

畜産振興事業事後評価票

事業名	自給飼料増産のための品種・技術活用促進事業（とうもろこしすす紋病抵抗性遺伝子確定事業）
事業実施主体	一般社団法人 日本草地畜産種子協会
事業実施期間	平成 26 年度 ～ 平成 28 年度
<p>【事業概要】</p> <p>飼料用とうもろこしにおいて、すす紋病は東北や北海道の寒冷地における重要病害であるが、近年関東以西の作期の多様化により、全国的な重要病害となっており、抵抗性品種の速やかな育成・判別が求められている。</p> <p>本事業は、すす紋病抵抗性遺伝子 <i>Ht1</i> を 100%判別できる DNA マーカーを開発し、このマーカーを用いて、既存品種あるいは育種材料等についてすす紋病抵抗性遺伝子の有無を判別することにより、国内品種及び海外導入品種の選抜の効率化や、我が国とうもろこしの優良品種の開発・普及の迅速化に寄与することを目的とする。</p>	
<p>【視点別評価】</p> <p>〔必要性〕 5：非常に高い 4：高い 3：やや高い 2：やや低い 1：低い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性・緊急性 <p>世界的な穀物需給から見て、配合飼料価格のかつてのような水準への値下がりは見込めない状況下において、配合飼料代替性の高いとうもろこしの、より一層の増反・増収が極めて重要な課題となっている。本事業は、病害中で最大の減収要因であるすす紋病に対する抵抗性品種の選定・育成・普及の加速に寄与する技術開発を行うことで飼料需給率の向上を目指すものであり、畜産振興事業としての必要性・緊急性は高かった。</p> ・ 国の施策との関連 <p>自給飼料増産は、我が国畜産振興施策の重要課題である。本事業は、抵抗性遺伝子の判別技術の確立により高栄養・高反収作物であるとうもろこし栽培において、すす紋病抵抗性品種の早期育成や選定・普及によりその一層の多収化と作付け拡大に貢献する本事業は、国の施策を補完する事業として位置づけられる。</p> ・ 新規性・先導性 <p>すす紋病抵抗性主働遺伝子の全塩基配列情報に基づく高精度マーカーは未開発であったところ、本事業において、すす紋病抵抗性品種の育種・選定の効率化を図るため、すす紋病抵抗性遺伝子 <i>Ht1</i> の有無を 100%判別できるマーカーの開発を行った。この開発により、我が国が保有する自殖系統等の育種母材や民間が導入・販売している多数の F1 品種について抵抗性遺伝子保有の有無を迅速に判定することを可能とするものである。これらのことから、本事業は新規性・先導性を有している。</p> 	

〔効率性〕 5：非常に高い 4：高い **3：やや高い** 2：やや低い 1：低い

・投入した資源の妥当性

適正な予算執行を図りつつ、中間成果目標を達成して、当初計画通りに事業を実施できたことから、投入資源の規模・内容等は妥当であった。

・事業計画・実施体制の妥当性

本事業では、外部の有識者からなる、「推進検討委員会」において、各年度の事業計画について適宜アドバイスを受けるとともに、各年度の進捗状況を中間成果指標と対照しながら事業を実施することにより、当初計画通りの成果を達成できたことから、事業計画・実施体制ともに妥当であった。

〔有効性〕 5：非常に高い 4：高い **3：やや高い** 2：やや低い 1：低い

・事業の達成度

抵抗性遺伝子と羅病性対立遺伝子の塩基配列の違いにより、すす紋病抵抗性遺伝子 *Ht1* の有無を 100%判別できるマーカーを作成するとともに、開発したマーカーを用いてすす紋病抵抗性検査を実施する組織数が 2ヶ所となるなど、当初目標どおりの事業成果を得た。

・事業成果の普及性・波及性

開発したマーカーを利用したすす紋病抵抗性遺伝子検査事業の確立に向けて、検査規定の制定準備を進めており、今後ホームページ等を通じて情報提供を行うこととしている。また、種苗会社から検査の要望が寄せられるなど、本事業の成果については、普及性・波及性があるものと判断される。

【総合評価】 S：当初目標を大きく上回り、非常に高い成果を上げた

A：当初目標を達成し、高い成果をあげた

B：当初目標をほぼ達成し、成果をあげた

C：当初目標の一部は達成できなかったが、一定の成果が認められた

D：当初目標の達成は不十分であり、成果をあげたとは言い難い

近年、飼料用とうもろこしの重要病害であるすす紋病が全国的な問題となっているところ、本事業において、すす紋病抵抗性遺伝子の有無を 100%判別できる 1 マーカーを開発した。これを用いて、品種あるいは育種材料等についてすす紋病抵抗性遺伝子の有無を判別することにより、国内育種及び海外からの導入品種選抜を効率化し、我が国のとうもろこし優良品種の開発・普及の迅速化による飼料自給率の向上に資することが期待できる。

《外部専門家等の意見》

本事業を遂行していく上で設置した「とうもろこしすす紋病抵抗性遺伝子確定事業推進委員会」の委員からは、成果等について次のような意見があった。

・とうもろこしすす紋病は、飼料用とうもろこしの重要病害であり、近年、特に日本の酪農が盛んである北海道東部地域及び東北を中心に増加しているのみならず、作期の多様化に伴い、全国的な重要病害となってきている。本病害による被害が甚大になることが多々あり、極端な収量及びサイレージ品質の低下に直接つなが

っているため、本病害に対する抵抗性遺伝子を特定し、抵抗性品種の早期育成を進める土台を作ることが不可欠であったため、本事業の必要性和緊急性は高かったと思量する。

また、国は収量性及び栄養価の点から飼料用とうもろこしの生産利用を推進しているため、本事業は国の施策に同調する研究課題内容でもあった。

- ・当初設定した目標を達成しているため、事業計画は概ね問題なく、外部の意見等も反映させて計画を実施しており、研究実施体制も問題なく、当初の目標である遺伝子を確定したことから、事業成果に対する研究費は概ね妥当であった。

- ・最終年度の目標は *Ht1* 遺伝子の塩基配列を特定し、作成したマーカーにより当該遺伝子を保有するとうもろこし系統を効率的に判別することであったが、当該領域中の 57 k b までの絞り込みに成功し、その中で抵抗性遺伝子として特徴的な配列を持つ 1 遺伝子を特定している。この遺伝子は特異的な 6 塩基欠失等を持ち、これを利用した PCR マーカーの作出に成功している。これに伴い *Ht1* 検査規定も策定し、要望に応じて当該遺伝子の有無を検定する体制を整えたことの意義は大きかった。

抵抗性遺伝子と羅病性の塩基配列の違いによる遺伝子保有の有無を判定できるマーカーを開発したことにより達成目標はクリアしており、高い成果を上げた判断する。この技術を用いた新品種開発の有効性は高いと考えられる。ひいては、国産自給飼料の安定供給に資するものである。

- ・本研究において、開発中の材料が抵抗性遺伝子を持っているかどうかの判定を事前に検定できたことは、品種開発の効率化につながるとともに、圃場抵抗性材料にこの遺伝子を挿入することによって抵抗性を強固なものにできる可能性が高くなる。継続して他の抵抗性遺伝子についても確定することを希望する。

- ・今後、安定したすす紋病抵抗性を持つ品種の開発においては、PCR マーカーを用いた効率的な育種素材のスクリーニングと抵抗性遺伝子の積み上げが必要不可欠であり、本事業で利用可能になった主働抵抗性遺伝子 *Ht1* の判別マーカーを利用したスクリーニングの進展と素材開発が進むこと、および *Ht1* 以外の主働抵抗性遺伝子の積み上げも早急に進める中で、強度抵抗性品種の開発のためのツールを整備されることを期待する。

- ・開発したマーカーを利用したすす紋病抵抗性遺伝子検査事業の確立はこれからであり、その内容や価格等による部分が大きいと想定されるが、重要病害の 1 つでありニーズはあると思われるので、一定程度以上の普及が期待できる。

- ・得られた配列およびプライマーの特許登録に関しては今後の検討を要する。また、論文等のデータ発表についても、一定の方向性を示す必要がある。

- ・残された問題点として典型的な抵抗性病斑を示さずに主働抵抗性遺伝子と推察されている系統の抵抗性遺伝子の有無の問題や *Ht1* 以外の遺伝子についての対応があり、それについては今後期待したい。

《評価委員会の意見》

高栄養・高収量作物のとうもろこしの作付け拡大に伴い、従来は冷涼地に限定されていたすす紋病が全国的に発生しており、すす紋病抵抗性品種・系統の速やかな育成・判別技術が求められている。

本事業では、病害中で最大の減収要因となるすす紋病に対する抵抗性品種の選定・育成・普及に寄与するため、すす紋病抵抗性遺伝子 *Ht1* の有無を確実に判別できる高

精度 DNA マーカーの開発を目的とした。多様な材料を用いた接種試験及び DNA マーカー解析により、病害抵抗性遺伝子に共通する特徴をもつ 1 個の遺伝子を見出すことで、すす紋病抵抗性遺伝子 *Ht1* の有無を 100% 判別できるマーカーを目標通り開発した。これにより、これまで 3~4 年を要した抵抗性遺伝子保有の有無のスクリーニングが 10 日程度に短縮できることとなり、本事業の成果は、すす紋病抵抗性品種の速やかな開発に資するものとして評価できる。

引き続き、すす紋病抵抗性を持つとうもろこしの育種や普及を進めるとともに、この遺伝子特定の過程で得られた知見を活用して、*Ht1* 以外の抵抗性遺伝子についても研究開発が進むことを期待する。また、本事業の成果を広く官民の育種関係者に普及させるために、知的所有権を確保したうえで速やかな公表を期待する。

畜産振興事業事後評価票

事業名	自給飼料増産のための品種・技術活用促進事業（高栄養牧草環境耐性品種開発・利用体系確立事業）
事業実施主体	一般社団法人 日本草地畜産種子協会
事業実施期間	平成 26 年度 ～ 平成 28 年度
<p>【事業概要】</p> <p>我が国畜産経営においては、国産飼料の増産を進めることが重要な課題となっている。牧草の中でもライグラス類は嗜好性や栄養価に優れているが、イタリアンライグラスについては、いもち病抵抗性品種の育成、ペレニアルライグラスは厳寒地域でも越冬可能な品種が求められている。</p> <p>本事業は、耐病性や越冬性を強化したライグラス類の新品種を育成し、普及を図ることにより、我が国畜産の主産地である北海道と九州において、既存品種では実現できなかった作付・利用体系を可能にし、反収向上と作付け拡大による飼料自給率向上に資することを目的とする。</p>	
<p>【視点別評価】</p> <p>〔必要性〕 5：非常に高い 4：高い 3：やや高い 2：やや低い 1：低い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性・緊急性 <p>輸入飼料に過度に依存した畜産から国産飼料の利用に基づく畜産への転換には、様々な取り組みによる飼料増産が必要であり、特に、新品種育成による反収向上や作付け拡大が有効な対策である。本事業は、牧草類で最も高栄養なライグラス類について、最大の酪農地帯である北海道東部および府県で最大の作付け面積を有する九州に適応できる新品種を開発し、普及定着を促進することで飼料需給率の向上を目指すものであり、畜産振興事業としての必要性和緊急性は高かった。</p> ・ 国の施策との関連 <p>飼料自給率向上は国の基本施策であり、自給飼料増産は、我が国畜産振興施策の重要課題である。越冬性や耐病性の強化を図った新品種を育成・普及することにより反収向上と作付け拡大による飼料増産に寄与する本事業は、国の施策を補完する事業として位置づけられる。</p> ・ 新規性・先導性 <p>イタリアンライグラスについては、既往のゲノム解析事業等で得られた当協会独自の育種技術と素材を活用して、これまで育成されてこなかった九州地域に適応するイタリアンライグラスの高度いもち病抵抗性品種の育成を行った。</p> <p>また、ペレニアルライグラスについては、公的機関および民間がこれまで取り組まなかった北海道東部地域に適応するペレニアルライグラス高越冬品種育成に対する選抜拠点を新規確保して育成を行った。</p> <p>加えて、両者の現地実証試験による早期普及の取り組みは、新規性・先導性を有している。</p> 	

〔効率性〕 5：非常に高い 4：高い 3：やや高い 2：やや低い 1：低い

・投入した資源の妥当性

事業の実施段階で、小項目レベルでメリハリをつけた執行を行いつつ可能な限り全体所要経費の削減を図ることにより、当初予定よりも少ない経費で予定通りの成果を上げたことから、投入資源の規模・内容等は妥当であった。

・事業計画・実施体制の妥当性

本事業では、当初の推進委員会において、最終成果指標、中間成果指標および直接指標に照らした全体計画の妥当性を検討するとともに、毎年度の推進委員会において進捗状況に応じて提案された意見を踏まえつつ事業を進めることにより、当初計画通りの成果を達成できたことから、事業計画・実施体制ともに妥当であった。

〔有効性〕 5：非常に高い 4：高い 3：やや高い 2：やや低い 1：低い

・事業の達成度

イタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも各1品種の品種登録出願を行うとともに、それぞれ、より高い耐病性・越冬性を有する後続系統を育成したことにより、当初目標通りの事業成果を得た。出願品種の海外増殖による流通種子生産も進み、民間への売り渡しも成約していることから、最終目標達成についても一定の目処が得られている。

・事業成果の普及性・波及性

品種登録出願された2品種は、九州および北海道東部地域において、それぞれの地域における反収向上や作付け拡大のために、従来品種にない特性を有するものであり、民間への売り渡しも成約していることから、耐病性や越冬性を強化したライグラス類の新品種を育成する本事業の成果については、普及性・波及性があるものと判断される。

【総合評価】 S：当初目標を大きく上回り、非常に高い成果を上げた

A：当初目標を達成し、高い成果をあげた

B：当初目標をほぼ達成し、成果をあげた

C：当初目標の一部は達成できなかったが、一定の成果が認められた

D：当初目標の達成は不十分であり、成果をあげたとは言い難い

牧草類で最も高栄養なライグラス類について、最大の酪農地帯である北海道東部および府県で最大の作付け面積を有する九州に適応できる新品種を開発し、登録出願を行うとともに、それぞれ、より高い耐病性・越冬性を有する後続系統を育成した。これらの成果を通じて、我が国畜産経営における反収向上と作付け拡大による食料自給率向上に資することが期待できる。

《外部専門家等の意見》

本事業を遂行していく上で設置した「高栄養牧草環境耐性品種開発・利用体系確立事業推進委員会」の委員からは、成果等について次のような意見があった。

・高栄養な国産飼料の安定確保は、我が国の畜産経営の安定・強化には不可欠であるが、そのためには、病害や環境ストレス等に耐性を示す高栄養で安定多収な牧草品種の開発とその利用技術の確立は重要課題である。本事業により、九州・西南暖

地で問題となっている、いもち病に高度抵抗性を示すイタリアンライグラス品種「はやまき 18」および北海道東部地域でも越冬できる道東向けのペレニアルライグラス品種「道東 1 号」を育成できたことは評価でき、普及性は高いと思われる。しかし、イタリアンライグラス品種「はやまき 18」の早播きでの利用は、農家にとっては新たな利用体系となるので、利用方法の確立やその情報の農家への周知などの研究・活動が今後も必要だと考えられる。また、ペレニアルライグラス「道東 1 号」は、道による優良品種認定試験で、越冬 1 年目の結果しか出ていないので、今後の試験結果が重要になるとと思われる。

- ・新規で育成したイタリアンライグラス系統については、はやまき 18 とは異なり、主働遺伝子による抵抗性であるため、今後重要となると考えられるフェストロリウムや永年性ライグラスへのいもち病抵抗性遺伝子を付与する母材としての波及効果も期待できる。一方、いもち病が発生しない状況では収量性が劣っているようなので、その改良や対応が必要になる可能性がある。

- ・現在育成しているペレニアルライグラスの新規系統には、道東 1 号よりも越冬性が優れる系統があるようなので、これらの品種の育成により、道東地域でのペレニアルライグラスの普及促進が期待できる。

- ・北海道東部地域の中でも根釧地域は特に寒害の厳しい地域で、「道東 1 号」だけの単播ではリスクが依然高いことから、既存草地への追播による利用体系が適当であると考え、その実証事例を積み重ねていくことにより、当該地域の酪農家が切望しているペレニアルライグラス草地が広がっていくものと期待する。

- ・新品種の優良な特性を PR するデータをさらに取得し、農家への新品種普及を検討してほしい。たとえば、実証展示、パンフレット配布、農家への説明会、さらにはツイッター、フェイスブック等 SNS 利用などの取り組みは、新品種の普及につながっていく。

- ・育種事業では、一般には選別の継続が、さらなる遺伝改良につながる。本事業のなかで、今後新品種育成に期待できる新しい育種系統も育成されてきており、育種を継続することが、優良品種育成には大切である。

《評価委員会の意見》

我が国酪農及び肉用牛経営の安定のためには飼料自給率の向上が重要な課題であり、その一つとして、牧草の中でも嗜好性や栄養価の高いライグラス類の普及拡大を進める必要がある。

本事業では、西南暖地で栽培される最も重要な牧草であるイタリアンライグラスについて、早期播種の障害になっているいもち病に対する抵抗性品種を育成し、また、北海道東部でも課題となっている越冬可能なペレニアルライグラスの品種を育成することを目的とした。イタリアンライグラスは、いもち病抵抗性品種の「はやまき 18」、ペレニアルライグラスは高越冬性を有する「道東 1 号」を育成するとともに、その登録出願を行い、目標通りの成果を上げている。これらの開発品種の種子は、すでに民間への売り渡しが成約するなど、それぞれの品種の西南暖地及び道東地域での普及が期待される。

今後とも、優れた品種の育成や更なる普及には多くの検証や改善が必要であり、生産現場における品種の選択は経営形態や規模など様々な要因によって変化することを念頭に、現地における広範な実証試験を継続し、信頼性の高いデータを集積することを期待する。

畜産振興事業事後評価票

事業名	新たな指標細菌による畜産物汚染検出法開発事業
事業実施主体	国立大学法人東京大学 大学院農学生命科学研究科
事業実施期間	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度
<p>【事業概要】</p> <p>畜産物を原因とする食中毒は、現在でも発生が相次いでおり、畜産物の安全性に対する消費者の不安は収まることがない。</p> <p>本事業は、細菌性食中毒の発生を防止し、安全な食肉を提供するため、農場から小売までのフードチェーンに共通して利用できる新たな指標細菌を設定し、フードチェーンの各段階での指標細菌による汚染度と、同時に存在する細菌叢の動態をメタゲノム解析により明らかにして、両者を組み合わせることにより、それらの汚染を一貫して解明できる検査手法を開発することで、農場での損耗回避に貢献し、畜産物の安全性確保の向上を実現することを目的とする。</p>	
<p>【視点別評価】</p> <p>〔必要性〕 5：非常に高い 4：高い 3：やや高い 2：やや低い 1：低い</p> <ul style="list-style-type: none">・ 必要性・緊急性 畜産物の食中毒等の病原体による汚染については、農場からと畜場、流通過程、小売店までのフードチェーンにおいて、それぞれモニタリングが実施されているが、完全に汚染を防止することは難しい。これは、農場から市場までの過程で、低い頻度で存在する病原体を 100%検出する技術が欠如していることに起因する。本事業は、生産農場から小売段階までの各段階における共通した指標細菌を設定し、それによる汚染源及び汚染ルートの迅速な同定法開発を実施するものであり、畜産振興事業としての必要性・緊急性は高かった。・ 国の施策との関連 農林水産省及び厚生労働省においても、農業の持続的な発展に関する施策として、畜産・酪農の国内生産基盤を維持・拡大することが喫緊の課題であるとしている。本事業は、フードチェーンにおける汚染を一貫して解明できる検査手法を開発することで、農場での損耗回避に貢献し、同時に畜産物の安全性の確保・向上を実現するものであり、国の施策を補完する事業として位置づけられる。・ 新規性・先導性 特定の病原体の高感度な検出法とその場に存在する細菌叢全体の動態を組み合わせ、感染や汚染が起きる場所、タイミング、ルートなどを明らかにする手法はこれまでにないものであることから、本事業は新規性・先導性を有している。	

〔効率性〕 5：非常に高い 4：高い **3：やや高い** 2：やや低い 1：低い

・投入した資源の妥当性

計画通りの事業費で、農場やフードチェーンへの現地訪問を少ない人数で多くの回数を実施するとともに、遺伝子の塩基配列決定作業についても、同時に処理する試料数を増やすなどして、当初予定以上の試料に対する解析を実施しており、投入資源の規模・内容等は妥当であった。

・事業計画・実施体制の妥当性

本事業では、外部の有識者からなる、「事業推進委員会」における指摘を踏まえ、収集試料数やメタゲノム解析件数を大幅に増やすなど効率よく事業を実施するとともに、当初計画通りの成果を達成できたことから、事業計画・実施体制ともに妥当であった。

〔有効性〕 5：非常に高い **4：高い** 3：やや高い 2：やや低い 1：低い

・事業の達成度

農場やフードチェーン各工程における試料収集や、qPCRによる菌数推定等について当初計画以上の活動を実施した。また、市販豚肉を汚染している細菌が豚の唾液由来である可能性を示すなど、高い事業成果を得た。

・事業成果の普及性・波及性

事業の全容の詳細をまとめた冊子の作成と畜産関係各所や教育機関への配布、ホームページ上での情報提供を行った。新たな指標細菌の提言までには至っていないが、本事業で得られた成果をもとに更に調査を進めていけば、新たな指標細菌として認知されることが期待され、本事業の成果については、普及性・波及性があるものと判断される。

【総合評価】 S：当初目標を大きく上回り、非常に高い成果を上げた

A：当初目標を達成し、高い成果をあげた

B：当初目標をほぼ達成し、成果をあげた

C：当初目標の一部は達成できなかったが、一定の成果が認められた

D：当初目標の達成は不十分であり、成果をあげたとは言い難い

豚の唾液、農場環境、フードチェーンの各工程（と畜から小売）から合計 1,653 検体の試料を収集し、これら全てについて遺伝子検査による豚レンサ球菌の検出と定量検査を実施した。さらに、これらのうち、豚レンサ球菌陽性及び陰性検体合計 127 検体について、16S メタゲノム解析と情報処理を行うとともに、4 検体については、全ゲノムのメタ配列決定と情報処理を実施した。その結果、豚肉への汚染について、豚レンサ球菌を指標細菌として利用することの可能性を示すとともに、市販豚肉の汚染が豚だ液または豚内臓肉を汚染源とする可能性があることを示す成果を得た。今後、本研究を継続することで、農場から食肉流通工程での共通の汚染検出手法の開発が期待できる。

《外部専門家等の意見》

本事業を遂行していく上で設置した「新たな指標細菌による畜産物汚染検出法開発事業推進委員会」の委員からは、成果等について次のような意見があった。

- ・ 現行の検査では、食肉に付着する総生菌数や大腸菌群の生菌数がフードチェーンでの衛生状態の指標として用いられているが、本事業では豚の口腔・消化器等に特異的に常在するレンサ球菌に注目し、その生態を明らかにすることによって上記指標菌に代わる新たな指標菌とする画期的な取り組みである。今後は同様の取り組みが他の食肉動物、牛肉や鶏肉等について行われ、確実な食肉の衛生管理・迅速な汚染経路の特定等に繋げられることを期待する。
- ・ 本事業では、1. フードチェーンからの細菌検出・分離、2. 各試料の細菌群集構造解析、および3. メタゲノム解析による遺伝子構造解析の3課題の結果を統合することで、①豚肉フードチェーンにおける新規指標細菌 (*S. suis*) の提案、②新規指標細菌の汚染ルートの推定、の大きく2つの成果を挙げている。これらは、各課題が独立して研究されては達成できず、相互依存的に研究を進めることで初めて達成できるものである。事業計画の立案のみならず、研究遂行における研究代表者によるリーダーシップを高く評価できる。また、これらの研究は本分野において全く新しい試みであるとともに、得られた成果は、我が国の生産現場を含めたフードチェーンにおける細菌汚染の検出および汚染リスク軽減に対して、大きく貢献するものと考えられる。今後、本事業で得られた成果を基盤として、汚染ルートの特定、汚染モニタリング手法の開発、さらには、汚染低減対策など、本研究のさらなる発展が大いに期待できる。
- ・ 短期間に4箇所の農場を含む目標数を上回る試料を収集し、検出限界に配慮したqPCR解析・アンプリコン解析・メタゲノム解析を実施し、汚染ルートと指標菌の系統的なデータを得たことは評価できる。さらに、唾液が豚連鎖球菌 (*S. suis*) の常在菌である可能性を見出し、*S. suis* 自身が指標菌になり得る発見は特質に値する。本研究成果は、今後 *S. suis* 以外の指標菌も含めて畜産物による食中毒の防止に資することを確信している。
- ・ 本研究で、*S. suis* が豚の糞便でなく唾液中に多く見出され、唾液が肉加工品への *S. suis* の交差汚染源になりうる可能性が示唆され、さらに *S. suis* が肉加工品の汚染状況を示す指標菌になり得る可能性が示された。これらの新知見は、畜産食品の衛生管理を行っていく上で有益な情報が提供されたことになる。一方、いくつかの課題も明らかとなったので、今後引き続き本研究が継続され、*S. suis* が信頼できる肉製品汚染の指標菌として確立されれば、安全な畜産食品を提供する上で多大な貢献となる。

《評価委員会の意見》

畜産物の安全性に対する消費者の関心が高い中、安全な食肉を消費者に提供するためには、生産農場から小売店までのフードチェーンにおける病原体による汚染の動態を解明し、食中毒菌等による汚染リスクを低減する衛生管理手法の開発が求められている。

本事業では、汚染の指標となる細菌を設定し、フードチェーンの各段階での指標細菌による汚染度と、細菌叢の動態を qPCR 解析やメタゲノム解析で明らかにして、そ

これらの結果を統合することにより、微生物叢全細菌の種類の確認やリスク評価に役立つ新たな検査手法の開発を目的とした。農場、食肉処理場、加工施設、店舗というフードチェーンの各工程における細菌叢の構成菌群の組成を明らかにし、汚染の新たな指標候補として豚レンサ球菌の動態を検索した結果、豚レンサ球菌が内臓肉等の畜産副生物に加え、豚の唾液中に多く見出されること、また生肉への汚染は食肉加工場及び小売店の段階で内臓肉等を介して起こると推定されることなどの知見を得た。また、サンプル収集数については目標値を大きく上回るなど、高い成果を上げている。大腸菌に代わる新しい指標細菌の提言までには至っていないが、その発想と先導性、得られた成果とその応用可能性は、食肉流通工程でのリスク管理に有益な知見として高く評価できる。

今後は、本事業で得られた成果をもとに、より精度と信頼性の高い汚染検出手法を開発し、汚染経路を明らかにすることで、適切な汚染低減対策が構築され、畜産物の安全性の確保・向上につながることを期待する。

畜産振興事業事後評価票

事業名	地域特性を生かした牛ゲノム選抜手法確立事業
事業実施主体	公益社団法人 畜産技術協会
事業実施期間	平成 26 年度 ～ 平成 28 年度
【事業概要】 <p>農畜産物の国際競争が激しくなる中で、我が国固有の資源である和牛の「強み」を活かすには、遺伝子情報を活用することにより和牛の能力評価の高精度化を図ることが重要である。</p> <p>本事業は、和牛の高密度の SNP 情報から遺伝的多様性を確保しつつ、地域特性に有用な産肉性等の遺伝能力を評価するゲノム育種価手法を確立し、地域または組織における種雄牛の選抜に活用することで、新たな和牛ブランドイメージの明確化に資することを目的とする。</p>	
【視点別評価】 <p>[必要性] 5 : 非常に高い 4 : 高い 3 : やや高い 2 : やや低い 1 : 低い</p> <ul style="list-style-type: none">・ 必要性・緊急性<p>乳牛ではすでに実用化されているゲノム育種価評価法について、和牛においてはまだ未開発であり、和牛の産肉性に関して育種改良を加速するには、SNP 情報を用いたゲノム育種価評価手法の適用が必須である。これまで和牛の SNP 型を調査したところ、地域毎に分集団化の特色が見られた。したがって、SNP 情報を持つ基礎集団（レファレンス集団）を地域ごとに構成すれば、地域特性を発揮する次世代の種雄牛の能力をゲノム選抜で正確に確定できることが期待される。本事業は、SNP 情報を活用したゲノム選抜手法の確立を目指すものであり、畜産振興事業としての必要性・緊急性は高かった。</p>・ 国の施策との関連<p>国は「家畜改良増殖目標」において、生産コストの低減に必要な育種改良を進める施策を掲げており、牛のゲノム育種価評価法の確立により和牛の改良を加速する本事業は、国の施策を補完する事業として位置づけられる。</p>・ 新規性・先導性<p>従来の家畜の遺伝的能力評価法である BLUP 法による種畜の能力評価には長い時間と高いコストの後代検定が必要であり、後代検定により評価されるまで種畜は正確性の低い期待値としての能力評価値しか持たない。それに対して SNP 情報を利用したゲノム育種価評価法は、DNA を検査すれば直ちに固体の能力評価が可能になるという、革新的な技術である。乳牛ではすでに実用化されているゲノム育種価評価が和牛においても実用化されれば、産肉性の能力評価時期が早まり改良速度の向上が期待されることから、本事業は新規性・先導性を有している。</p>	

〔効率性〕 5：非常に高い 4：高い **3：やや高い** 2：やや低い 1：低い

・投入した資源の妥当性

事業の実施段階において、可能な限り所要経費の節減合理化を図り、ほぼ当初計画通りの事業費で、予定通りの成果を上げたことから、投入資源の規模・内容等は妥当であった。

・事業計画・実施体制の妥当性

本事業では、県の畜産試験場等、関係機関から計画的にサンプル提供を受け、SNPデータ収集、枝肉成績データ収集等を行うことで効率的に事業を遂行できたことなどから、事業計画・実施体制ともに妥当であった。

〔有効性〕 5：非常に高い **4：高い** 3：やや高い 2：やや低い 1：低い

・事業の達成度

ゲノム育種価評価法として GBLUP 法、ベイズ法等を検討して得られた産肉性のゲノム育種価は BLUP 法による従来の育種価と高い相関を示した。基礎集団（レファレンス集団）及び検証集団（種雄牛）のサンプル収集数については目標値を上回るなど、高い事業成果を得た。

・事業成果の普及性・波及性

ゲノム育種価評価情報を種雄牛選抜時の参考情報として取り入れる機関がすでに鳥取県、北海道を含む 6ヶ所あり、本事業の中間成果指標を達成するとともに、同様の取り組みが他機関でも計画されていることから、地域特性を活かした和牛選抜手法としての本事業の成果については、普及性・波及性があるものと判断される。

【総合評価】 S：当初目標を大きく上回り、非常に高い成果を上げた

A：当初目標を達成し、高い成果をあげた

B：当初目標をほぼ達成し、成果をあげた

C：当初目標の一部は達成できなかったが、一定の成果が認められた

D：当初目標の達成は不十分であり、成果をあげたとは言い難い

目標値を上回るサンプル及びデータを収集し、分析手法を検討することで得られたゲノム育種価は、BLUP 法による従来の育種価と高い相関を示したことから、本事業で用いた手法は実用性があると判断される。すでにゲノム育種価評価値情報を種雄牛選抜時の参考情報として用いる機関もあり、地域または組織における種雄牛の選抜への活用が期待できる。

《外部専門家等の意見》

本事業を遂行していく上で設置した「牛ゲノム選抜手法検討委員会」の委員からは、成果等について次のような意見があった。

短期間で高い成果をあげたことを高く評価したい。

実用性が高いと期待される手法が開発されたのだから、実際の現場で使用するための広い議論が必要。手法の開発だけで終わればセクショナリズムに陥る恐れがある。

和牛生産を取り巻く状況を鑑み、産肉性にとどまらず、飼料利用性等の形質にも応用されることを期待したい。

《評価委員会の意見》

肉質など他の品種にはない優れた経済形質を持つ和牛の国際競争力を一層高めるため、固有品種としての遺伝的多様性を維持しつつ、産肉性や肉質等について一層の改良と生産体制を強化することが求められている。乳牛で確立されているゲノム育種価評価法が和牛でも確立されれば、種雄牛の遺伝的能力がより迅速に推定でき、肉質等の改良速度の向上が期待される。

本事業では、和牛の高密度の SNP 情報から遺伝的多様性の確保を図り、地域特性に有用な産肉性等の遺伝能力を評価するゲノム育種価手法を確立し、地域または改良組織における種雄牛の選抜に活用することを目的とした。主要和牛産地 6 地域から得た肥育牛と種雄牛の高密度 SNP データを解析した結果、GBLUP 法、ベイズ法等を検討して得られた脂肪交雑や枝肉歩留まり等についてのゲノム育種価は、BLUP 法による従来の育種価と高い相関を示し、地域特性を生かした選抜が可能であることが示された。また、SNP 情報の地域特性に配慮した選抜と組み合わせることで遺伝的多様性の確保に役立つなどの高い成果を上げており、すでに 6 地域でゲノム選抜への活用が始まるなど、地域または改良組織における種雄牛選抜への活用が期待できる。

今後は、繁殖性や飼料利用性など、生産の効率化に関する形質についてもデータを集積・解析することでゲノム育種価評価法が普及し、国内の和牛生産基盤が一層強化されることを期待する。

畜産振興事業事後評価票

事業名	ゲノム情報活用育種改良推進事業（豚改良へのゲノム情報の活用高度化事業）
事業実施主体	公益社団法人 農林水産・食品産業技術振興協会
事業実施期間	平成 27 年度 ～ 平成 28 年度
<p>【事業概要】</p> <p>輸入豚肉との価格競争や国際的な飼料価格高騰などによって悪化している国内養豚産業の収益性を上げるためには、多様な消費者ニーズにあった豚肉の高付加価値化が必要であり、輸入豚肉との差別化に繋がる肉質の改良に早急に対応する必要がある。</p> <p>本事業は、消費者ニーズに合う高付加価値を備えた豚肉生産のために、筋肉内脂肪割合などの肉質関連形質に関する多型情報を膨大な既存ゲノム情報から選別し、形質データを保有する複数の豚品種内集団において DNA 多型と肉質などの形質との関連を解析することで、国内飼養豚の肉質改良に有効な DNA マーカーセットの提供を目指すことを目的とする。</p>	
<p>【視点別評価】</p> <p>〔必要性〕 5：非常に高い 4：高い 3：やや高い 2：やや低い 1：低い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要性・緊急性 <p>国内養豚産業の収益性を上げるためには、消費者ニーズにあった高付加価値を付けることが必要であり、輸入豚肉との差別化に繋がる筋肉内脂肪割合の改良を早急に進める必要がある。本事業は、筋肉内脂肪割合の育種改良に資する DNA マーカーを開発することで、輸入豚肉との差別化に繋がる筋肉内脂肪割合の改良を目指すものであり、畜産振興事業としての必要性・緊急性は高かった。</p> ・ 国の施策との関連 <p>現行の「家畜改良増殖目標」ならびに「平成 32 年の家畜能力、体型、頭数に関する家畜及び鶏の改良増殖目標」において、産肉性として「交配用の雄として主に利用されるデュロック種について、ロース芯筋肉内脂肪含量を増加させる方向で改良を進めるものとする。」とされている。</p> <p>本事業は、肉質関連の形質の改良に有効な DNA マーカーセットを提供することにより、国産豚肉の筋肉内脂肪割合増加のための育種改良の加速化の実現を目指すものであり、国の施策を補完する事業として位置づけられる。</p> ・ 新規性・先導性 <p>筋肉内脂肪割合を改良形質とした研究は国内でこれまでも行われてきたが、閉鎖群育種において筋肉内脂肪割合が増加した系統豚の作出に成功しているのみで、それらのマーカーの他集団での有効性は不明なままであった。</p> <p>本事業においては、複数集団を用いて DNA マーカーと筋肉内脂肪割合等の肉質形質の相関関係を解析し、複数の集団において脂肪交雑割合を増加させる共通の SNP（一塩基変異）を開発し、マーカーセットを 1、構築した。これらのことから、本事業は新規性・先導性を有している。</p> 	

〔効率性〕 5：非常に高い 4：高い **3：やや高い** 2：やや低い 1：低い

・投入した資源の妥当性

事業の実施段階において可能な限り所要経費の節減・合理化を図り、ほぼ当初計画通りの事業費で予定通りの成果を上げたことから、投入資源の規模・内容等は妥当であった。

・事業計画・実施体制の妥当性

本事業では、外部の有識者からなる、「推進検討委員会」において、年度当初に事業達成目標や研究の推進方向等について検討・指摘を受けるとともに、各年度の進捗状況を説明し、目標達成までの推進方策を検討しながら事業を推進することで、当初計画通りの成果を達成できたことから、事業計画・実施体制ともに妥当であった。

〔有効性〕 5：非常に高い 4：高い **3：やや高い** 2：やや低い 1：低い

・事業の達成度

データベース上の量的形質遺伝子座（QTL）情報により明らかな豚の筋肉内脂肪割合の改良効果が期待される領域を中心に、脂肪交雑や保水性などの肉質に関連する形質値を持つ複数の国内飼養豚集団でジェノタイプピングと関連解析を行い、肉質改善に効果的な SNP を開発しマーカーセットを1、構築するなど、当初目標通りの事業成果を得た。

・事業成果の普及性・波及性

研究成果は、農林水産省農林水産技術会議主催のシンポジウムで紹介するとともに、学術論文等での公表や、ウェブでの公開も予定している。また、開発した SNP 系の利用によって脂肪交雑の改善が期待できることから、本事業の成果については、普及性・波及性があるものと判断される。

【総合評価】 S：当初目標を大きく上回り、非常に高い成果を上げた

A：当初目標を達成し、高い成果をあげた

B：当初目標をほぼ達成し、成果をあげた

C：当初目標の一部は達成できなかったが、一定の成果が認められた

D：当初目標の達成は不十分であり、成果をあげたとは言い難い

複数の豚集団を用いて、ゲノム配列と肉質の関連を解析して、豚改良に有効な遺伝子変異を見つけ出し、実際の豚改良の加速化に貢献できる技術の開発を目指して、国内の豚3集団482頭のDNAを解析し、脂肪交雑割合の改善に貢献できるDNAマーカーを開発し、実際の養豚に利用できるようセット化した。これらの成果を通じて、国内飼料豚の肉質改善に資することが期待できる。

《外部専門家等の意見》

本事業を遂行していく上で設置した「豚ゲノム情報活用高度化推進検討委員会」の委員からは、成果等について次のような意見があった。

計画通りの進捗状況で、予想通りの成果が得られたことから、推進検討委員からは、自己評価結果はBで妥当とされた。また、保水性や脂肪交雑などについて

は筋収縮に重要な遺伝子、リアノジン受容体 (RyR) などが関係している可能性もあるが、今回の成果のように改良効果が小さくても遺伝子の小さい効果を積み上げることにより、保水性や肉質が改良されていくことが重要である旨の指摘があった。

《評価委員会の意見》

農業分野の市場開放が進展する中で、我が国養豚産業の収益性向上のためには、生産コストの削減とともに輸入豚肉との差別化を図ることが重要である。現在、国産豚肉の大半は、ハム・ソーセージ等の加工用ではなく、家庭で調理するテーブルミートとして利用されており、消費者ニーズにあった高品質な豚肉を低コストで生産する努力が求められている。

本事業は、近年、世界中で進展するゲノム情報を活用した育種手法の有用性に着目し、国内飼養豚の肉質改良に有効な DNA マーカーの開発により筋肉内脂肪割合や保水性の高い国内豚の改良を加速させることを目的とした。肉質に強く影響するデュロック種の 3 集団を用いてゲノム配列と肉質の関連を解析することにより、筋肉内脂肪割合の増加寄与率が高い 3 つの SNP を見出し、一つのマーカーセットとして利用可能にするなど、目標通りの成果を上げている。また、研究成果が広く国内養豚関係者の間で共有されるよう、民間育種企業も参加したシンポジウムで紹介されている点も評価できる。

本事業の目標とした筋肉内脂肪割合の増加は、本マーカー利用により理論的に可能であることが示されたが、実用化のためには、更に解析可能なデータを増やす必要がある。また、マーカーとしての利用には至らなかった保水性については、測定法の精度を高め、信頼性の高いデータを集積することを期待する。