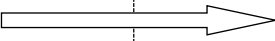
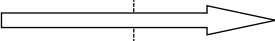


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	現場ニーズ対応型研究のうち子実とうもろこし(国産濃厚飼料)の安定多収生産技術の開発			担当開発官等名	畜産局飼料課 農林水産技術会議事務局研究企画課
				連携する行政部局	畜産局飼料課（飼料生産計画班）
研究期間	R 4～R 6（3年間）			総事業費（億円）	0.95億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		
					

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

子実とうもろこしを対象に、国内各地域において安定的に800kg/10a以上の収量を実現するための生産技術を開発するとともに、令和元年に作成された「子実用トウモロコシ 生産・利活用の手引き（第1版）（https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/130345.html）」（以下、既存の技術マニュアル）を全面改訂し、開発技術の迅速な普及を図る。

<課題1：耐病虫害性・耐湿性を持つ高能力品種の選定>

- ・雌穂収量の高い品種の育成（R4年度）。
- ・寒地、寒冷地、温暖地、暖地（※1）の各地において高能力品種を選定する（R4～6年度）。

<課題2：ICT技術等を活用した堆肥活用型の多収肥培管理技術の開発>

- ・化学肥料使用量30%削減の条件のもとで安定的に子実収量を確保する肥培管理技術およびUAV（※2）を用いた生育診断技術の開発（R4～6年度）。

<課題3：低コストで環境への負荷が少ない乾燥技術の開発>

- ・収穫した子実を通風乾燥させ、穀物乾燥機への投入前の一時的な保存を可能にするとともに、乾燥に必要な燃料消費量を削減する技術を開発（R4～6年度）。

<課題4：高品質・安定多収栽培技術の現地実証>

- ・課題1で選定する品種及び課題2で開発する肥培管理技術を用いた生産現場での実証試験を実施（R4～6年度）。

<課題5：堆肥の活用が温室効果ガス排出や炭素貯留に及ぼす影響の評価>

- ・本プロジェクトで開発した技術を導入して生産した子実の温室効果ガス（GHG）（※3）排出量や炭素収支（※4）を明らかにする（R4～6年度）

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

課題1では、雌穂収量の高い品種を1品種以上育成する。また、寒地、寒冷地、温暖地、暖地の各地において、子実収量が高く、耐病虫害・耐湿性の高い品種を選定する。なお、品種選定にあたっては、寒冷地、温暖地、暖地においては水稻との作業競合を避けるため、田植え前に播種する早播き（※5）を対象に2品種以上、田植え後に播種する遅播き（※5）を対象に1品種以上を選定する。

課題2では、堆肥の利用により化学肥料を30%以上削減した条件で、子実収量が安定して800kg/10a以上となる肥培管理技術及びUAVを用いた生育診断技術を開発する。

課題3では、子実を汎用穀物乾燥機だけで乾燥する場合よりも燃料の消費量を20%以上削減する。

課題4では、高品質な子実とうもろこしの800kg/10aの収量が得られる安定多収生産技術を2地区で実証する。

課題5では、堆肥を利用した国産子実とうもろこし生産は輸入とうもろこしに比べGHG排出を削減できることを明らかにする。

以上の課題で得られた成果を基に既存の技術マニュアルの全面改訂を行う。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標 (R12年)

本プロジェクトで開発した技術を基に既存の技術マニュアルの全面改訂を行う。改訂版マニュアルを活用した普及活動により、国内各地域で子実とうもろこしの安定多収生産が行えるようになり、作付面積の大幅な拡大が可能になる。令和12年度に作付面積3万haに導くことで、24万トンのとうもろこし子実の生産が達成され、約143億円の経済的効果が見込まれる。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

濃厚飼料の自給率を向上させるためには、配合飼料の約50%を占めながらほぼ全量を輸入に依存しているとうもろこし子実の国内生産拡大が不可欠である。国内においては、水田を生産基盤とした子実とうもろこし生産が展開しつつあるものの、病虫害・湿害等の各種生育阻害要因により収量が停滞していることから、対策技術を開発し、早急に普及させる必要がある。また「みどりの食料システム戦略」のもと、高い生産性と両立する持続的生産体系へ転換しつつ、子実とうもろこしの生産を行うためには、国内で生産される堆肥を積極的に活用し、化学肥料使用量の削減や炭素収支を改善していく必要がある。本プロジェクトでは病虫害・湿害等への耐性が高く、国内各地域で安定して多収が得られる品種の選定や、堆肥主体の肥培管理技術、低コストで環境負荷の少ない乾燥技術の開発などを行うとともに、子実とうもろこし生産に伴うGHG排出量や炭素収支を明らかにする。開発した成果は技術マニュアルで公開し、速やかに生産現場に普及させることで、輸入飼料への過度な依存から脱却した持続的な畜産物生産に寄与する。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①最終の到達目標に対する達成度

課題1では、寒地から暖地までの10試験地において、各6～32品種を供試し、有望品種候補を複数選定したことに加え、令和4年度には雌穂収量の高いとうもろこし品種「トレイヤ」を育成し、令和5年度に品種登録出願した。

課題2では、6試験地で試験を行い、化学肥料を30%以上削減した条件下でも目標収量が得られることを明らかにした。またUAVを用いた草高センシングによる生育診断に適した時期を検討したところ、絹糸抽出期1週間前であることを明らかにした。

課題3では、低温期での通風乾燥試験を実施し、子実水分の低下速度を明らかにするとともに、約1t規模の予備乾燥装置を試作した。なお、通風乾燥試験においては、加温により通風温度を一定とした条件で、子実水分の低下速度を調査する予定であった。しかし、外気温の影響が大きく、温度を一定にすることが困難であったため、通風温度は無加温とし、令和5年度は低温期（0～10℃）での子実含水率の低下速度を明らかにした。令和6年度は他の温度帯（10～20℃、20～30℃）の試験を実施する予定である。

課題4では、高能力品種等の導入および排水対策の徹底により1年目よりも10%以上増収することを確認した。現時点の収量は約700kg/10aと目標には到達していないものの、播種精度の向上を図るなど、必要な対策を明確にしておき、令和6年度には更なる収量増加が見込まれる。

課題5では、子実とうもろこし生産に伴うGHG排出量は、化学肥料のみ区>堆肥少量区>堆肥中量区>堆肥多量区の順に少なくなり、堆肥施用により、子実とうもろこし生産のGHG排出量を低減できることを確認した。

以上の通り、各課題はほぼ計画通り進捗している。なお、小課題3は若干の遅れがあるが、令和6年度は複数の温度帯で通風乾燥試験を行う計画であり、目標達成には影響がない見込みである。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

各課題は順調に進捗しており、最終年度に向け、以下の取組を行う。

課題1では、引き続き高能力品種の選定を実施し、複数年で安定して能力の高い品種を選定する。

課題2では、肥培管理試験を継続し、化学肥料を30%以上削減した条件下でも目標収量が安定して得ら

れること明らかにする。また、UAVを用いた生育診断技術の開発では、生育診断の精度を高めるとともに草高の評価から不足する窒素量を推定する方法の開発を行う。

課題3では、令和5年度に取得できなかった複数の温度帯で通風乾燥データを取得する。また、1地区で現地実証を行う。

課題4では、子実収量800kg/10aの達成に向け、高能力品種や肥培管理技術の導入、虫害対策、排水対策、播種精度の向上などに取り組み、2地区で実証試験を行う。

課題5では、各課題の成果を基に国産とうもろこし子実と、輸入品のGHG排出量を比較する。

また、これらの課題の成果を基にマニュアルを作成し、令和6年度末に公開することとしており、最終目標の達成は可能である。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性	ランク：A
---	--------------

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本プロジェクトでは北海道から九州まで各地域に対応した栽培技術等を開発しており、これらの研究成果は、国内各地域での研修会や普及活動に利用できるよう、既存の技術マニュアルを全面改訂する形で取りまとめる計画である。既存の技術マニュアルが発行された令和元年から4年までの子実とうもろこしの作付面積は年間約1.5倍の割合で増加しており、本プロジェクト研究の成果で改訂される新たな技術マニュアルを活用した普及活動等の展開により、今後も同様の増加率が継続すれば、令和12年度には約3万haの作付けが達成され、年間24万tのとうもろこし子実の生産が可能になり、約143億円の経済的効果が見込まれる（とうもろこし子実の収量は8t/ha、1kgあたりの価格59.8円として算出（飼料月報令和3年度、令和4年度の単体飼料用とうもろこし価格の平均値より））。以上からアウトカム目標は達成可能である。

②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

本プロジェクトでは研究開始段階から普及機関、生産者が課題に参加しており、実証試験を通じて生産者のニーズを的確に取り入れ、技術開発を進めている。また、作成する技術マニュアルは普及指導機関のみならず、生産者も利用できるように配慮したうえで、Webで公開し、広く成果の普及を図ることとしている。以上から、アウトカム目標の達成に向けた取組は妥当である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本プロジェクトで開発するUAVを用いた生育診断技術は、子実とうもろこしだけでなく青刈りとうもろこし等の他作物への応用が期待できる。また、堆肥施用に伴い確認された環境負荷軽減効果は、他の飼料作物の栽培にも応用できる可能性があり、GHG排出量の少ない持続的な飼料生産技術の開発への波及が期待できる。

4. 研究推進方法の妥当性	ランク：A
----------------------	--------------

①研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性

本プロジェクトでは目標の達成状況及び農薬等の登録状況の変化を計画に反映させている。課題1では令和4年度に雌穂収量の高いとうもろこし品種「トレイヤ」を育成し、1品種以上育成するとの目標を達成したことから、令和5年度以降は高能力品種の選定や水稻との作業競合の少ない品種の選定に集中して取り組んでいる。また、令和5年5月には飼料用とうもろこし（子実）を対象とした農薬（殺虫剤）の適用拡大が行われたことに対応し、目標収量800kg/10aに向けた現地実証試験では、虫害の少ない品種の利用に加え、新たに登録された薬剤を利用し、安定多収生産を目指すなど、研究計画について随時見直しを行っている。

②研究推進体制の妥当性

本プロジェクトは研究開始時点から普及機関、生産者が参画しており、実証試験を通じて生産現場での湿害・虫害や肥培管理等の技術的課題を的確に把握して試験計画に反映するとともに、各小課題で得られた研究成果を再び現地試験に活用するなど、研究成果の速やかな技術移転を常に意識した研究推進

体制を取っている。また、外部有識者及び関連行政部局で構成する運営委員会において、毎年度の進捗状況の報告及び計画の確認を行い、得られた助言についても計画に反映しており、研究推進体制は妥当である。

③研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

各課題ともほぼ計画通りに研究が進捗しており、見直しに対応した予算配分としている。今後は技術マニュアルの改訂に向け、水稲との作業競合が少なく国内各地域での子実とうもろこし生産に適した高能力品種の提示、堆肥を活用した多収肥培管理技術、低コスト乾燥技術等の実証を行う。また、得られた試験結果を基に、開発した技術を導入した国産とうもろこし子実のGHG排出量を明らかにする予定であり、目標達成に向け、適切に予算配分を行っている。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・飼料自給率の向上を図るためには子実とうもろこしの国内生産拡大が不可欠であり、本課題の必要性及び重要性は高い。
- ・北海道から九州まで各地域に対応できる技術を開発するとともに、マニュアルの全面改訂を予定しており、アウトカム目標の達成可能性は高い。
- ・輸入飼料への過度な依存から脱却した持続的な畜産物生産に寄与する成果が得られつつあると評価できる。
- ・育成者権の出願については高く評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・プロジェクト終了後、改訂マニュアルに基づく支援と普及がスムーズに実施されることを期待する。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型研究のうち子実用とうもろこし(国産濃厚飼料)の安定多収生産技術の開発

用語	用語の意味	※番号
寒地、寒冷地、温暖地、暖地	年平均気温を基にした地域区分で、年平均気温8℃以下が寒地、8～12℃が寒冷地、12～14℃が温暖地、14～16℃が暖地となる。北海道から九州地方までの大部分がこの範囲に入る。	1
UAV	Unmanned Aerial Vehicleの略。無人航空機の総称でドローンなども含まれる。	2
温室効果ガス (GHG)	主要な温室効果ガス (Green-house Gas、GHG) としては二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などがある。ガスの種類により、地球温暖化に与える影響が異なることから、通常は二酸化炭素に換算した値で示される。	3
炭素収支	GHGの排出量および蓄積量 (貯蔵量) の収支を示す。本プロジェクトでは農作業、肥料の施用、収穫物の輸送等に伴うGHG排出量と、作物によるGHGの吸収量や、堆肥施用に伴う農地への炭素貯蔵量などをもとに炭素収支を算出する。	4
早播き、遅播き	とうもろこしの播種時期を示す。早播きは3月半ばから4月にかけて種を播くもの、遅播きは5月末から6月に種を播くもの。一般的な田植えの時期は5月頃であり、早播きは田植え前、遅播きは田植え後に種を播くことを想定している。なお、早播きと遅播きとでは栽培期間中の気温や発生しやすい病虫害が異なるため、栽培に適した品種も異なる。	5

① 子実用とうもろこし（国産濃厚飼料）の安定多収生産技術の開発【継続】

- ▶ 水田を生産基盤とした子実用とうもろこし生産による地産地消の進展は、飼料自給率の向上とともに、**輸送に伴う温室効果ガス排出削減**にも貢献することが期待される。しかしながら、現状では**湿害や虫害などの各種生育阻害要因**による減収や品質低下が多発するなど、安定生産技術は確立されていない。
- ▶ 耐虫、耐病性を有する品種の選定、堆肥主体の栽培技術、低コスト乾燥技術等の開発、子実用とうもろこし生産が**温室効果ガスや炭素貯留など環境に与える影響**の調査等を通じ、**化学肥料と化学農薬使用量を低減した安定多収・高品質生産技術を実現**することで、みどりの食料システム戦略で目指す「高い生産性と両立する持続的生産体系への転換」に貢献する。

生産現場の課題

- ・ 転作水田での子実用とうもろこし栽培に取り組んだが、**湿害・虫害等**により収量と品質が安定しない。
- ・ 燃料を用いた子実の乾燥はコストが高い。温室効果ガス排出の要因にもなり環境への負荷が心配。



収量や品質不安定化の要因

湿害による雌穂の短小化（左）
虫害による雌穂の脱落（右）

生産現場の課題解決に資する研究内容

- ・ 耐病虫害性・耐湿性を兼ね備えた高収量品種の選定。
- ・ UAVを活用した生育モニタリング等に基づく栽培管理技術の高度化。
- ・ 低コストで環境への負荷が少ない乾燥技術の開発。
- ・ 化学肥料投入量を削減し、堆肥を主体とした栽培管理による高収量生産技術の開発。
- ・ 堆肥の活用が温室効果ガス排出や炭素貯留に及ぼす影響の評価。



高能力品種
の選定



UAVを用いた
栽培管理



堆肥主体の
栽培管理技術

生育阻害要因の
解決による
安定多収実現

化学肥料と化学農薬
使用量の低減

社会実装の進め方と
期待される効果

- ・ 子実収量800kg/10a以上を実現する安定多収生産技術のマニュアルを作成し、公設の指導組織等と連携して全国への普及を図る。

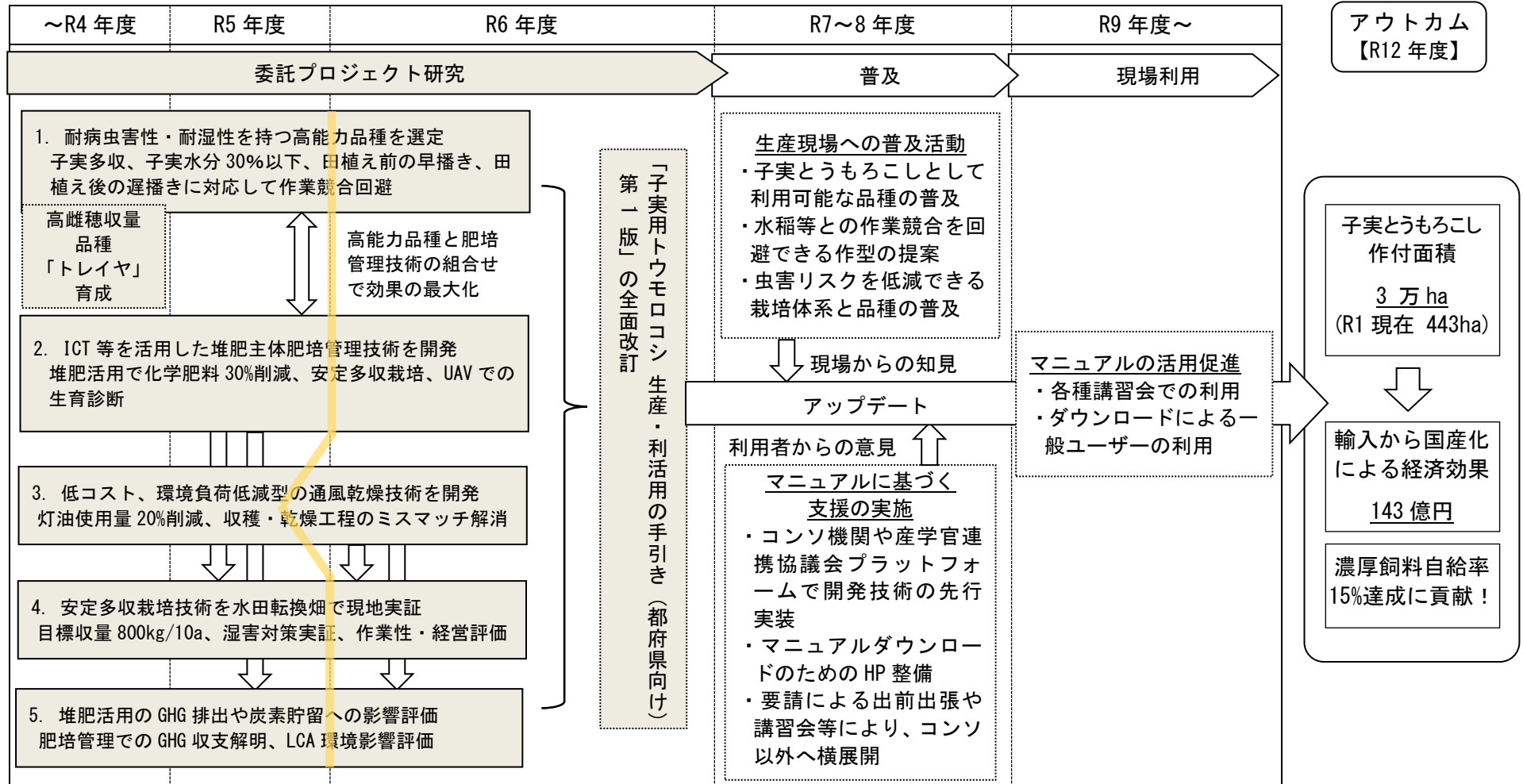
- ・ 化学肥料と化学農薬の使用量を低減し、気候変動リスクに対応した**持続可能な生産**の実現。
- ・ **輸入飼料への過度な依存から脱却**し、飼料輸入に伴う温室効果ガスの排出が低減される。



自給率向上と
環境に配慮した
持続性の両立

【ロードマップ（終了時評価段階）】

子実とうもろこし（国産濃厚飼料）の安定多収生産技術の開発



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） 子実とうもろこし（国産濃厚飼料）の安定多収生産技術の開発

研究概要

目標：収量800kg/10a(水分15%換算)の実現と技術マニュアルの作成

国産濃厚飼料としての子実とうもろこしの安定生産のため、高能力品種の開発・選定や、家畜ふん堆肥を利用して化学肥料の使用量を低減した安定多収・高品質生産技術を開発し、高い生産性と両立する持続的生産体系を確立する。

高能力品種の開発・選定



品種登録出願
第36881号

開発した高雌穂収量品種「トレイヤ」

北海道での早晩性は“早生の晩”で、初期生育に優れ、乾雌穂重割合が高く、すす紋病抵抗性に優れる（R4年度育成、R5年度品種登録出願）

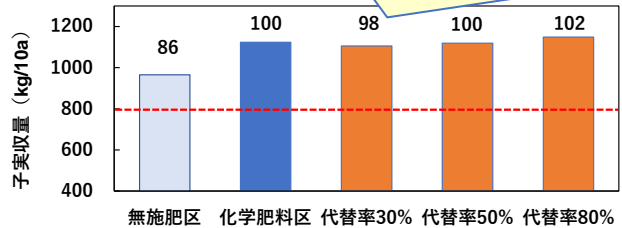
子実とうもろこし品種選定試験

	試験地数	供試品種数(延べ)	品種選定目標数	品種選定の着眼点
早播き	6	108	各地域 2品種以上	・収量が多い ・登熟後の水分が下がりやすい ・倒伏や病気に強い ・カビ発生や虫の被害が少ない
遅播き	4	29	各地域 1品種以上	

早播き：4月播種、遅播き：田植え後または麦収穫後播種

堆肥活用型多収肥培管理技術の開発

- ・化学肥料施肥量の30%以上を家畜ふん堆肥で代替しても、収量は低下せず**目標の800kg/10aを確保可能**
- ・家畜ふん堆肥を施用しても雑草量は増加しなかった



家畜ふん堆肥を利用した場合の子実収量

(試験圃場で実施した坪刈り調査の5機関2年間の平均。図中の数値は化学肥料区を100として各区の収量を指数化したもの)

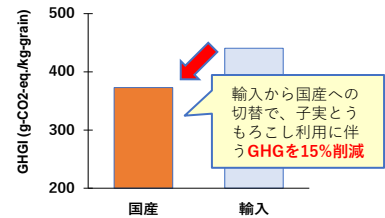
堆肥活用型 安定多収栽培技術の現地実証と経営・環境影響評価

- ・50haの水田経営で10haに子実とうもろこしを作付けた関東(暖地)での調査事例
- ・農業機械等の減価償却費は、耐用年数を7年、水稻や大豆と作付け面積で按分して計上
- ・生産費には乾燥機の減価償却費や燃料代などの乾燥コストも含まれる
- ・助成金は考慮していない

現地実証試験での子実とうもろこしの収量と生産費

栽培管理方法		従来体系	目標とする体系	
			R5現状	R6目標
条件	品種の早晩性	極早生 化学肥料 大型	早生	同左
	肥料の種類		堆肥主体	
	収穫機の規模		中型	
収量(kg/10a)		531	699	800
(円/10a)		86,014	80,863	80,959
生産費 (円/kg)		162	116	101

高能力品種の導入や家畜ふん堆肥主体の肥培管理および湿害対策の徹底により子実収量は**約700kg/10a**に到達。生産物1kgあたりの生産費を**46円削減**



子実とうもろこし1kgあたりの温室効果ガス(GHG)排出量の暫定値

「国産」は本プロジェクトの堆肥併用(代替率30%)の平均値、「輸入」は文献値、子実とうもろこしの収量は800kg/10aとした場合

<今後の技術普及の方針>

気候区分(寒地、寒冷地、温暖地、暖地)や栽培条件(子実生産に適した高能力品種の選定、他作物との作業競合を避ける品種の提案、家畜ふん堆肥の利用等)に応じた**農業指導者や生産者向けの技術マニュアルに取りまとめてWeb上で公開**する。

<アウトカム目標>

マニュアル等を活用した普及活動や各種施策の相乗効果により、令和元年度に443haであった作付けが令和12年度には30,000haに拡大され、年間24万トンのとうもろこし子実の生産が可能になり、約143億円の経済的効果が見込まれる。