月29日に苗木間距離45cm、列間距離60cmを置いてメイン区画に移植した。

稲については、最終的な土地造成時に、肥料について一般的に推奨されている施肥率が適用された。NRSが提供するガイドラインに従って種子をMR-X溶液に浸した。健康な苗木が2020年6月12日に実験区画に移植され、苗木間距離および列間距離は20 cm置かれた。その他の農業活動は、必要に応じて行われた。

5.5 アナイコット デモファーム、アナイコット2番地、パンチカール市

この農場は、近隣の農家や他の訪問者の学びの場とする目的でLGNによって設立された。農場の東南面は水分を多く含んだ泥質の段々畑となっている。農場は、パンチカル市場の北、車で30分ほどのところに位置している。14人が宿泊できる施設がある。農場での滞在中、訪問者は有機農業、家畜飼育、牛の搾乳、家畜の飼料の改善方法などについて学ぶことができるようになっている。農場には、牛乳と肥料の生産のために4頭の牛がいる。この農場でもMR-X実験を実施することを決定し、トウモロコシが選択された。合計520平方メートルの土地を2、3回耕してよく整備した。よく準備された堆肥肥料を、整備の最終段階で施肥した。トウモロコシの種子を100倍に希釈したMR-Xに一晩浸し、2020年5月2日にメイン実験区画に直接播種した。除草後、14kgの尿素が両方の区画で施肥された。その他の農業活動は、必要に応じて行われた。



5.6 サラスワティ・アディカリ氏, タマガット4番地, パンチカール市

サラスワティ・アディカリ氏は、モデルリーダーの農家であり、ラブグリーンネパールが主催する22週間のIPMトレーニングを完了した。氏は0.71ヘクタール（14ロパニ）の耕作地を所有し、4頭の家畜を飼育して牛乳と農業用肥料を得ている。合計9人の家族が農業を頼りに暮らしている。IPMトレーニングを受けた後、氏は化学農薬の代わりに有機肥料、牛の尿、植物性農薬を使用している。推奨用量の肥料を使用している。年間の農作計画は以下のとおりです。

とうもろこし－じゃがいも－とうもろこし/野菜

とうもろこし－稲－じゃがいも/その他の野菜

氏の農場の稲作でMR-X実験を行った。稲の種子をMR-X溶液で一晩処理し、十分に準備された苗床に播種した。総実験面積は1016平方メートルである。508平方メートルの同じサイズの2つの区画に分割し



て実験した。実験区画は、トラクターで2～3回耕すことによって十分に整備された。整備中に、肥料DAP 5kg、カリウム2 kg、亜鉛1kgを施肥した。最初に除草した後、4kgの尿素が両方の区画に追肥された。畑は必要に応じて灌漑された。健康な苗木が2020年7月15日にメイン区画に苗木間距離および列間距離をそれぞれ20cmを維持して移植された。初期の成長期には、両方の区画で病気と害虫の問題は観察されなかったが、収穫期には、両方の区画で黒錆が観察された。黒さび病の蔓延は、MR-Xを使用したプロットよりもMR-Xを使用していない区画の方が多かった。その他の農業活動は、必要に応じて実施された。

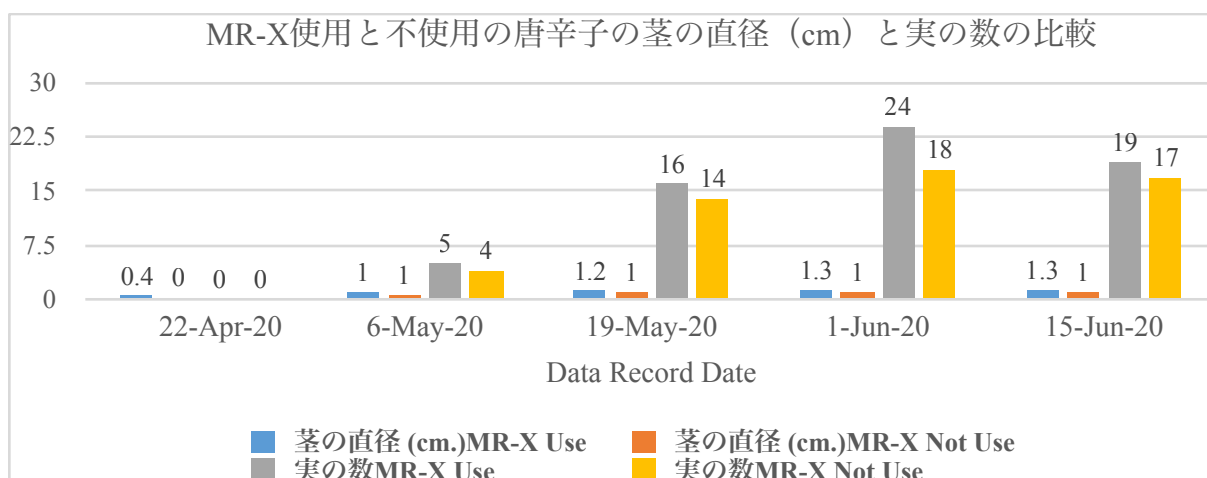
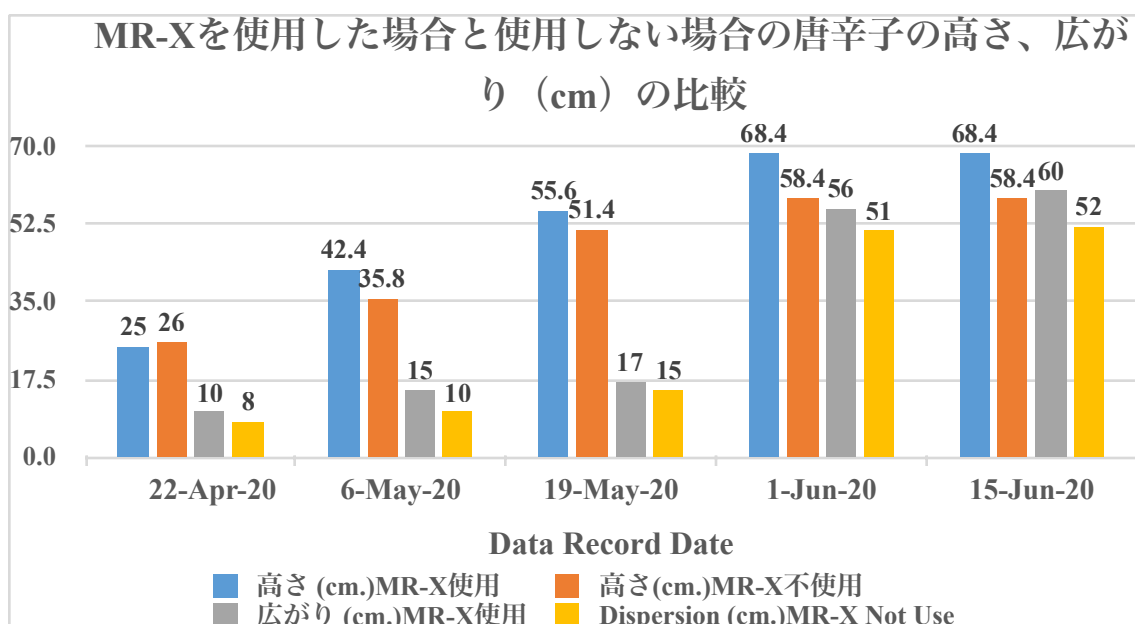
6. 指標:

MR-Xの使用と不使用を比較するための指標は次のとおりである。

- a. 実験前後の土壌pH試験
- b. 有機物、電気伝導率（EC）、MR-Xの使用および不使用の区画でのリン酸テスト
- c. 未消化窒素含有量テスト（一部の作物）
- d. 作物の栄養成長
 - i. 苗木の高さ
 - ii. 茎の直径
 - iii. 広がり

[illegible]

2020年4月 22日	25	26	10	8	0.4	0.3	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
2020年5月 6日	42.4	35.8	15	10	1.0	0.6	10	8	4	3	5	4	0	0	0	0
2020年5月 19日	55.6	51.4	17	15	1.2	1.0	15	13	6	5	16	14	0	0	0	0
2020年6月 1日	68.4	58.4	56	51	1.3	1.0	20	18	10	8	24	18	0	0	0	0
2020年6月 15日	68.4	58.4	60	52	1.3	1.0	27	18	4	3	19	17	21.0	16.2	2.5	1.5



上記の表とグラフは、MR-X不使用の区画よりもMR-X使用の区画で、さまざまな段階で、またさまざまなパラメータで優れたパフォーマンスを発揮していることを示している。MR-Xを使用した苗木の高さ、広がり、

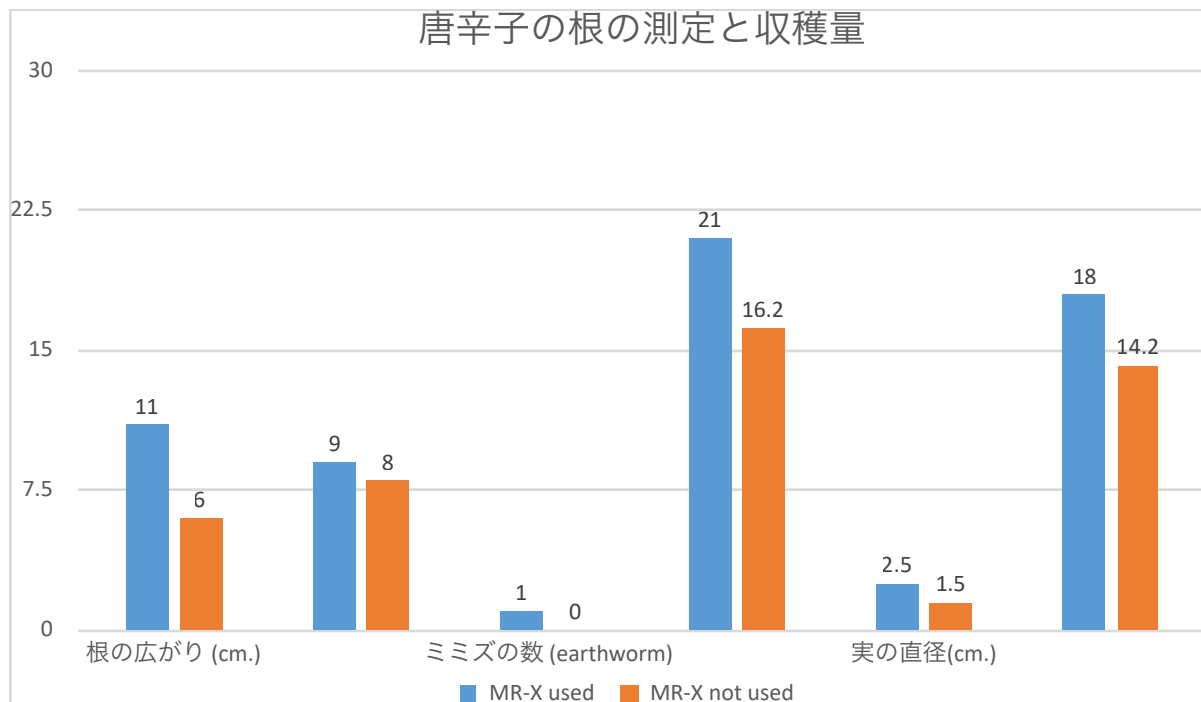


茎の直径、および植物あたりのさやの数は、MR-X不使用のものよりも優れたものになることがわかった。植物成長の初期段階では、高さにおけるMR-Xの有効性は70%であり（MR-Xの最初の葉面散布後）、2回目の葉面散布で30%、3回目の葉面散布で23%、4回目の葉面散布では停滞した。MR-Xを使用しない区画と比較して、MR-X使用区画の植物の色はより深い緑色で輝いていた。MR-X使用の苗木よりもMR-X不使用の苗木で早い乾燥が見られた。それで、MR-Xは長期的な苗木の緑化に役立つということがわかる。

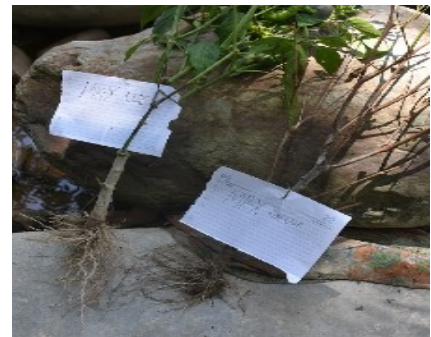
7.1.1 根の測定：

根は、植物を所定の位置に固定するために重要である。さらに重要なのは、根は植物のライフラインであり、栄養を貯蔵し、土壌から空気、水、栄養分を吸収し、日光と相互作用して葉に移動させることである。健康な根が土壌によく広がっている場合、それらは土壌からより多くの栄養素と水を吸収することができる。不健康な根は土壌から必要な量の水と栄養分を吸収することができないため、苗木は弱くなり、生産に影響を及ぼす。MR-Xは、苗木の根の成長を刺激するのに役立つと言われる。MR-X実験では、作物の収穫段階の終わりに唐辛子で根の測定が行われた。結果を以下に示す。

パラメーター	MR-X used	MR-X not used	Remarks
根の広がり (cm.)	11	6	
根の長さ (cm.)	9	8	
ミミズの数	1	0	
実の長さ (cm.)	21	16.2	
実の直径 (cm.)	2.5		
産出高 (508平方メートルあたり) kg	1797	1419	



上記の表とグラフは、MR-Xを使用した作物の根のほうが未使用の作物のものよりも良好に成長していることを示している。根はMR-X未使用のものよりも広く分散している。つまり、苗木は成長と発達のために土壌からより多くの栄養分と水を得ているということである。MR-X使用の苗木の根の広がり11cm、MR-X不使用の苗木の根の広がり6cmであった。同様に、根の長さはMR-X使用の苗木で9cm、MR-X不使用の苗木で8cmであった。ミミズのような土壌動物が土壌に存在していることは、MR-Xが作物畑の土壌動物を活性化するのに役立つことを意味している。作物の収量に関してであるが、MR-X使用のもので実の長さ21cmと直径2.5cmであるのに対し、MR-X不使用のものでは長さ16.2cmと直径1.5cmであった。これは、MR-Xが作物収量の増加を促進することを意味する。実験における唐辛子の収量は、MR-Xを使用した区画では508平方メートルあたり17.97キントル（訳者注記：1797kg）であり、MR-X不使用の区画からは508平方メートルあたり14.19キントル（訳者注記：1419kg）で生産された。収量の差は3.78キントル（訳者注記：378kg）であった。



実験期間中、MR-Xを使用した区画と使用していない区画の間に次の違いが見られた。

MR-X 使用区画	MR-X 不使用区画
1.苗木の色合いは明るかった	1.苗木の色合いの明るさが弱かった。
2.唐辛子の味は以前のものよりも辛く美味しかった	2.あまり辛くなく、美味しくない。
3.植物の緑が長期間観察された	3.植物は早く乾いた

7.1.2 土壌検査結果：

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートを以下の表に示す。

(a) 実験前

作物	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
唐辛子	5.3	Low	Low	Low	n/a	n/a

(b) 実験後

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use
唐辛子	5.03	5.25	270.02	310.73	3.15	3.09	0.11	0.09

(c) 未消化窒素試験

作物	MR-X use	MR-X not use
唐辛子	1.05%	1.25%

実験前後の土壌試験結果は、MR-Xの使用に大きな違いがないことを示している。土壌に含まれる有機物は、両方の区画で中程度であった。有機物はMR-X使用区画で3.15%であり、MR-X不使用区画で3.09%記録された。このことから、MR-Xを使用すると、MR-Xを使用しない場合よりも土壌中の有機物が増加することがわかる。根の成長は、

MR-X不使用区画よりもMR-X使用区画の方が優れている。そのため、根に吸収される窒素、リン、カリウムなどの栄養素は良好であり、MR-X使用区画では、MR-X不使用区画よりも唐辛子の収量が増加した。土壌から栄養を十分に吸収した結果、収穫後の土壌のpHとリンは低くなった。

未消化窒素は、農業生態系の植物の根によって吸収される無機窒素の形態である。未消化窒素を多く含んでいるほど消化に悪い。唐辛子の未消化窒素テストの結果は、MR-Xを使用して育てた苗の実のほうがMR-X不使用の苗の実よりも少ない割合（1.05％）の未消化窒素を含むことを示している。これは、MR-Xを使用した作物が、MR-Xを使用していない作物よりも安全であることを意味している。

7.2 ゴーヤでのMR-X実験：

種子処理日	：2020年2月12日夕方から翌日の朝（12時間）。
種子処理のためのMR-Xの用量	：5mlを1リットルの水（70グラム）で希釈したMR-X溶液。
苗床設立日	：2020年2月13日。
実験区画への移植	：2020年3月17日夕方。

MR-X使用種子と不使用種子を別々にポリ袋に播種した。MR-X処使用種子の最初の発芽は2020年3月1日で、不使用種子より2日早かった。

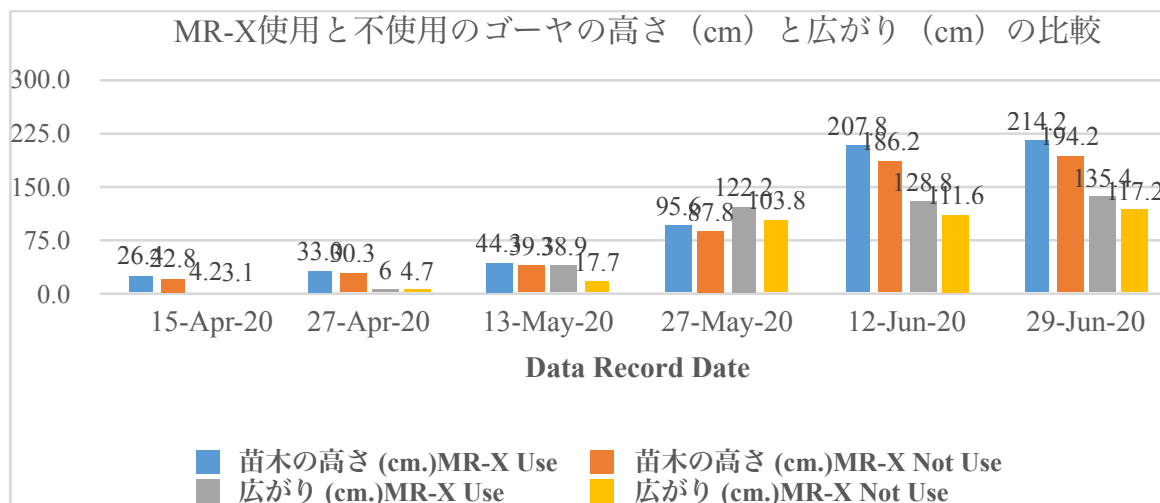
実験区におけるMR-X葉面散布のスケジュールは以下のとおりである。

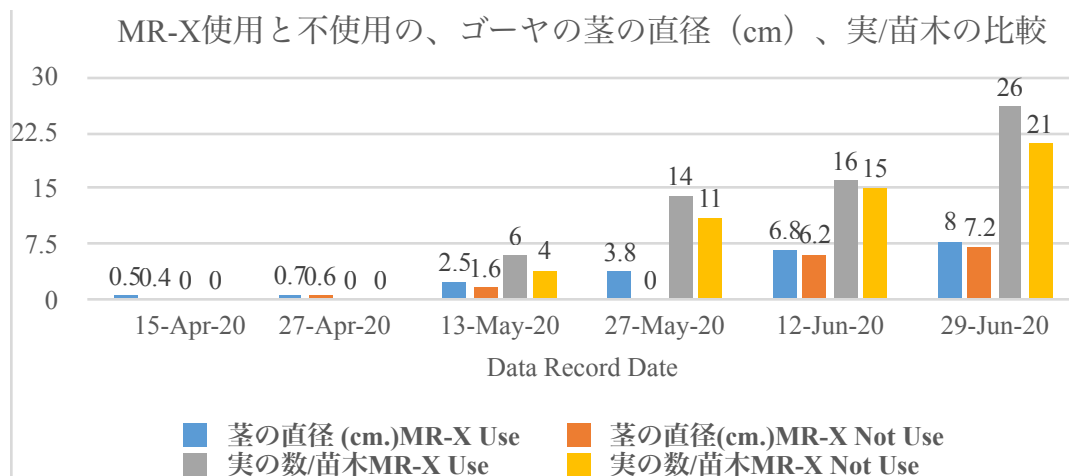
日付	MR-X 容量	備考
2020年4月15日	90 mlを45リットルの水で希釈	
2020年4月27日	100 mlを50リットルの水で希釈	
2020年5月13日	120 mlを60リットルの水で希釈	
2020年5月27日	150 mlを70リットルの水で希釈	
2020年6月12日	170 mlを85リットルの水で希釈	
2020年6月29日	170 mlを85リットルの水で希釈	
2020年7月14日	180 mlを90リットルの水で希釈	

ゴーヤでの実験期間中、上記のスケジュールに従ってMR-Xの葉面散布が実施された。

表：MR-X使用と不使用の実験区画間の比較のために記録されたデータ。

観察日	高さ (cm.)		広 が り (cm.)		茎の直径 (cm.)		枝の数		花の数 / 苗木		実の数 / 苗木		実の長さ (cm.)		実の直径 (cm.)	
	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use
2020年4月15日	26.4	22.8	4.2	3.1	0.5	0.4	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-
2020年4月27日	33.0	30.3	6.0	4.7	0.7	0.6	2	2	15	11	0	0	-	-	-	-
2020年5月13日	44.3	39.3	38.9	17.7	2.5	1.6	7	5	28	20	6	4	-	-	-	-
2020年5月27日	95.6	87.8	122.2	103.8	3.8	2.6	12	11	32	24	14	11	-	-	-	-
2020年6月12日	207.8	186.2	128.8	111.6	6.8	6.2	14	15	39	31	16	15	-	-		
2020年6月29日	214.2	194.2	135.4	117.2	8.0	7.2	19	18	46	36	26	21	31.0	25.0	4.3	3.8





上記の表とグラフは、MR-Xを使用しない区画よりもMR-Xを使用する区画の苗木のパフォーマンスがさまざまな段階で向上することを示している。MR-Xを使用していないものと比較して、MR-X使用の苗木のほうが毎回、より高く、より広がっており、茎の直径もより太く、実の数もより多くなることがわかった。植物成長の初期段階では、苗木の高さにおけるMR-X



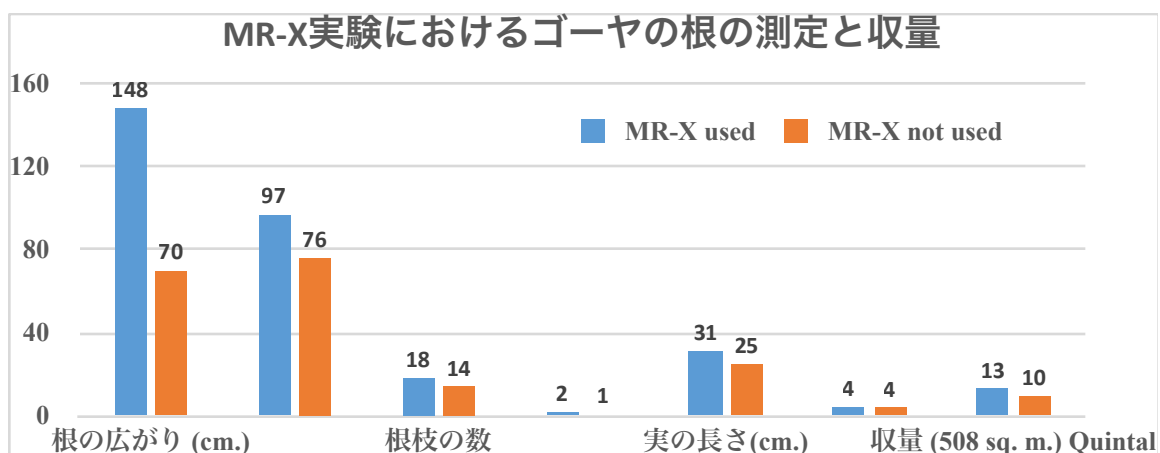
の有効性は25%であり（MR-Xの最初の散布後）、2回目のスプレーでわずかに増加して34%、4回目の散布では苗木の高さは116%と大幅に増加した。その後、5回目と6回目のMR-X散布でそれぞれ28%と12%減少した。MR-X不使用区画では、MR-X使用の苗木と比較して草丈の伸びがゆっくりと増加した。茎の直径と苗木あたりの実の数を比較すると、MR-Xを使用した苗木はMR-Xを使用していない苗木よりも良い結果を出している。上記のグラフによると、データの記録のたびに、苗木あたりの実の数は、MR-Xを使用していない苗木よりも使用されたMR-Xの方が多くなったことがわかる。

実験期間中、MR-X使用の苗木では不使用の苗木よりも葉が深い緑色になることがわかった。MR-X使用区画では、不使用区画よりも実をつけるのが1日早かった。実験エリアで水の停滞（訳者注記：おそらく降雨による）が生じたとき、MR-X不使用区画で

は葉が淡黄色であったが、MR-X使用プロットでは淡黄色の葉はほとんどなかった。それで、MR-Xは不利な条件に対して苗木の耐性を向上させると述べることができる。

7.2.1 根の測定：

パラメータ	MR-X used	MR-X not used	Remarks
根の広がり (cm.)	148cm	70cm	
根の長さ (cm.)	97cm	76cm	
根枝の数	18本	14本	
ミミズの数	2匹	1匹	
実の長さ (cm)	31cm	25cm	
実の直径 (Cm)	4.3cm	3.8cm	
収穫量 (508平方メートルあたり)	1297kg	963kg	



さらに重要なことに、根は植物の生命線であり、土壌から水、空気、栄養素を吸収して葉に移動させ、そこで太陽光と相互作用して植物の糖、風味、エネルギーを生成する。それで健康な根こそが苗木を強くし、良い収量を生み出すことができるようにする。

結果は、MR-X使用の苗木の根のほうが、使用していない苗木の根よりもより良く成長したことを示している。苗木の根の広がり、MR-Xを使用した区画では、不使用の区画よりも広がった。つまり、MR-Xを使用した苗木は、成長と発達のために土壌からより多くの栄養素、空気、水を取得できる。上記の表とグラフによると、MR-X使用の苗

木の根の広がりには148cmであるが、MR-X不使用の苗木の根は70cmの広がりしか見られない。同様に、根の長さはMR-X使用の苗木で97cm、MR-X不使用の苗木の根の長さは76cmであった。土の根の深さは苗木を強く立たせる。根枝の数は、MR-Xを使用した区画の苗木では18本であり、MR-X不使用の区画のものは14本であった。ミミズはMR-X使用区画の根付近で2匹のミミズが観察されたが、MR-X実使用区画では1匹のみが観察された。これは、MR-Xが作物畑の土壌動物を活性化するのに役立つことを意味する。作物の収量については、MR-X使用の苗木では実の長さ31cm、直径4.3cm



であったのに対し、MR-X不使用の苗木では実の長さ25cm、直径3.8cmであった。つまりMR-Xが作物収量の増加に役立つことがわかる。実験では、MR-X使用区画はゴーヤの収量は508平方メートルあたり12.97キントルであった（訳者注記：1297kg）のに対し、不使用区画では508平方メートルあたり9.63キントル（訳者注記：963kg）が生産された。収量の差は3.34キントル（訳者注記：334g）であった。

実験期間中、MR-Xを使用した区画と使用していない区画の間に次の違いが見られた。

MR-X 使用区画	MR-X 不使用区画
1.葉の色は深い緑色だった。	1.葉の色は普通の緑色だった。
2.苗木の成長と発達は速かった。	2.苗木の成長は少し遅れた。
3.害虫の侵入はごくわずかだった。	3.害虫の蔓延がより多く見られた。
4.実の発達が早い。	4.実の発育が遅い。
5.苗木は長期間立っている。	5.植物は長期間立たない。

7.2.2 土壌試験結果：

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートは以下の表に示す。

(a) 実験前

作物	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
ゴーヤ	4.9	Low	Low	Low	n/a	n/a

(b) 実験後:

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use
ゴーヤ	5.31	5.07	113.16	107.64	3.21	3.03	0.15	0.14

(c) 未消化窒素テスト :

作物	MR-X use	MR-X not use
ゴーヤ	2.10%	2.05%

実験前後の土壌試験結果は、MR-X使用後に土壌pHに改善があることを示している。pHレベルは4.9から5.31に増加した。土壌に含まれる有機物は、MR-X不使用区画の3.03パーセントであり、MR-X使用区画の3.21パーセントだった。これは、MR-Xが土壌中の有機物の維持に役立つことを意味する。pHレベルが酸性であり、植物が利用できる形に変換するのを妨げるため、両方の区画のリン含有量は高かった。

植物が過剰な窒素を受け取ると、昆虫や病気の被害に遭いやすくなる。また、茎の過度の成長を引き起こし、茎の強度を低下させる可能性がある。未消化窒素は、植物の根に吸収される無機窒素の形態である。実験では、ゴーヤの未消化窒素テストの結果は、MR-X使用作物が2.10%の硝酸塩を含み、MR-X未使用作物が2.05%を含んでいる。大きな差異は認められない。したがって、この点についてのMR-Xの効果を明らかにするために実験を今後も継続する必要がある。

7.3 オクラでのMR-X実験 :

種子処理日	: 2020年3月1日夕方から翌日の朝 (12時間)。
種子処理のためのMR-Xの用量	: 5mlを 1リットルの水 (400グラム) で希釈した。
処理済みおよび未処理の種子を実験区画に播種した日付	: 2020年3月2日夕方。

最初の発芽は2020年3月10日で、MR-X使用種子の方が不使用の種子よりも1日早かった。

実験区に散布したMR-X溶液のスケジュールは以下のとおりである。

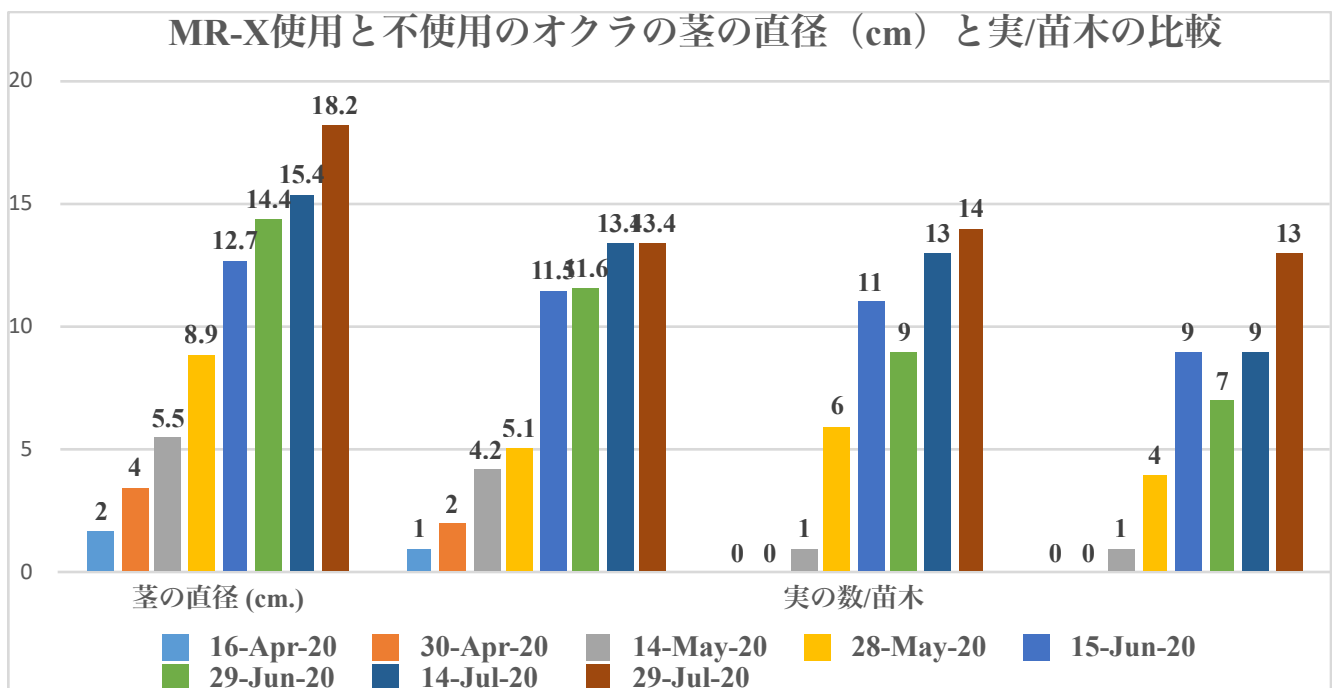
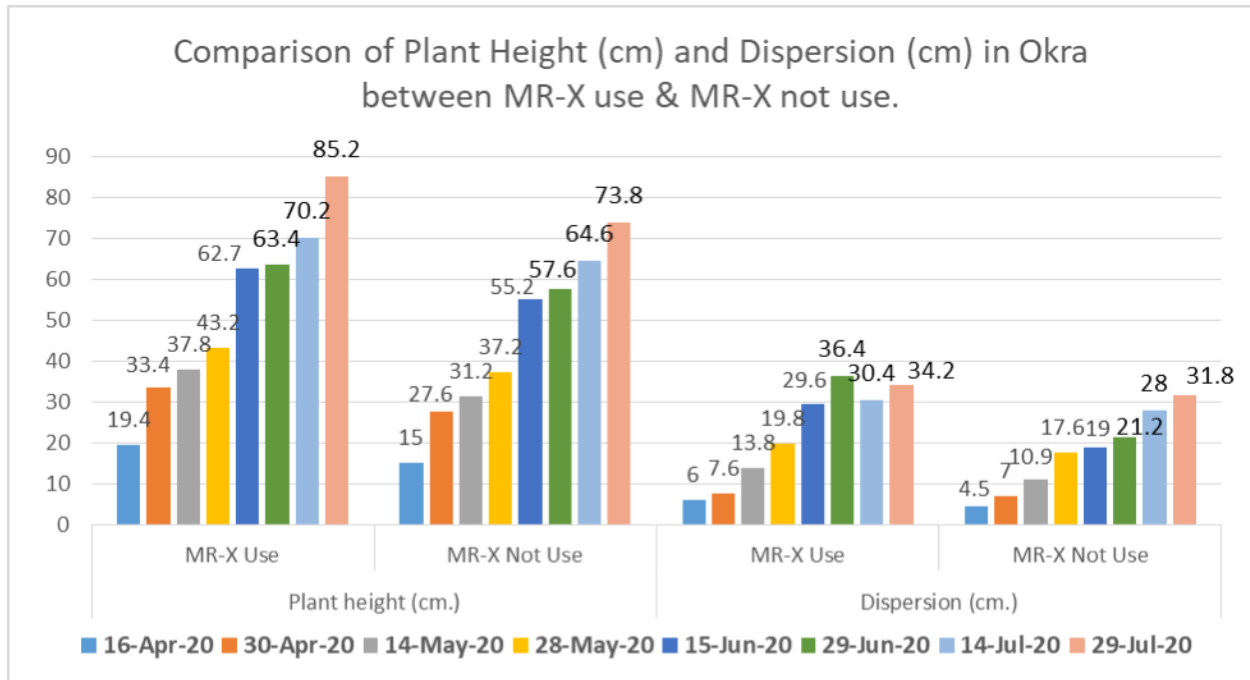
Date	MR-X doses	Remarks
2020年4月16日	30 mlを15リットルの水で希釈	
2020年4月30日	40 mlを20リットルの水で希釈	
2020年5月14日	60 mlを30リットルの水で希釈	
2020年5月29日	70 mlを35リットルの水で希釈	
2020年6月12日	80 mlを40リットルの水で希釈	
2020年6月29日	80 mlを40リットルの水で希釈	
2020年7月15日	90 mlを45リットルの水で希釈	
2020年7月30日	100 mlを50リットルの水で希釈	

MR-X使用区画でMR-Xを散布した日付は上の表のとおりである。データ取得は、MR-Xを散布する前日または前々日に記録された。苗木の成長と発達に関する観察は定期的に記録された。MR-X使用および不使用のそれぞれの区画で記録されたデータを以下の表に示す。

表：MR-X使用と不使用の実験区画間の比較のために記録されたデータ。

観察日	高さ (cm.)		広がり (cm.)		茎の直径 (cm.)		枝の数		花の数/苗木		実の数/苗木		実の長さ (cm.)		実の直径 (cm.)	
	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use
2020年4月16日	19.4	15.0	6.0	4.5	1.7	1.0	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-
2020年4月30日	33.4	27.6	7.6	7.0	3.5	2.0	3	2	0	0	0	0	-	-	-	-
2020年5月14日	37.8	31.2	13.8	10.9	5.5	4.2	4	4	3	3	1	1	-	-	-	-
2020年5月28日	43.2	37.2	19.8	17.6	8.9	5.1	6	6	9	7	6	4	-	-	-	-
2020年6月15日	62.7	57.6	29.6	19.0	12.7	11.5	7	7	16	12	11	9	-	-	-	-
2020年6月29日	63.4	55.2	36.4	21.2	14.4	11.6	7	7	12	10	9	7	-	-	-	-
2020年7月14日	70.2	64.6	30.4	28.0	15.4	13.4	8	8	12	13	13	9	-	-	-	-
2020年7月29日	85.2	73.8	34.2	31.8	18.2	13.4	9	8	18	17	14	13	19	16	2.5	2.1

MR-X使用と不使用のオクラの苗丈（cm）と高さ（cm）の広がりの比較



MR-X不使用の苗木よりもMR-X使用の苗木のほうが葉面散布するたびにより高く、より広くなった。高さは1回目の散布前は19.4cmであったが、2回目では33.4cm増加し、残





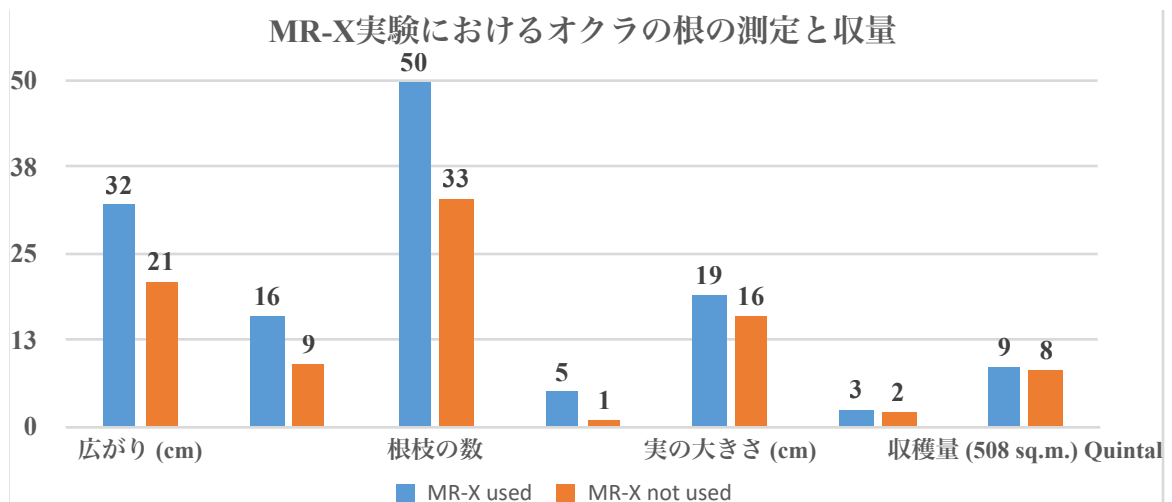
りの散布でも同じ傾向が見られた。MR-Xを使用していない区画では、苗木の高さは1回目に15cm、2回目の記録では27.6cm増加し、記録された残りのデータでも同じ傾向が観察された。同様に、茎の直径は、MR-X不使用の苗木よりもMR-X使用の苗木のほうが優れていた。MR-X使用の苗木での最初の測定では、茎の直径は1.7cmであり、MR-X不使用の苗木の茎のそれ

は1.0cmであった。差は0.7cm。 2回目、3回目、4回目の測定では、差はそれぞれ1.5 cm、1.3 cm、3.8cmであった。同様に、MR-X使用と不使用の苗木の茎の直径は、5回目、6回目、7回目、8回目の測定で、それぞれ1.2 cm、2.8 cm、2 cm、4.8cmの差が観察された。

実の色合いの明るさは、MR-X使用の苗木は優れており、MR-X不使用の苗木は明るさが弱かった。病気や害虫の蔓延に対する抵抗性についても、MR-X不使用の区画よりもMR-X使用区画の方が優れていたことがわかった。アブラムシと葉のモザイク柄の黄色い変色の問題は、MR-Xを使用していない区画でより多く、MR-Xを使用した区画ではほとんど観察されなかった。オクラの味は、MR-Xを使用した区画で甘みが増したが、MR-Xを使用しなかった区画のものは平均的であった。

根の測定：

パラメータ	MR-X used	MR-X not used	Remarks
根の広がり (cm.)	32	21	
根の長さ (cm.)	16	9	
根枝の数	50	33	
ミミズの数	5	1	
実の長さ (cm)	19	16	
実の直径 (Cm)	2.5	2.1	
収穫量 (508平方メートルあたり)	8.66	8.22	



オクラには、ほぼ垂直に下向きに貫通する強い主根があり、一般に16インチの深さに達する。上記の表とグラフは、MR-X使用の苗木の根が、MR-X不使用の苗木の根よりも良く成長したことを示している。植物の根の広がり、MR-X使用区画で32 cm、不使用区画で21cmであり、11cmの差があった。これは、MR-X使用の苗木が、成長と発達のために土壌からより多くの水、空気、栄養分を摂取していることを意味する。同様に、MR-X使用の苗木の根の長さは16cmであるのに対し、MR-X不使用の苗木の根は9cmしかなく、差は7cmであった。これはもやはり、MR-Xを使用した苗のほうが、土壌のより深いところから水と栄養分を取り込むことができることを意味する。根枝の数は、MR-X使用区画では50本として記録され、MR-X不使用区画では33本だった。根枝の数が多いほど、植物は畑で良好な状態になり、土壌から栄養分を十分に吸収するのに役立つ。ミミズのような土壌動物の活動は、土壌中のミネラルの急速な吸収によって土壌養分循環を強化できるため、有益である。根の成長測定の時点で、MR-X使用区画の根域領域に5匹のミミズが見つかった。MR-X不使用区画では、ミミズが1匹だけ見つかった。収穫量については、MR-Xを使用した区画では実の長さが19cm、直径が2.5cmであったのに対し、MR-Xを使用していない区画では実の長さ16cm、直径が2.1cmだった。でのMR-Xからののは、508平方メートルあたりのオクラの収量はMR-X使用区画で8.66キントル（866kg）、不使用区画で8.22キントル（822kg）で、収量の差は0.44キントル（44kg）であった。



7.3.2 土壌試験結果：

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートを以下の表に示す。

(a) 実験前

作物	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
オクラ	5.5	Low	Medium	Low	n/a	n/a

(b) 実験後:

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use
オクラ	5.82	5.82	171.58	188.37	1.67	1.91	0.07	0.08

(c) 未消化窒素テスト:

作物	MR-X use	MR-X not use
オクラ	1.12%	2.25%

両方の実験区画の土壌のpHは、MR-Xを使用する前は5.5であり、MR-XテストはMR-X使用/不使用の両方の区画で別々に行われた。土壌中の有機物は、MR-Xを使用した区画と不使用の区画でそれぞれ1.67%と1.91%と記録された。他の作物ではMR-X使用した区画の土壌で有機物のより高い数値が確認されたため、この作物に関しては逆の結果となった。両方の区画のリン含有量は高く、pHレベルも高い酸性を示した。MR-X使用作物には硝酸塩1.12%が含まれており、MR-X未使用作物には2.25%が含まれていることを示している。

7.4 アカバレクルサニでのMR-X実験

種子処理日	: 2020年3月12日夕方から翌日の朝(12時間)。
-------	-----------------------------

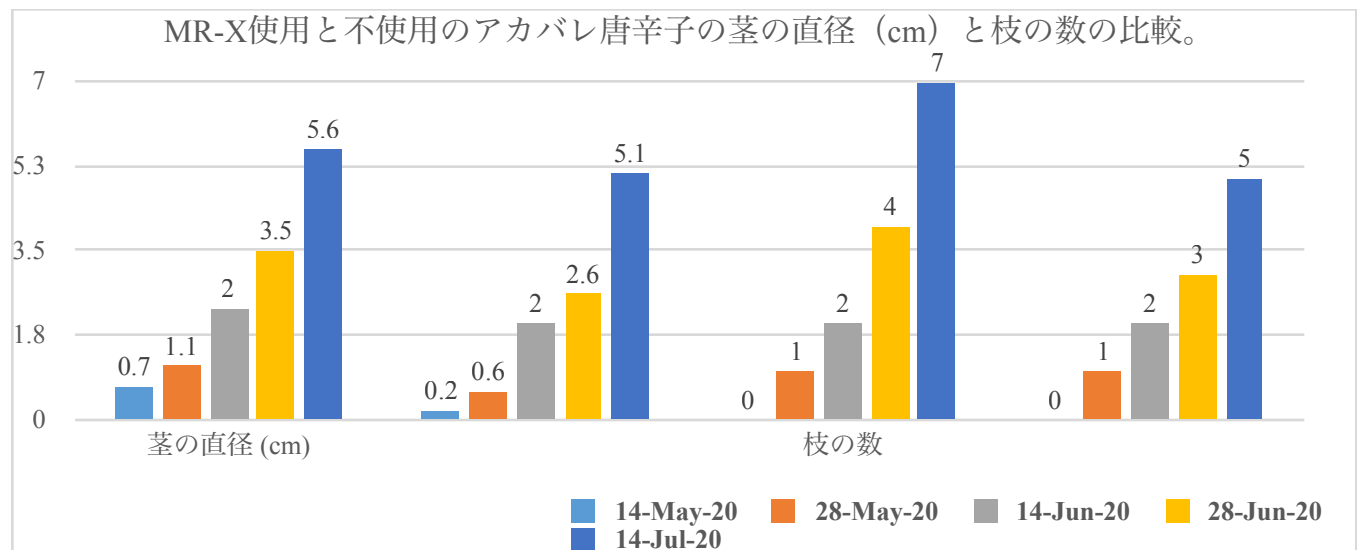
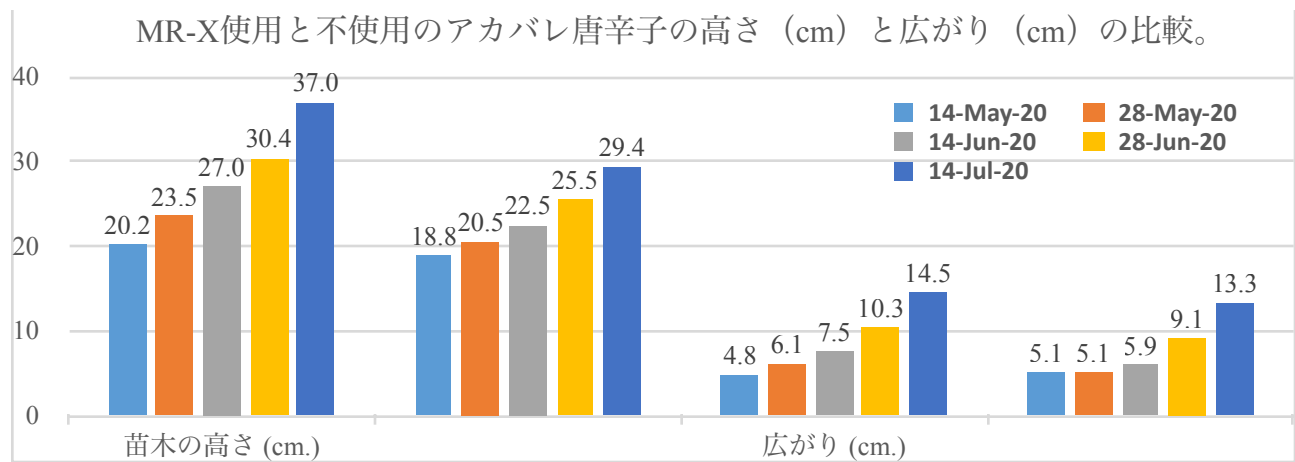
種子処理のためのMR-Xの用量	: 5mlを1/2リットルの水で希釈。
苗床設置日	: 2020年3月13日
最初の発芽	: 2020年3月21日。MR-X不使用の苗よりもMR-X使用の苗が1日早く発芽した。
苗床でのMR-X散布	: 2020年4月4日に10mlのMR-Xを5リットルの水で希釈し、散布。
MR-X使用と不使用の種子を実験区画に移植	: 2020年4月29日夕方。

実験区に散布したMR-Xのスケジュールは以下のとおりである。

日付	MR-X の容量	Remarks
2020年5月14日	20 mlを10リットルの水で希釈	
2020年5月28日	20 mlを10リットルの水で希釈	
2020年6月14日	30 mlを15リットルの水で希釈	
2020年6月28日	40 mlを20リットルの水で希釈	
2020年7月12日	50 mlを25リットルの水で希釈	

表：MR-X使用と不使用の実験区画間の比較のために記録されたデータ。

観察日	苗木の高さ(cm.)		広 が り (cm.)		茎の直径 (cm.)		枝の数		花の数 / 苗木		実の数 / 苗木		備考
	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	Use	Not use	
2020年5月14日	20.2	18.8	4.8	5.1	0.7	0.2	0	0	0	0	0	0	果実の発育段階では、継続的な雨が植物に黒腐病として影響を及ぼし、それを制御することができなかったため、収量は記録されなかった。
2020年5月28日	23.5	20.5	6.1	5.1	1.1	0.6	1	1	0	0	0	0	
2020年6月14日	27.0	22.5	7.5	5.9	2.3	2.0	2	2	0	0	0	0	
2020年6月28日	30.4	25.5	10.3	9.1	3.5	2.6	4	3	7	5	0	0	
2020年7月12日	37.0	29.4	14.5	13.4	5.6	5.1	7	5	13	10	7	5	



アカバレクルサニの高さは、MR-Xを散布するたびに増加し、1回目の散布で3.3cm、2回目で3.5cm、3回目で3.4cm、4回目で6.6cm高くなった。同様に苗木の広がりであるが、最初の葉面散布の段階ではMR-X不使用の苗木よりもMR-X使用の苗木の方が0.3cm少なかった。しかし、2回目、3回目、4回目の散布から、MR-Xを使用した苗木で広がりが拡大した。MR-Xを使用した苗木と使用していない苗木の茎の直径の差を記録した。1回目と2回目の散布の際にMR-X未使用の苗木よりも使用した苗木の茎の直径がそれぞれ0.5cm

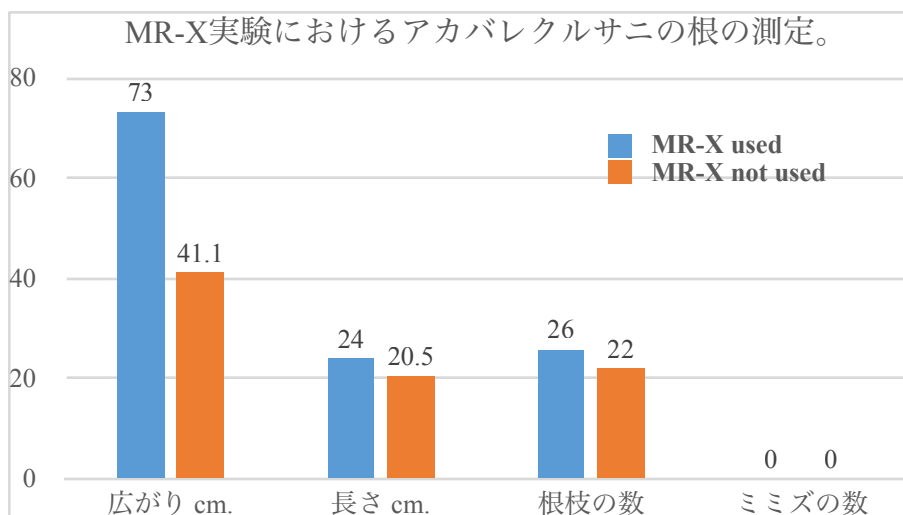


増加した。3回目で0.3cm、4回目で0.9cm、5回目で0.5cmと、散布するごとにMR-Xを使用した苗木のほうがより増加していった。

作物の成長と発達の段階で、MR-X不使用区画では一部の苗木がウイルスの影響を受けたが、MR-X使用区画では見られなかったことが観察された。MR-Xを使用した苗木は、使用していない苗木よりも葉の輝きが強くなる。実の発育の初期段階で、実験区画は継続的な大雨の影響を大きく受けた。この影響で苗木全体が病気になって黒腐れし、作物は枯れてしまった。このため、作物の収穫量は記録されなかった。

7.4.1 根の測定:

パラメータ	MR-X used	MR-X not used	Remarks
広がり	73.3cm	41.1cm	
長さ	24cm	20.5cm	
根枝の数	26.0本	22.0本	
ミミズの数	0	0	



根の測定は、収穫期の終わりに行われた。MR-Xを使用した苗木は、MR-Xを使用していない苗木よりも優れていた。広がり、MR-Xを使用した苗木と使用していない苗木でそれぞれ73.3cmと41.1cmと観察された。MR-Xを使用した苗木のほうが、使用していない苗木よ



りも広がりが約80%多くなっている。根の長さは、MR-Xを使用していない植物よりも使用したMR-Xの方が3.5cm長かった。同様に、植物の根枝が根の測定中に観察された。MR-Xを使用した植物では合計26本の根枝が数えられ、不使用の苗木では22本だった。したがって、MR-Xは根の成長を促進し、土壌の主根および根枝を広げるのに有効であると述べることができる。これにより、土壌からの水分と栄養素の取り込みが増加する。

7.4.2 土壌検査結果:

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートを以下の表に示す。

(a) 実験前

Crop	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
アカバレクルサニ	4.8	Low	Low	Low	n/a	n/a

(b) 実験後

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use
アカバレクルサニ	5.86	6.81	195.73	21.39	2.16	0.25	0.12	0.06

MR-Xを実験を使用する前に測定すると、土壌のpHは4.8であった。実験後に測定すると、MR-X使用区画はわずかに酸性（5.86）であり、MR-X不使用区画は中性レベルに近いpH（6.81）であった。全体的にpHレベルは改善されたと言えるが、MR-Xが使用されていない区画で予期しない結果が発生した。土壌中の有機物は、MR-Xを使用した区画2.16%、不使用の区画で0.25%であった。上記の結果をより明確にするために、MR-X実験は来年も継続される必要がある。

7.5 トウモロコシ（トウモロコシ）でのMR-X実験：

種子処理日	：2020年5月1日夕方から翌日の朝（12時間）。
種子処理のためのMR-Xの用量	：5mlを1リットルの水で希釈。
最初の発芽	2020年5月8日に観察され、MR-Xを使用した種子では不使用の種子より2日早く発芽した。
MR-X使用と不使用のトウモロコシの種子を実験区画に移植：	：2020年5月2日。

実験区に散布したMR-Xのスケジュールは以下のとおりである。

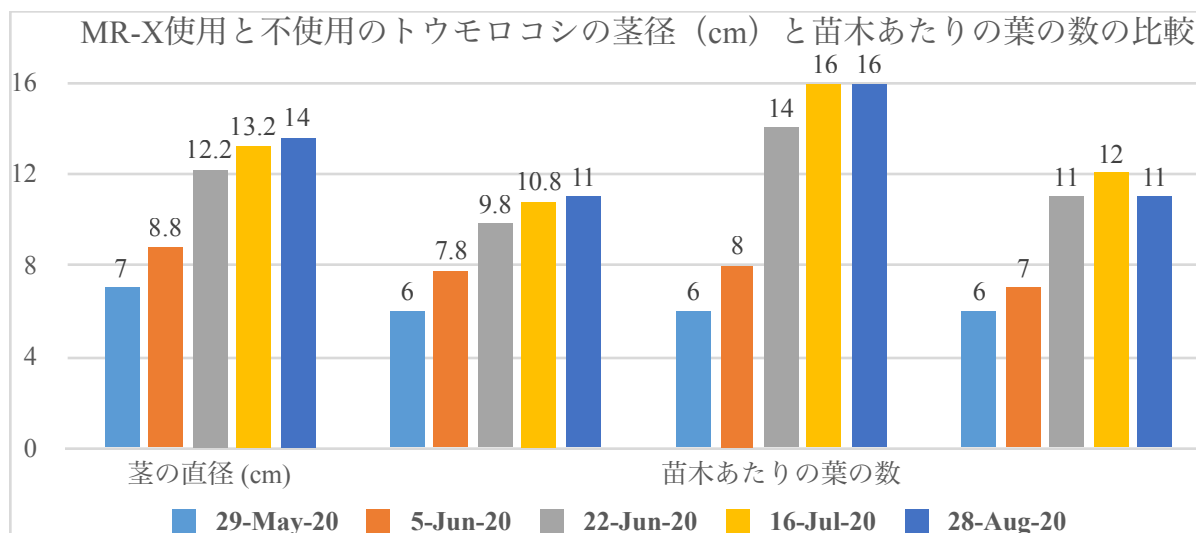
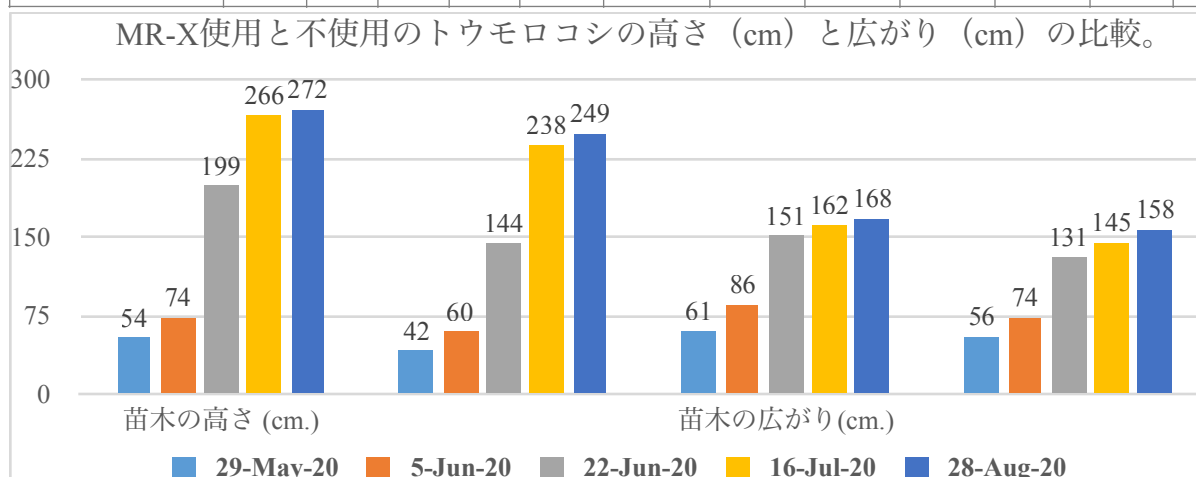
日付	MR-X容量	Remarks
2020年5月15日	20 mlを10リットルの水で希釈	
2020年6月5日	30 mlを15リットルの水で希釈	
2020年6月19日	40 mlを20リットルの水で希釈	
2020年7月3日	40 mlを20リットルの水で希釈	
2020年7月17日	40 mlを20リットルの水で希釈	
2020年7月31日	40 mlを20リットルの水で希釈	
2020年8月14日	40 mlを20リットルの水で希釈	

MR-Xの葉面散布は上記のスケジュールに従って行われた。その後、データはスケジュールに従って記録されたが、COVID-19のために遅れることもあった。

表：MR-X使用と不使用の実験区画間の比較のために記録されたデータ。

観察日	苗木の高さ (cm.)		広 が り (cm.)		茎の直径(cm.)		葉の枚数/ 苗木		穂軸の直径		穂軸の長さ	
	MR-X Use	MR-X Not use	MR-X Use	MR-X Not use	MR-X Use	MR-X Not use	MR-X Use	MR-X Not use	MR-X Use	MR-X Not use	Use	Not use
2020年5月29日	54	42	61	56	7.0	6.0	6	6	0	0	0	0
2020年6月5日	74	60	86	74	8.8	7.8	8	7	0	0	0	0
2020年6月22日	199	144	151	131	12.2	9.8	14	11	0	0	0	0

2020年7月16日	266	238	162	145	13.2	10.8	16	12	0	0	0	0
2020年8月28日	272	249	168	158	13.6	11.0	16	11	24.2	22.0	29.6	24.4



上記の表とグラフによると、MR-Xを葉面散布するたびに、苗木の高さが向上している。MR-Xを使用した苗木の平均の高さは173cmであり、MR-Xを使用していない苗木の高さは146cmで、27cmの差があった。高さは、苗木の成長と発達の重要な指標で



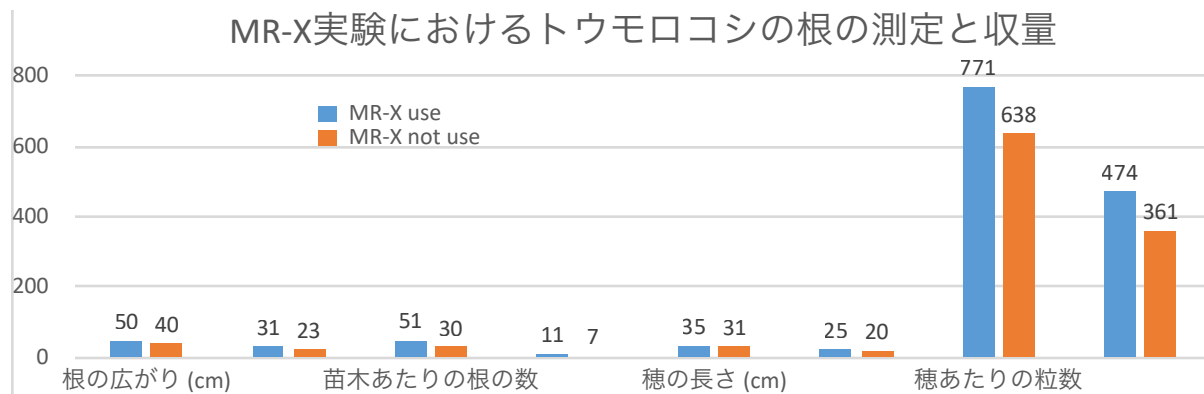
ある。一方、苗木の広がり平均は、MR-Xを使用した苗木が125.6cm、使用していない苗木112.8cmであり、12.8cmの差があった。同様に茎の直径であるが、MR-Xを使用した苗木10.9cm、使用していない苗木9.1cmで、1.8cmの差が観察された。



MR-Xを使用した区画の苗木あたりの平均葉数は12枚であったが、MR-Xを使用しなかった区画では苗木あたり9枚の葉で、平均3枚の差が出た。高さが優れていたこと、多くの葉をつけたこと、および茎が太くなったこともまた、土壌からより多くの栄養素を吸収することができたことを意味する。したがって、MR-Xの使用によってトウモロコシの穀物収量の増加が見込めると言える。

7.5.1 根の測定:

パラメーター	MR-X used	MR-X not used	Remarks
根の広がり, cm.	50	40	
根の長さ, cm.	31	23	
苗木あたりの根の数	51	30	
根域におけるミミズの数	11	7	
穂の長さ, cm.	35	31	
穂の幅, cm.	25	20	
穂あたりの粒数	771	638	
脱穀後の穂軸の長さ, cm	21	18	
脱穀後の穂軸の幅, cm.	11	11	
収量 (508 sq. m.) quintal	4.74	3.61	



種子から育てられたすべての作物は、発芽している各種子から幼根が出現することで根の確立を開始する。水と養分の吸収は、根の成長速度と根の吸収範囲に影響されやすい。上記のデータは、MR-Xを使用した植物の根の広がりが50cmであったのに対し、MR-Xを使用していない植物では40cmと記録されていることを示している。差は10cmである。根の長さは、MR-Xを使用した苗木31cm、使用して



いない苗木23cmで、差は8cmである。同様に、MR-X使用の苗木あたりの根の数は51本、不使用のもの30本であり、MR-X使用区画では不使用区画と比べて苗木ごとに21以上多くの根がある。ミミズは重要な土壌動物であり、がれきを分解し、ミミズの働きにより耕作地の土壌がさらに細かくする。根域で見つかったミミズの数、MR-X使用区画で11匹と不使用区画で7匹であった。

穂の長さは35cmと記録された。MR-X使用の苗木の穂は35cm、MR-X不使用の穂は31cmで、4cmの差があった。穂あたりの平均穀粒は、MR-X使用の穂で771粒、MR-X不使用の穂で638粒であり、MR-X使用のほうに穂あたり合計133粒がより多く含まれていた。トウモロコシの収量は、MR-X使用区画で508平方メートルあたり474kg、不使用区画で361kgとなり、収量の違いは、508平方メートルあたり113kgと観察された。

実験期間中、MR-Xを使用した区画と使用していない区画の間に次の違いが見られた。

MR-X使用区画	MR-X不使用区画
1. 葉の油分がより多かった	1. MR-X使用区画と比べて葉に油分が少ない
2. 光沢のある深い緑色	2. 光沢と緑色が薄い
3. 苗木の高さがほぼ均一である	3. 苗木の高さにばらつきがある
4. 支柱根が早い時期に発達した	4. 支柱根の発達が遅かった
5. 広い葉	5. 細い葉
6. 他の農家のとうもろこしの違いが遠くから目で見えてわかる	6. 他の農家のとうもろこしと同じように見える

7.5.2. 土壌検査:

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートを以下の表に示す。

(a) 実験前:

作物	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
とうもろこし	4.9	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

(b) 実験後:

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use
とうもろこし	6.29	6.66	382.65	448.9	1.55	1.55	0.14	0.12

実験のために選択した区画の土壌のpHは、MR-Xで実験を行う前の測定で4.9であった。実験後に測定すると、結果は、MR-X使用区画で6.29、不使用区画で6.66であり、中性レベルのpHに近かった。土壌のpHレベルは両方の区画で改善された。有機物に関しては、各区画で1.55パーセントと同じである。上記の結果をさらに明確にするために、MR-X実験は今後も継続される。

7.6 スパイス作物開発センターで実施された稲作（米）でのMR-X実験

種子処理日	2020年6月8日夕方から翌日の朝（12時間）。
種子処理のためのMR-Xの用量	：20mlのMR-Xを2リットルの水で希釈
苗床の設置	：2020年6月9日。
最初の発芽	2020年6月12日にMR-X使用の苗床で観察されたが、これは不使用の苗床より1日早かった

苗床と実験区画におけるMR-Xの散布スケジュールは、以下の表のとおりである。

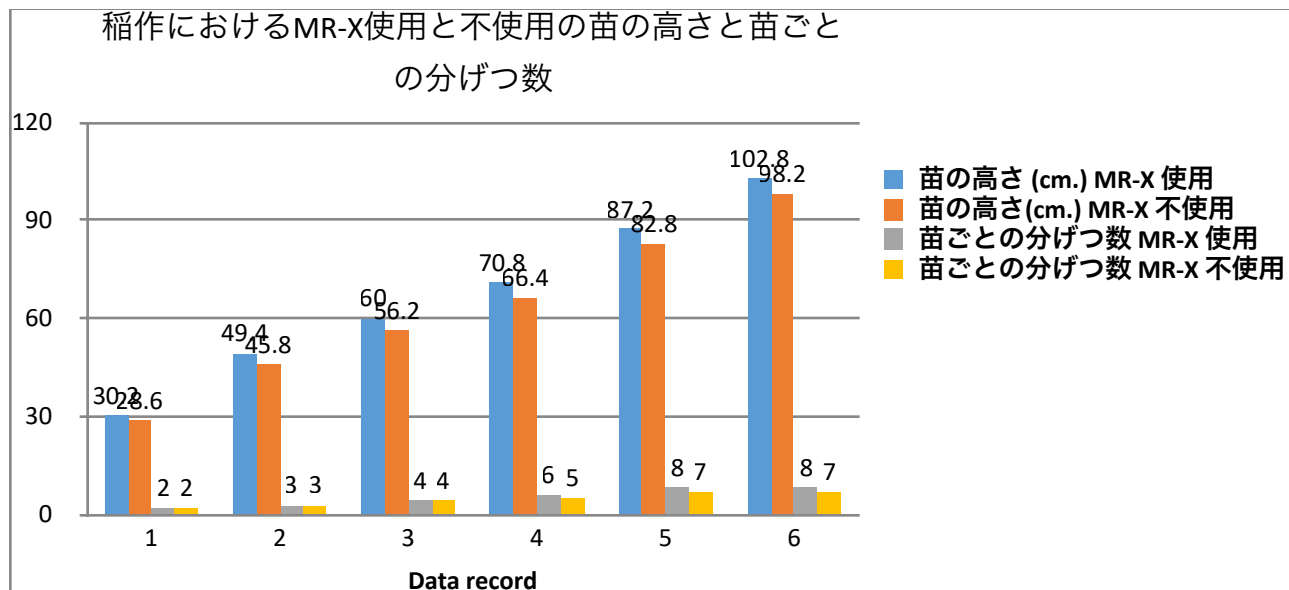
日付	MR-X の容量	その他
苗床		
2020年6月15日	30 mlを3リットルの水で希釈	
2020年6月26日	30 mlを3リットルの水で希釈	
2020年7月3日	40 mlを4リットルの水で希釈	
メイン区画		
2020年7月11日	150 mlを10リットルの水で希釈	
2020年9月11日	200 mlを15リットルの水で希釈	

表：MR-X使用と不使用の実験区画間の比較のために記録されたデータ。

a. 苗の高さと分けつ数:

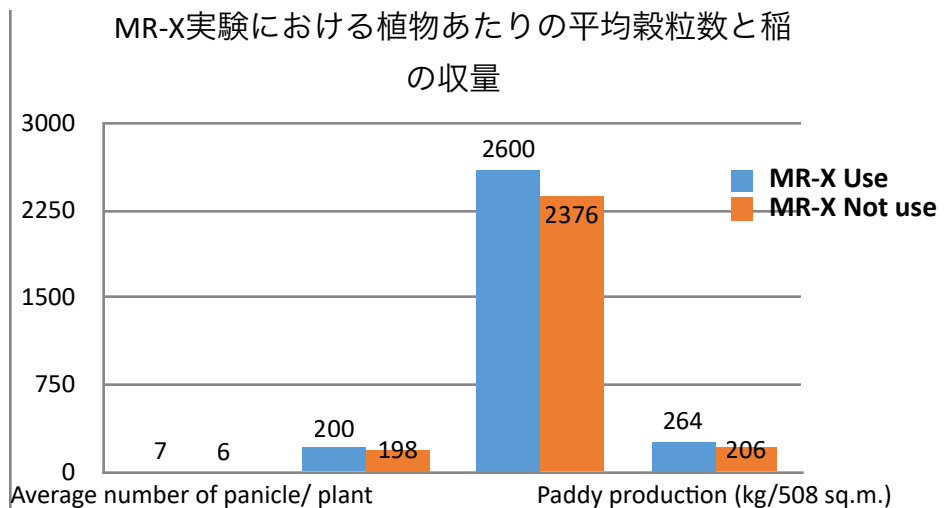
観測日	苗の高さ (cm.)		分けつ数/苗	
	MR - X 使用	M R - X 不使用	MR - X 使用	M R - X 不使用
2020年7月26日	30.2	28.6	2	2
2020年8月9日	49.4	45.8	3	3
2020年8月24日	60.0	56.2	4	4
2020年9月7日	70.8	66.4	6	5

2020年9月22日	87.2	82.8	8	7
2020年10月6日	102.8	98.2	8	7

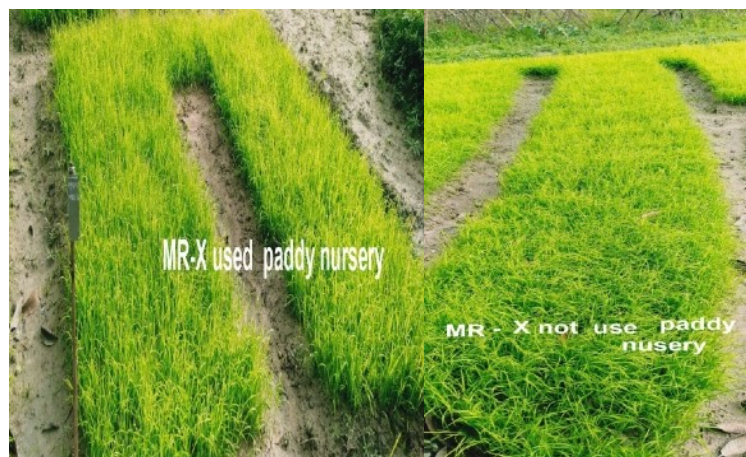


b. 穂、実の数および生産量:

説明	MR-X 使用	MR-X 不使用
穂/植物の平均数	7	6
小穂あたりの平均穀粒数	200	198
苗全体の平均穀物数	2600	2376
稲生産量 (kg / 508平方メートル)	264.1	205.7



上記の表とグラフは、MR-X不使用区画よりも、MR-X使用区画の方がすべてのパラメーターにおいて優れていることを示している。苗の高さは、MR-X使用区画で30.2 cm、49.4 cm、60.0 cm、70.8 cm、87.2 cm、および102.8cmと、データ採取のたびに増加した。MR-X不使用区画の苗の高さは28.6 cm、45.8 cm、56.2



cm、66.4 cm、82.8 cm、および98.2cmという記録であった。差は4.6cmであり、MR-X不使用の苗よりもMR-X使用の苗の方が高かった。MR-X使用区画では、不使用区画の苗よりも多くの分けつが観察された。MR-X使用区画では苗あたりの米粒数は2600粒であった。MR-X不使用の苗よりも224粒多かった。MR-X使用と不使用の収量差は58.4kgで、使用したもののほうが多い。したがって、MR-Xにより作物生産量が改善されたとと言える。

7.6.1 根の測定:

米（稲）は、比較的浅くコンパクトな根を持っているのが特徴である。根は稲を土壤に固定し、養分を吸収する。根の発達は、有機肥料とリン酸肥料によって促進される。粘土質の土壤は、根の正常な発達に理想的であるように思われる。節の根はより高い節に発達し、苗が周囲の水から栄養を吸収するのを助ける。イネの成長と収量は、根の生理

学的機能に大きく影響される。MR-Xは稲作における根の成長を促進する。稲作におけるMR-Xの実験は、2020年にパンチカールのスパイス作物開発センターの敷地内で実施された。実験区画では、稲作の収穫前に根の測定が行われた。結果は以下の表のとおりである。

パラメータ	MR-X 使用	MR-X不使用	その他
根の広がり cm.	13	10	
根の長さ cm.	14	12	

MR-Xを使用した苗は、MR-Xを使用していない苗よりも根が長く、土壌中の根の広がり、MR-Xを使用した区画では13 cmと記録されたが、MR-Xを使用しない区画では10cmであった。したがって、MR-Xを使用した苗は、MR-Xを使用していない苗よりも多くの水と栄養分を土壌から取り込むことができる。そのため、稲の収量は、MR-Xを使用した区画（264.1 kg）の方が不使用の区画（205.7 kg）よりも多かった。

7.6.2 土壌検査:

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートを以下の表に示す。

(a) 実験前

作物	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
稲	5.7	n/a	medium	n/a	0.07	1.61

(b) 実験後:

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use	MR-X used	MR-X not use
稲	5.86	5.83	65.97	54.97	2.01	1.54	0.70	0.50

土壌試験の結果は、土壌pHの改善はごくわずかであったが、実験前は土壌中の有機物は1.61%であり、MR-X溶液の使用後に2.01%増加したことを示している。MR-X不使用区画ではわずかに減少した（1.54%）。

実験期間中、MR-X使用区画と不使用区画の間に次の違いが見られた。

MR-X使用区画	MR-X不使用区画
1.初期の段階で緑がより多かった。	1.初期の段階で緑が少なかった。
2.輝く深い緑の葉。	2.輝きが少ない緑の葉。
3.収穫前の苗の成長は同じように見えた。	3.収穫前の苗の成長は同じように見えた。
4.根は長く、数も多い	4.根が短く、数が少ない。
5.土壌中の根の広がり大きい。	5.土壌中の根の広がり小さい。
6.穂と小穂の数が増えた。	6.穂と小穂の数は比較的少ない。
7.稲の収量が高かった。	7.稲の収量は比較的低かった。

7.7 タマガット4番地のサラスワティ・アディカリ農場で実施された実験

種子処理日	：2020年6月12日夕方から翌日の朝（12時間）。
種子処理のためのMR-Xの用量	：30mlのMR-Xを3リットルの水で希釈。
苗床の設置	：2020年6月13日。
最初の発芽	2020年6月16日にMR-X使用の床で観察されたが、これは不使用の苗床より1日早かった。
試験区画への苗の移植：	：2020年7月15日

苗床と実験区画へのMR-X散布スケジュールは、以下の表のとおりである

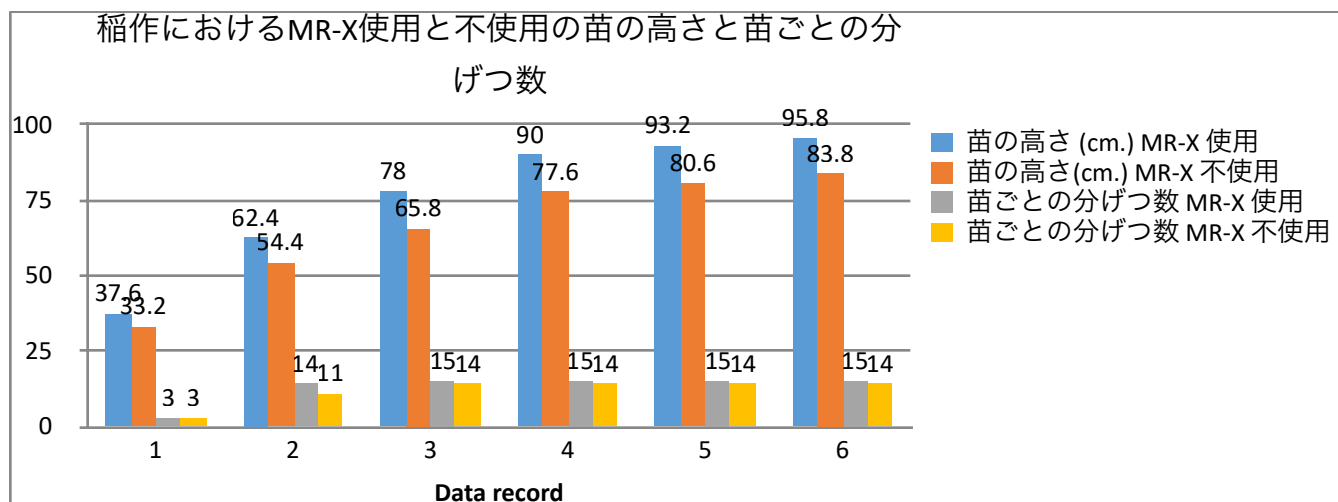
日付	MR-X の容量	その他
苗床		
2020年6月19日	30 mlを3リットルの水で希釈	
2020年6月26日	30 mlを3リットルの水で希釈	
2020年7月3日	30 mlを3リットルの水で希釈	
メイン区画		
2020年8月4日	360 mlを24リットルの水で希釈	

2020年9月11日	720 ml を48リットルの水で希釈	
------------	---------------------	--

表：MR-X使用と不使用の実験区画間の比較のために記録されたデータ。

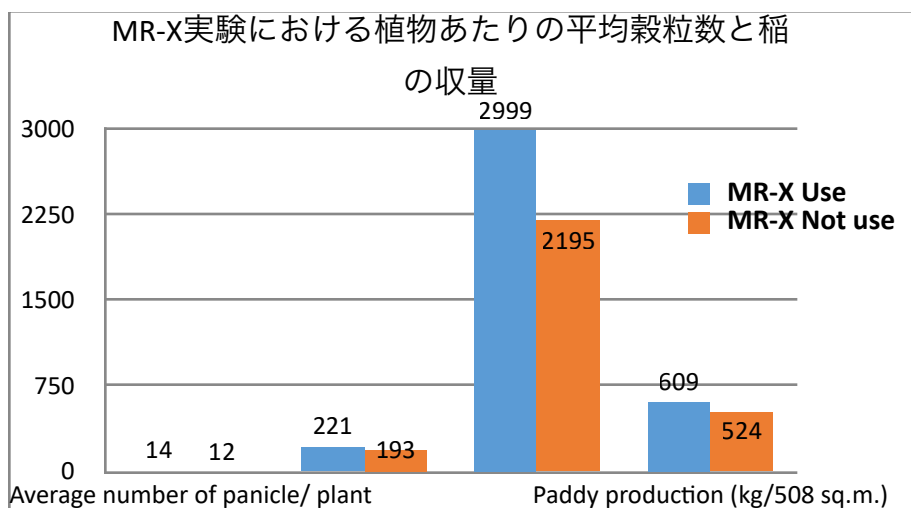
c. 苗の高さと分けつ数:

観測日	苗の高さ (cm.)		分けつ数/苗	
	MR-X 使用	MR-X 不使用	MR-X 使用	MR-X 不使用
2020年7月28日	37.6	33.2	3	3
2020年8月11日	62.4	54.4	14	11
2020年8月25日	78.0	65.8	15	14
2020年9月8日	90.0	77.6	15	14
2020年9月21日	93.2	80.6	15	14
2020年10月5日	95.8	83.8	15	14



d. 穂、粒の数および生産量:

説明	MR-X 使用	MR-X 不使用
穂/植物の平均数	14	12
小穂あたりの平均穀粒数	221	193
苗全体の平均穀物数	2999	2195
稲生産量 (kg / 508平方メートル)	609	524



上記の表に記載されているデータは、苗の高さにおけるMR-Xの有効性が、稲の栄養成長段階から初期繁殖期（播種後40日）まで観察されたことを示している。苗の高さの差は、記録された最初の3回のデータで24.8 cm、15.6 cm、12.0 cmと増加し、その後、記録された4番目と6番目のデータで3.2cmと2.6cm成長スピードは遅くなった。MR-Xを使用していない区画では、苗の高さの増加率はMR-Xを使用した区画よりも少なく、21.2 cm、11.4 cm、11.8cmであった。MR-X使用で観察された分げつ数は15、不使用の苗で14であった。穂は、米粒が形成されている小穂を発達させる。イネの穂の平均発育数は、MR-X使用区画で14本、不使用区画で12本と記録された。508平方メートルあたりの稲の収量は、MR-Xの使用区画で609kg、不使用区画で524kgであった。MR-X使用区画で85kg多かった。したがって、MR-Xは稲作の生産性を向上させると言える。



7.7.1 根の測定:

パラメータ	MR-X 使用	MR-X不使用	その他
根の広がり cm.	9.0	7.5	
根の長さ cm.	6.5	5.5	

MR-X不使用の苗よりもMR-X使用の苗で長い根が観察された。根の広がり、MR-Xを使用した区画で9.0cm、続いてMR-Xを使用していない区画で7.5cmで測定された。長い根と土壌への広がり、短くて狭い範囲の根とくらべて土壌からより多量の栄養素を吸収することができる。508平方メートルあたりの稲の収量は、MR-X使用区画で609kg、不使用区画で524kgであった。収量差は85kgである。



7.7.2 土壌検査:

MR-X実験の前後に土壌試験を行った。テストレポートを以下の表に示す。

(a) 実験前

作物	pH	窒素	リン酸	カリウム	EC (ms/cm)	OM %
稲	5.1	n/a	high	n/a	0.17	2.04

(b) 実験後:

作物	pH		リン酸P2O5 (kg/ha)		有機物%		EC (mS/cm)	
	MR-X 使用	MR-X 不使用	MR-X 使用	MR-X 不使用	MR-X 使用	MR-X 不使用	MR-X 使用	MR-X 不使用
稲	5.60	5.59	111.78	109.95	2.48	2.34	1.90	1.50

農場の土壌中の栄養素をその都度正確に知るためには、土壌サンプルのテストが重要である。作物は通常、さまざまな種類の土壌で栽培される。作物に必要なさまざまな肥料は、土壌の健康状態と状態によって異なる。多くの栄養素を施肥すると、土壌のバランスが崩れ、最終的には環境、水やその下の生物の汚染に影響を与える可能性がある。MR-X実験で



は、土壌サンプルを2回テストした。実験を行う前と、次は実験の完了後である。したがって、土壌の健康状態の違いや変化をとおして、MR-Xの有効性で測定できる。

上記の表は、土壌中のpHと有機物にいくつかの違いがあることを示しています。MR-Xを使用した区画でpHがそれぞれ5.1から5.60へ、使用していない区画では5.1から5.59に上昇した。同様に有機物は、使用区画で2.04パーセントから2.48パーセント、不使用区画で、2.04パーセント2.34パーセントに増加した。MR-Xの有効性は、両方のパラメーターで認められる。

実験期間中、MR-X使用区画と不使用区画の間に次の違いが見られた。

MR-X使用区画	MR-X不使用区画
1.葉の色は深い緑。	1.葉の色は薄い緑。

2.急速な成長。	2.成長が遅い。
3.成長の初期段階で害虫は観察されなかった。	3.成長の初期段階でサンカメイチュウ、蠕虫、ハマキガのようないくつかの害虫が観察された。
4.より多くの数の長い根	4.根が短く、数が少ない。
5.土壌中の根の広がりが大きいの。	5.土壌中の根の広がり小さい。
6.穂と小穂の数の増加。	6.穂と小穂の数は比較的少ない。
7.稲の収量が高かった。	7.稲の収量は比較的低かった。

8. MR-X実験に対する農家の反応:

3つの実験は一般農家の畑で行われ、3人の農夫が実験期間中に積極的に関与した。彼らの総体的な見解は以下のとおりである。

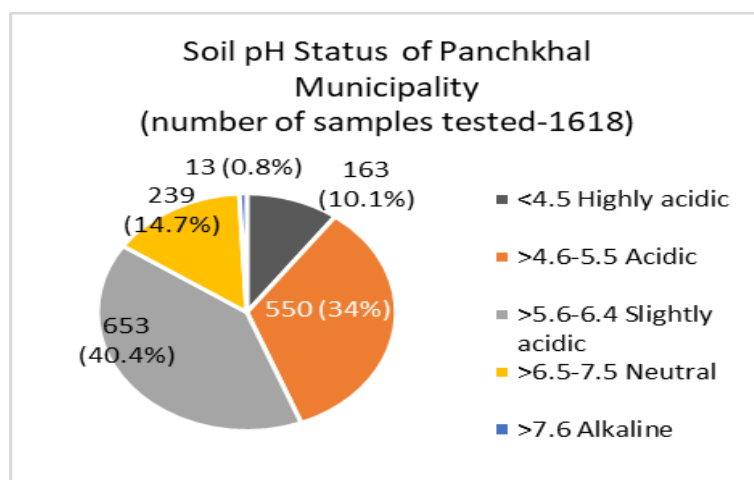
1. すべての農家はMR-Xに積極的な反応を示している。
2. MR-Xが作物の成長と発達を促進すると農家は確信するようになった。MR-Xを使用した植物と使用していない植物の違いを明確に観察できた。
3. MR-Xを使用した区画においては作物の病気や害虫被害が非常に少なかった。
4. 彼らは両方の区画からいくつかの野菜を味見し、次のように違いを感じた;
 - a. ゴーヤ – MR-X使用のゴーヤのほうが不使用のゴーヤよりも苦くない
 - b. 唐辛子 – MR-X使用の唐辛子は甘みのある辛さで美味しく、MR-X不使用の唐辛子は辛味が弱かった。
 - c. とうもろこし – MR-X不使用のものよりも甘い。

9. 土壌改良実験:

土壌は農業の成功において重要な部分であり、作物を育てるために必要な栄養素の供給源である。栄養素は、成長と発達のために土壌から植物に移動する。パンチカールの農業はほとんど小規模農家によって占められている。 The cropping intensity is high 作付強度が高い。農民は、気候変動の影響、化学肥料や農薬の使用による土壌の劣化、頻繁な

耕作による土壌の乱れなどの問題に直面している。パンチカールの土壌は農業生産にとって肥沃であると考えられているが、化学肥料や農薬の多用と耕作地での有機肥料の使用の減少により、今日では肥沃度が低くなっている。これらの問題を考慮して、ラブグリーンネパール（LGN）は、2017年11月から5年間、環境にやさしい統合された持続可能な農業開発プロジェクトを実施している。プロジェクトでは、さまざまな地区から収集された合計1618の土壌サンプルがさまざまな期間にテストされた。結果は以下のよう

パンチカール市の土壌pH状況（テストされたサンプルの数-1618）



結果は、14.7パーセントのサンプルが中性pHであり、作物生産に適していることを示している。10.1%のサンプルは非常に強い酸性であり、続いてそれぞれ34%と40.4%が酸性と弱酸性だった。したがって、パンチカール渓谷の土壌品質の改善は、今後重要である。

パンチカール市のアナイコット2番地の農場でMR-Xによる土壌改良実験を実施した。実験は3.3メートル×3.3メートル（10.89平方メートル）の面積で行われた。実験の手順は次のように実施された。

- 実験を行うために農業技術者による畑の検査が実施された。
- 場所を確定。
- NRSのガイドラインに従って実験区画に印を付けた。長さとは幅はそれぞれ3.3メートルと3.3メートルである。



- d. 土壌は区画内の異なる5つの場所から収集した
- e. MR-Xを使用する前に、それらを混ぜ合わせて重量を約1kgにして詰め、土壌サンプルの印をつける。採取されたサンプルの採取日は2020年9月23日。
- f. 実験区画にMR-Xを流し込む：50 mlのMR-Xを5リットルの水で希釈した溶液を2020年9月23日に実験区画に散布。
- g. MR-Xを散布してから1週間後、土壌サンプルを以前と同じ量で再度収集した。これがMR-X使用後の土壌サンプルである。サンプルの採取日は2020年9月30日。



土壌改良実験を行った土壌は砂質粘土ロームである。実験前に栽培された作物は大豆であり、その際に化学肥料は適用されなかったが、50～60kgの割合の有機肥料が土地に施肥された。

検査機関で土壌サンプルのテスト結果は表に示す。

SN	説明	pH	窒素%	リン酸	カリウム	有機物%	EC (mS/cm)
1.	MR-X使用前の土壌サンプル	6.83	0.06	37.12	469.00	1.19	1.30
2.	MR-X使用後の土壌サンプル	6.82	0.05	35.62	455.60	1.05	1.40

表に示されているpHの結果は、MR-Xを使用する前と使用した後で大きな違いは認められない。土壌中の窒素の利用可能性は非常に低く、中程度のレベルのリン酸が土壌中に見られるが、カリウムの値が高い。土壌中の有機物含有量の結果に大きな違いはない。有機物の割合が低い。今後で、土壌改良の具体的な結果を得るために、より多くの実験を行う必要がある。

10. 考察:

実験は、パンチカール市の農家の畑と政府機関の農場で行われた。農民たちは、MR-Xとその作物生産の結果にとっても興奮していた。彼らは実験に注意を払い、ラブグリーンネパールの指導に従った。政府機関との連携は良好であり、実験の実施のために彼らの農地を提供し、支援してくれた。

政府によって課された時折の閉鎖（訳者注記：新型コロナウイルスの影響によるロックダウン）は、実験現場への訪問、農家への必要な指導、および適時の記録保持に影響を及ぼした。実験結果に影響を与えたいいくつかの要素を以下にリストで記す。

- ❖ 収集されたサンプルは、政府による閉鎖のため、研究所に適時に提出されなかった。
- ❖ 実の発達段階での継続的な雨が病気を発生させ、作物の収量を記録することができなかったものもあった。
- ❖ パンチカール市の土壌は酸性度が高く、有機物が少ないため、作物の成長、発達、栄養素の摂取、土壌動物の移動に影響を与えた可能性がある。
- ❖ 農業生産におけるMR-Xの有効性をテストするために、一般的なタイプの実験（MR-X使用と不使用の比較研究）を実施した。これは農民の畑レベルでの作物の収穫量に関連しており、他のパラメーター研究では、データレコード、サンプル収集、プロットの定期的な観察などにさらに注意を払う必要がある。来年には、現在の結果をさらに明確にするために集中的な実験が必要である。
- ❖ MR-Xが地方の農家の農業生産にどのように有益であるかとして、少なくとも3年間の実験結果が必要になる。
- ❖ 植物が害虫被害に遭ったときのMR-Xスプレーは、害虫をより活発にし、より多くの作物の被害をもたらす可能性があるということを学んだ。したがって、溶液の噴霧を決定する前に、作物を注意深く観察する必要がある。

ネパールのさまざまな農業生態学的ゾーンでネパール農業研究評議会（NARC）と協力して、科学実験プロトコルに従ってMR-Xのさらなるテストおよび評価をする必要があるとのアドバイスをパンチカール市スパイス開発センターの関係者からいただいている。このような実験により、ネパールのさまざまな農業気候帯にわたるMR-Xの適用性、受容性、および有効性が向上するに違いない。

参考文献:

1. 農業日誌2019年と2020年。農業省発行。
2. 土壌科学のハンドブック：特性とプロセス、第2版、2012年。

3. 農学の原則、SRレディ氏。
4. 統合農村開発プロジェクトに関するレポート、ラブグリーンネパール、2017年。
5. 有機農業の基礎知識、日本土壌協会、2015年