

評価資料

【中間評価】

1. 低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定生産技術の開発……………
2. 粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発……………
3. 地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響の評価と高度対策技術の開発……………
4. 安全で信頼性、機能性が高い食品・農産物供給のための評価・管理技術の開発……
5. 土壌微生物の解明による土壌生物性の解析技術の開発……………
6. 遺伝子組換え生物の産業利用における安全性確保総合研究……………

【事後評価】

1. 牛海綿状脳症（BSE）及び人獣共通感染症の制圧のための技術開発……………
2. 安全・安心な畜産物生産技術の開発……………
3. 農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発……………
4. 地球規模水循環変動が食料生産に及ぼす影響の評価と対策シナリオの策定……………
5. 有用遺伝子活用のためのイネゲノム研究・ゲノム育種による効率的品種育成技術の開発……………

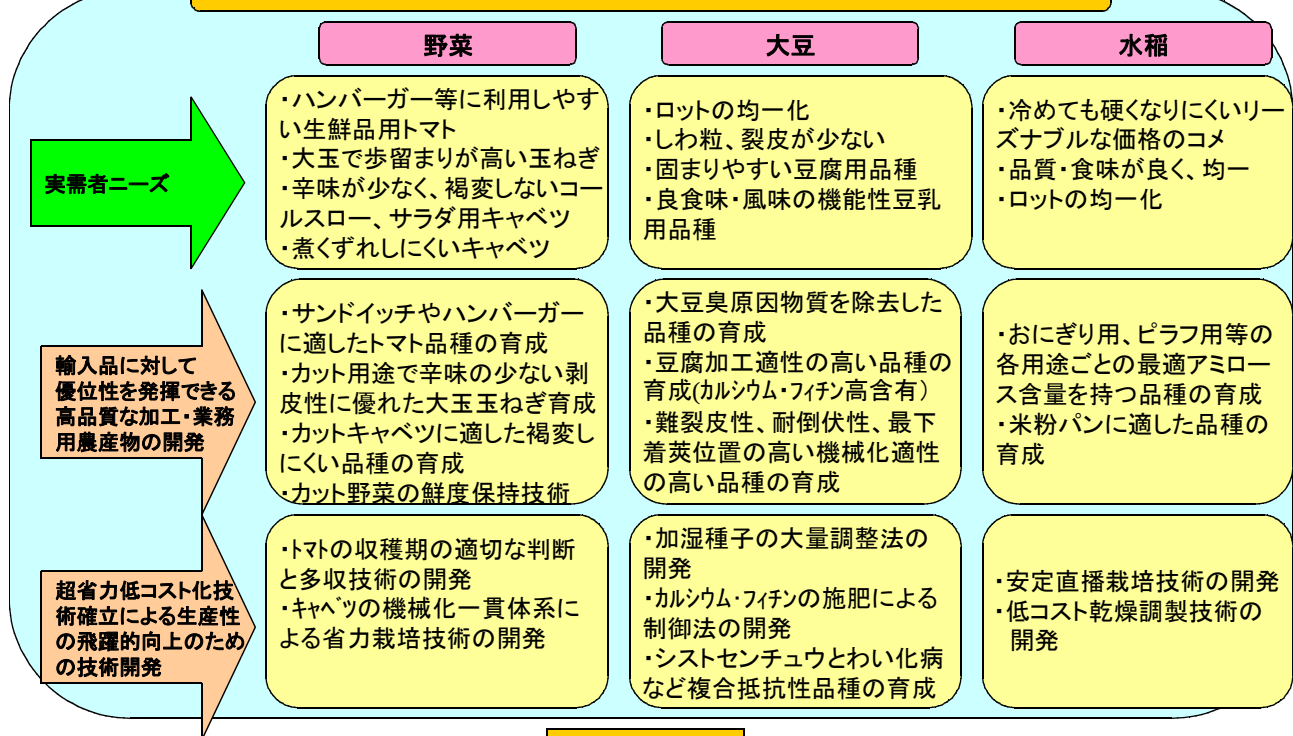
プロジェクト研究推進体制

(低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局
事業担当課長 研究開発課長
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官
引地 和明
中谷 誠
2. プロジェクト研究運営委員等（技会事務局以外）
 - (1) 外部専門家
(有) 菊水堂代表取締役
日本豆腐協会専務理事
キューピー株式会社生産本部野菜原料購買担当部長
(社) 日本べんとう振興協会専務理事
(財) 外食産業総合調査研究センター主任研究員
全国精麦工業協同組合連合会食糧部事業課長
岩井 菊之
木嶋 弘倫
佐渡 純一
野老 正明
堀田 宗徳
馬木 紳次
 - (2) 関係行政部局
大臣官房企画評価課技術調整室長
総合食料局食品産業振興課長
総合食料局食糧部消費流通課流通加工対策室長
生産局農産振興課長
生産局生産技術課長
生産局野菜課流通加工対策室長
生産局特産振興課長
3. 研究実施体制
プロジェクトリーダー
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下「農研機構」）
野菜茶業研究所 企画管理部長
望月 龍也
チームリーダー
①農研機構野菜茶業研究所研究管理監
②農研機構作物研究所研究管理監
③農研機構九州沖縄農業研究センター研究管理監
④農研機構作物研究所研究管理監
⑤農研機構中央農業研究センター研究管理監
小島 昭夫
荒木 均
杉本 明
岡本 正弘
増渕 隆一

低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発

低コストで質の良い農産物の実需者ニーズと研究目標



加工・業務用農産物の安定生産技術の確立

大課題 1	低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発 1系 野菜		
チームリーダー氏名 所属・役職	小島昭夫 農研機構野菜茶業研究所・研究管理監		
研究費	181百万円	実施期間	平成18年度～平成22年度
共同研究機関	18公設試験場、8大学（9実施課題）、民間3社、計29機関（30実施課題）：道立北見農試、道立花・野菜技セ、群馬県農技セ、茨城県農総セ、埼玉県農総研セ、千葉県農総研セ、神奈川県農技セ、長野県野菜花き試、愛知県農総試、富山県農技セ、石川県農総研セ、大阪府環境農水総研、兵庫県立農水技総セ、香川県農試、高知県農技セ、山口県農総技セ、熊本県農研セ、鹿児島県農開総セ、東北大、宮城教育大、千葉大、お茶の水女子大、新潟医療福祉大、東海大、近畿大、広島大、カネコ種苗（株）、（株）ニシザワ、三菱電機冷熱プラント（株）		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 （1）加工・業務需要向け品種及び生産・流通技術の開発 ①野菜 加工業務用需要が大きい主要野菜品目を対象に、加工・業務用に適する品種、低コスト安定供給のための栽培技術、輸入野菜との差別化を可能とする品質評価方法や鮮度保持技術を開発する。 【研究目標の説明】 ①高品質 a) 野菜のおいしさを客観的に評価するための食感測定法やおいしさ評価指標を開発するとともに、b) 良食味・高硬度のキュウリ品種、c) カットフルーツに適するメロン品種、d) 4～5月どりできる寒玉系キャベツ品種、e) たくあん漬け等で色むらの出ないダイコン品種等を育成する。また、f) 高品質で安全な果実やカット野菜等を実需者へ供給するための貯蔵・輸送・鮮度保持等の高度な技術を開発する。 ②低コスト a) 単為結果性種なしナス品種、b) 短節間性かつ加工適性に優れるカボチャ品種、c) 早太りで作期が短縮でき、湿害も受けにくい短葉性（短葉鞘性）ネギ品種等を育成するとともに、①で育成される品種も含め、育成品種等を活用したd) 省力安定多収生産技術を開発する。また、e) 加工用ハウレンソウ収穫機等を開発する。			
2. 研究目標の達成度等 目標の達成度については、全体として、目標達成に向けて順調に成果をあげている。主な中間成果は以下のとおり。 ①高品質 a) 音響学的手法による食感計測器がほぼ完成し、特許化を予定している。また、トマトのジューシーさやキャベツ食感の機器測定法等を開発した。 b) 高硬度の「きゅうり中間母本農4号」を育成、中間母本登録した。 c) カットフルーツに適するメロン品種育成について、順調にF3世代を選抜した。 d) 5月中旬から収穫可能な寒玉系キャベツ試交系統を育成し、適応性等を評価中である。 e) たくあんの黄色の原因物質である4MTB-GSLを欠失したダイコン系統を見出した。たく			

あん漬けだけでなくおろし加工でも経時褐変しにくいことを発見し、この系統を用いたダイコン加工品製造法について近く特許出願予定である。

- f) 果実の冷温高湿貯蔵用に、オゾンレスランプを用いた光電効果で負極性ラジカルを発生させる制菌装置を開発し、H20年度に特許出願予定である。

②低コスト

- a) 促成栽培の全労働時間の約3割を削減できる単為結果性ナスF1品種「あのみり」を育成、命名登録した。
- b) 省力形質の短節間カボチャF1品種「TC2A」を育成、品種登録出願した。
- c) 短葉性で良食味ネギ試交系統を育成した。H20年度より系適試験等を開始する。
- d) 施設の養液栽培トマトについて、施肥量を6割削減できる量的管理法や、換気窓開放時にも炭酸ガスを施用できる制御ロジック、低コスト自律分散型超多機能補光制御装置等を開発した。また、カボチャ栽培において、省力整枝により整枝作業時間を3割削減し、一斉収穫により収穫作業時間を6割削減する技術を開発した。さらに、寒玉系キャベツの中晩生品種8～9月まきと中早生品種10月まきの作型の組合せおよび既存品種の選定により、4～5月どり技術を開発した。
- e) 加工向けハウレンソウ専用の収穫機を開発し、特許を2件出願した。

今後の達成可能性については、H22年度終了時までには所期の目標を概ね達成できる見通しであり、一部の成果については前倒しで現場普及に移行できる。

終了時までに見込まれる主な成果は以下のとおり。

①高品質

- a) キャベツやキュウリの食感指標を開発できる。官能評価値との対応付けを行い、加工・業務用野菜に求められる食味・食感の客観的評価法をキャベツやキュウリ等数品目で開発できる。
- b) 「きゅうり中間母本農4号」に良食味素材を交雑した改良系統を用い、試交系統の系適試験（イネ等の奨決試験のステージに相当）1年目の結果が得られる。イボ無し性を付加した改良系統については、系適試験に供試すべき試交系統を選抜できる。
- c) カットフルーツに適するメロン品種育成については、担当県の現地適応性検定（独法育成イネ等の奨決試験のステージに相当）1年目の結果が得られる。
- d) 5月中旬から収穫可能な寒玉系キャベツ試交系統は品種登録出願できる。
- e) 4MTB-GSL欠失系統を用いたダイコン加工品製造法を開発できる。
- f) 光電効果による制菌装置を用いた果実やキャベツの冷温高湿貯蔵技術を開発できる。
また、キャベツおよびキュウリの一次加工から流通までの衛生管理・品質保持に最適な方式を提示できる。

②低コスト

- a) 「あのみり」に種なし性を付加した改良試交系統が選抜され、系適試験1年目の結果が得られる。
- b) 「TC2A」の収量性および加工用品質を高めた改良試交系統が選抜され、系適試験1年目の結果が得られる。
- c) 短葉性で良食味のネギ試交系統を品種登録出願できる。なお、これらナス、カボチャおよびネギの品種育成は、目標①にも対応している。
- d) 施設の養液栽培トマトについて、肥料の量的管理技術、根域温度制御栽培技術、窓解放時炭酸ガス施用技術等を組み合わせた低コスト安定生産システムを開発できる。また、寒玉系キャベツの4～5月どり安定多収生産技術を確立できる。
- e) 加工用ハウレンソウ収穫機の実用機を開発できる。生産現場への普及を開始できる。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

中間評価における指摘事項にしたがって実施課題や推進体制の見直しを行う。詳細は以下のとおりである。

- ・「加工用軟弱野菜一斉収穫機の開発」についてはプロトタイプ機械がほぼできたため、今後、産地への試作機導入、試運転、改良等をH20年度実施の上、終了させる。
- ・「高能率キャベツ収穫システムの開発」については「緊プロ要素技術開発」へ移行させるため中止。
- ・平成22年度までに加工・業務用野菜の生産技術に貢献できそうでない8課題は、中間評価に従って中止とする。H19年度限り。
- ・短葉性ネギの育種・栽培に関する3課題については、H21年度「実用技術開発事業」等へ応募させることとし、H20年度末で終了とする。
- ・上記以外の40課題はH21年度以降も基本的には継続とし、着実な研究推進を図る。ただし、育種関係課題を除き、当初計画では原則としてH20年度末までの3年間で要素技術開発としての成果をまとめる予定である。3年間の達成度見込みに基づき、残り2年の継続の可否を再検討するとともに、継続の場合は経営評価や実用化等の研究に集中し、効果的な進行管理を図る構想である。そのような課題については、H20年秋までにH21-22年度の2カ年の研究計画を提出させ、内容を系内で検討・調整した後、運営委員会に諮ることとしたい。
- ・「加工・業務用ダイコンの品質向上のための内部褐変症対策技術の開発」については、栽培技術による褐変化の軽減が利用困難であるため育種に重点化する。
- ・また、実需者ニーズが高まっているパプリカの低コスト安定生産技術2課題を新規課題として実施させる。
- ・なお、北海道産カボチャの長期貯蔵技術開発については北海道あけぼの食品(株)との新たな連携による実施を検討することとし、新規課題は立てない。

大課題 2	低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定生産技術の開発 2系大豆		
推進主査 所属・役職	荒木 均 農研機構作物研究所研究管理監		
研究費	252百万円	実施期間	平成18年度～平成22年度
共同研究機関	北海道立中央農業試験場、北海道立十勝農業試験場、宮城県古川農業試験場、富山県農業技術センター、長野県中信農業試験場、北海道大学、岩手大学、山口大学、山口県立大学、近畿大学、朝日食品工業（株）、大塚食品（株）		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 （1）加工・業務需要向け品種及び生産・流通技術の開発 ②大豆 【研究目標の説明】 ①豆腐加工適性や風味成分の向上等に向けた高品質大豆品種の開発、②安定供給に向けて湿害等の栽培環境の変動に影響されにくい栽培方法の開発を行う。			
2. 研究目標の達成度等 全体として研究目標の達成に向けて研究が順調に進んでいる。一部の課題では、計画以上に進捗しており、目標達成が早まっている。一部、研究の進捗が遅れている課題があるが、多くは今後の研究による目標達成が期待できる。 ①豆腐加工適性や風味成分の向上等に向けた高品質大豆品種の開発 ・豆腐の加工適性については、11S蛋白質サブユニット群Ⅰが豆腐破断強度に及ぼす影響が高いこと、蛋白サブユニット構成と最適凝固剤濃度との関係、凝固反応性とオイルボディの挙動との関係、等が解明された。 ・豆腐の風味成分について、磨砕条件の制御でマルトール等サポニン系由来風味をコントロールできる可能性が示された。 ・機能性研究では、水への溶解度を高めた糖転移型イソフラボンの開発、有機溶媒を使わないプロアントシアニジンの抽出法の開発とそれを用いた飲料の試作等が達成され、高αトコフェロールを制御する主導遺伝子の同定、高ルテインの遺伝解析が進んだ。 ・アレルギー研究では、新規アレルギー候補物質Betv1（Glym4）が見出され、シラカバ・ハンノキ花粉抗原との関連、抗体開発等の研究が進んだ。また、主要アレルギーの一つβコングリシニンのαサブユニットを欠失した新品種「なごみまる」が品種登録された。 ・機械化適性多収品種の育成では、少分枝や無限伸育型の系統育成が進み、育成系統が顕著な多収を示すことが確認された。 ②安定供給に向けて湿害等の栽培環境の変動に影響されにくい栽培方法の開発 ・高位安定生産システム開発の研究では、温暖地では地下灌漑システムの地下水位制御によって2～3割増収することが実証された。また、耕耘同時畦立て播種技術の改良版として、平高畦の密植播種技術が開発され、雑草抑制と増収効果が確認された。小明渠浅耕栽培は慣行栽培より効果的な灌水が可能であることが認められた。連作畑での減収に関わる化学成分や堆肥施用効果、寒地における根粒の着生不良の要因や接種法に関する研究が進捗した。			

・出芽の安定化研究では、出芽時の湿害軽減に有効な調湿種子の処理装置のプロトタイプが完成し、大量処理の目処がついた。また、有芯部分耕播種栽培の有効性、覆土前鎮圧播種機を用いた狭畦栽培の作業能率、収量性、雑草防除法等が明らかにされた。帰化雑草の被害実態が明らかにされ、大豆連作圃場で大発生が多いことが確認された。

・病害防除研究では、茎疫病の生育期散布剤で数種の効果の高い剤が明らかにされた。また、ダイズリゾクトニア根腐れ病に有効な種子処理剤が明らかにされた。無防除栽培が可能なレベルのダイズわい化病および国内主要レースすべてに抵抗性を示すダイズシストセンチュウ抵抗性を集積した中間母本系統を選抜した。また、褐斑粒抵抗性の系統育成、褐斑粒の原因となるラッカセイわい化ウィルスに対する抵抗性の遺伝様式の解明、ダイズシストセンチュウ抵抗性レース検定法などの研究が進捗した。虫害では、ホソヘリカメムシによる青立ちは子実肥大期（生育ステージR5）の10日間に5匹以上の加害を受ける発生することが明らかにされた。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

・研究課題については、ユニット単位で廃止の指摘を受けた①「土壤中の水分・窒素制御を基本とした新たなダイズの高位安定生産システムの開発」及び②「出芽の安定化と雑草制御による低コスト安定生産技術の安定生産技術の開発」については、ユニットを廃止し、一部課題をFOEASでの栽培マニュアル作成のために20年度完了の課題として実施、調湿種子の製造に関する課題を調湿種子の殺菌剤粉衣処理による出芽安定化技術開発の課題に変更して実施する。

・廃止候補（個別・卒業）として指摘を受けた「蛋白質組成改変による高品質豆乳用品種の育成」については、「なごみまる」の育成が低アレルゲン化の1歩の前進に過ぎず、大豆におけるアレルゲン低減化研究の重要性が大きいことから、を継続実施する。

・廃止候補課題（個別：進捗に問題あり又は課題の必要性を再検討）として指摘を受けた9課題中、大豆の健康機能性に関する3課題、出芽安定化技術に関する1課題を中止する。

・その他コメントあり課題とされた9課題中、「ダイズわい化病とシストセンチュウに高度抵抗性と豆腐加工適性をもつ中間母本の早期育成」は、目的の中間母本が育成されたため完了とする。また、「豆腐の風味向上技術の開発」は、他の豆腐のおいしさ研究課題との連携を強化して継続する。

・進行管理については、ユニット会議や現地研究会、研究フォーラム等を開催して問題の所在やニーズを把握、自覚し、研究の効率的な推進を図る。

大課題 3	低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発 3系（畑作物）		
チームリーダー氏名 所属・役職	杉本 明（独）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 研究管理監		
研究費	252百万円	実施期間	平成18年度～平成22年度
共同研究機関	栃木県農試栃木分場、長野県農試、福岡農総試、長崎総農試愛野馬鈴薯支場、鹿児島農業開発総合センター大隅支場、同徳之島支場、鹿児島農産物加工センター、沖縄農研センター、カルビーポテトKK		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

（1）加工・業務需要向け品種及び生産・流通技術の開発

③畑作物

【研究目標の説明】

①バレイショの周年供給態勢を確立するため、貯蔵性・チップ加工適性が高い北海道向け品種、暖地春作用品種を育成する。また、周年供給の早期実用化に向け、長期貯蔵の基礎条件を解明して北海道産の長期貯蔵法を開発するとともに、暖地の春作用適品種を選定して栽培法を確立し、加工適性を評価する。

②カンショでは、焼酎原料用カンショの安定供給に必要な焼酎醸造適性の高い品種の育成、苗生産の低コスト化に必要な機械開発と省力的育苗・採苗システム開発、さらに、焼酎工場の操業期間延長、高品質原料の低コスト安定供給に必要な簡易貯蔵技術確立を行う。

③さとうきびでは、原料供給の安定に必要な夏植型秋収穫栽培技術の確立に向け、低肥沃土壌地域での適応性が高く12月上旬からの収穫が可能な品種、および、10月、11月の収穫が可能な品種を育成し、栽培技術を開発するとともに、梢頭部の飼料化に必要な機械収穫技術を開発する。

④大麦では、ポリフェノール含量の低減などによる加熱後褐変が少ない精麦用（食用）、胚乳成分の改良によりでん粉含量が高い焼酎用、子実粗タンパク含量が10～11%に安定し麦芽適性が高いビール用等について、加工適性が高く、収量が1割程度高い大麦・はだか麦の品種を開発する。そのため、雲形病抵抗性系統、低褐変の裸麦系統、耐寒雪性六条皮麦系統、高位安定品質ビール大麦系統、醸造用雨害耐性系統等を開発すると共に、硬軟質性、炊飯麦臭等に関する育種技術開発する。さらに、安定生産が可能な寒地向け自殖性そば品種開発に向けて有望な素材を開発する。

2. 研究目標の達成度等

各作物共に品種育成の課題は順調で、19年度までに一部の地域や利用法に向けた新品种が誕生し、中心部隊としての有望系統の開発も順調に進んでいる。育種技術、栽培技術、貯蔵法開発も順調である。一部課題に遅れが見られるが次年度には回復する見込みである。

①バレイショ

北海道向けに長期貯蔵性に優れる有望系統「勝系18, 23, 24号」、暖地春作用に「長系132号」を選抜した。品種育成は順調である。貯蔵法改善では現場での適用が可能な成果も得られつつある。暖地春作用の既存品種を対象とした栽培法改善、加工適性評価も順調である。研究期間中での目標達成はほぼ確実である。

②カンショ

醸造適性の高い「ときまさり」を育成し、宮崎県の焼酎メーカーが商品化した。より広い地域を対象とした品種の育成に向け、有望系統「九州153号」等を選抜した。省力・低コストな育苗・採苗システム確立に向けた機械開発、作業性能の解明も順調である。簡易貯蔵技術の確立について、装置の導入が遅れたが、設置後の簡易貯蔵庫に散水・換気システム等を導入することで貯蔵に適した庫内の温湿度維持が概ね可能になった。収穫時期が異なるものの貯蔵性の違いや定温貯蔵と簡易貯蔵でのものの呼吸量の変化も明らかにできた。プロジェクト研究期間中での目標達成はほぼ確実である。

③さとうきび

沖縄本島南部地域向けで11月収穫が可能な「NiN24」、南・北大東島地域向けで12月収穫が可能な「Ni26」を育成した。さらに、種子島地域向け11月収穫用に「KY96T-547」、沖縄県下の低収地域における早期収穫用に「RK96-6049」、「RK97-7020」、奄美地域での早期収穫用に「KN00-114」等の有望系統を選定した。10月収穫用有望系統も選抜した。梢頭部回収機を夏植え型栽培で実用化する際の問題点が解明され今後の改良の見通しが立った。プロジェクト研究期間中での目標達成はほぼ確実である。

④大麦等

雲形病抵抗性系統「北陸皮43号」「北陸皮45号」、低褐変の裸麦系統「四国裸114号」、耐寒雪性系統「東山皮107号」「東山皮108号」、極大粒ビール用大麦「関東二条40号」を新配付、秋播き性の「栃系327号」、雨害耐性系統を選抜した。品種育成は順調である。雨害耐性系統については焼酎醸造適性等の評価が必要である。軟質系統の早期・簡易選抜法を開発するとともに、硬軟質性と相関の高いβ-グルカン欠失系統を開発した。炊飯臭変動要因の解明については、研究の加速が必要である。

自殖性ソバについては有望系統の作出が必要である。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

①バレイショ

品種育成は、北海道向けの勝系18, 23, 24号について貯蔵性を中心に評価を進め、暖地向けでは青枯病抵抗性系統の選抜をすすめる。暖地春作の栽培改善は、品種に応じた植付時期と収穫時期の検討を進め、トヨシロの栽培期間拡大を検討する。北海道での貯蔵におけるメカニズム解析は、収穫時塊茎の生理状態、貯蔵前条件、貯蔵中の温度変化などの貯蔵性への影響を解析する。らんらんチップについて実用規模の現地栽培と実製造ラインでの加工適性評価を継続し、北海道産原料について品種別および使用時期別の最適な貯蔵管理条件の検討を継続する。開発する貯蔵技術および育成系統はフライ用途向けと油加工適性において共通であり、本用途にも適用可能な技術としての開発を心懸ける。

②カンショ

焼酎メーカーや県工技センターと連携して焼酎の醸造試験を実施し、品種育成を一層効率化して進める。有望系統が絞り込まれた段階で、焼酎メーカー数を増やして試験醸造を行う。省力的育苗システムの開発については、調苗機開発やシステム開発を継続し、機械メーカーとの連携を強化して実用化への基盤を強化する。簡易貯蔵については、庫内の温湿度管理の精度向上、太陽エネルギー等による加温技術を開発して低コスト環境制御技術を確立する。また、収穫齢と貯蔵性、呼吸熱との関係の解明、簡易貯蔵施設における貯蔵条件の解明を進める。できるだけ早い段階で焼酎メーカーと連携した実証試験を行う体制を整える。

③サトウキビ

19年度までとの差異を明確にして試験を実施する。「RK96-6049」等については宮古島、石垣島、南・北大東島等における株出し栽培改良効果、「KY96T-547」等については種子島への適応性や10月収穫への適応性、「Ni22」、「KN00-114」等については奄美地域の収穫早期化への適応性を評価し、期間中の品種育成を目指して増産プロに寄与する。肥培管理法や梢頭部回収機の実用化などの技術開発は計画に沿って進める。

④大麦等

雨害耐性系統作出を加速すると共にこの課題に焼酎醸造適性評価を加える。雲形病抵

抗性系統「北陸皮43号」「北陸皮45号」の実施期間内での品種化に向け研究を加速する。また、その他の課題を当初目標に沿って実施し、大麦全体の目標を達成する。なお、炊飯臭変動要因の解明については20年度の進捗状況により21年度以降の継続の適否を検討する。ソバ自殖化の課題はソバ振興上重要であり継続したいが、予算削減の中での重点化の必要から19年度限りでの廃止する。

大課題 4	低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発 4系水稻		
チームリーダー氏名 所属・役職	岡本正弘 農研機構作物研究所・研究管理監		
研究費	102.5百万円	実施期間	平成18年度～平成22年度
共同研究機関	13公設機関、7大学（29実施課題）、民間3社、計23機関 作物研究所、中央農業総合研究センター、食品総合研究所、北海道農業 研究センター、東北農業研究センター、近畿中国四国農業センター、九 州沖縄農業研究センター、農業生物資源研究所、秋田県農業試験場、宮 城県古川農業試験場、山形県農業総合研究センター、茨城県農業総合セ ンター生物工学研究所、新潟県農業総合研究所食品研究センター、山形 大学工学部、お茶の水女子大学生活科学部、東京農工大学農学部、東京 農業大学応用生物学部、福山大学生命工学部、京都府立大学、九州大学 農学部、株式会社波里、サントク株式会社、敷島製パン株式会社		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 （1）加工・業務需要向け品種及び生産・流通技術の開発 ④水稻 【研究目標の説明】 冷めても硬くなりにくく、炊飯後の経時劣化が小さい等の特性を有し、低コスト生産 に向く品種を育成するとともに、低コスト生産に向く品種の栽培技術等を開発する。ま た、米粉パン等の新規用途に適した米の特性を解明し、適性品種を選定する。 ① 品種開発：a 業務用に適した多収性、直播適性、多様な胚乳形質を備えた品種、b アミロースライブラリーを作成する。 ② 生産技術：a 低アミロース米品種の安定生産技術の開発と、b 高温障害への対策技 術を確立する。 ③ 新規用途：a 開発された新規育成米について加工特性の解明と適性品種の選定と、 b 米粉としてパン用への利用法を開発する。			
2. 研究目標の達成度等 各地の実需者からの需要に応える業務用米品種が開発され、商品化も進んでいる。直 播適性や低アミロース性を備えた育成材料の作出も計画通りに進捗している。生産技術 の開発では、業務用米の低コスト生産のためアミロース改変品種の安定栽培技術の検討 が進んでいる。新規用途の開発では、品種育成課題との密接に連絡を取り、業務用に適 する品種や特性の解明が進み、品種育成チームの品種育成にも貢献している。4系全体 として、計画通りに進捗している。 ① 品種開発 ・業務加工用品種としてカレーライスに適した品種「華麗舞」、低グルテリン酒米品種 「みずほのか」、酒米「越神楽」「吟のさと」、巨大胚品種「はいいぶき」を育成し、す でに企業による商品化が進んでいる。さらに米麺用の高アミロース米「北陸207号」、業 務炊飯用米「北陸200号」、極小粒の紫黒糯米「奥羽紫糯389号」を品種登録中（予定） である。 ・これまでにない苗立ち性を備えた直播向けの新育種素材、収量性を高めた直播向き低 アミロース系統、低アミロースと低タンパク性を備えた極良食味系統などの育成が進ん			

でおり、研究期間中の品種登録が期待できる。

- ・アミロースライブラリの作成では、アミロース含有率が中庸程度（約10～15%）の系統作出が遅れているものの、アミロース含有率に関するQTL解析が進んでいる。

② 生産技術

- ・低アミロース米について、多収性と耐倒伏性を両立させる窒素施肥法が策定されつつあり、東北地域では直播栽培によるアミロース含有率の安定化技術について検討が進んでいる。

- ・高温登熟障害では、高温のみならず、湿度も関与する可能性が示された。高温白未熟粒対策技術の課題は今年度が初年目となるが、順調なスタートを切っている。

③ 新規用途

- ・低アミロース米の加工適性に影響する米粒の吸水特性をMRIを用いて測定する解析法が開発されつつある。低アミロース米の利用で問題となる糯臭の主要な原因成分が特定されつつある。また、品種育成チームが開発したアミロース含有率等の改変系統について、食味特性やデンプン組成、加工適性が評価されている。得られた品種特性データは品種育成チームでの業務用米の選抜指標として利用されている。

- ・アミロース含有率やタンパク組成を改変した育成材料の解析から、製パン性は米のアミロース含有率に特に影響され、アミロース含有率が中程度の多収品種「タカナリ」が製パン性に優れることを明らかにした。また、製粉時の損傷デンプン粒の発生割合が製パン性に大きく影響することを示した。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

中間評価における指摘事項にしたがって実施課題や推進体制の見直しを行う。詳細は以下の通り。とする

- ・直播適性品種の育成ユニットについては各課題とも地元企業や大手企業、生産団体との提携を深め、有望な材料の育成を進めており、継続とする。特に全国展開が期待できる材料の育成が進んでいる課題については重点的に予算配分する。

- ・アミロースライブラリー育成ユニットについてはユニットを解体し、進捗の遅れや他課題との連携が不十分な3課題を中止する。「寒地向けアミロースライブラリー選抜DNAマーカーの開発」については、低～高アミロース米の開発やDNAマーカーの作出が見込まれるので、アミロース改変品種の安定生産技術と共に、「アミロース安定化ユニット」に再編成し、継続する。

- ・新規用途開発ユニットについては育成ユニットとの提携により、相乗的な成果が期待できるため、継続としたい。

また、加工業務用米向けに用途別の品質特性分析を行った結果については実需者による活用を図るため、得られた特性値のデータベース化を検討する。さらに、食味特性に加えて、ハンドリング適性など米飯加工の生産ラインで重視される特性の調査の追加を検討する。「業務用炊飯特性の評価」において、プロジェクト外の中食および外食業者と協議し、試料の調達も含め検討する。

- ・米粉利用技術ユニットについては平成22年度までに実用化が困難で基礎的内容の強い2課題を中止する。また、米粉については利用に適する理化学的性の保持、米パンの劣化防止等につながる課題の5課題を「米粉パンユニット」として、米粉パン利用技術の開発に重点化する。

- ・安定生産技術ユニットについてはユニットとしては解体し、アミロース含量の安定化を目指す技術開発に重点化する。平成22年度までに実用化が困難で基礎的色彩の強い2課題は中止する。アミロース変異に応じた栽培対応を行う課題に重点化し、上述のアミロースライブラリー作出課題と共に、「アミロース安定化ユニット」として再編したい。

- ・高温白未熟粒対策技術ユニットについては

3課題とも温暖化プロへの移行する。

大課題 5	低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発 5系 実践型モデルコンソーシアム		
チームリーダー氏名 所属・役職	増淵隆一 農研機構中央農業総合研究センター・研究管理監		
研究費	16百万円	実施期間	平成18年度～平成22年度
共同研究機関	(株) 翔南製糖、大分農研セ・水田農業研究所		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) モデルコンソーシアムによる加工・業務用農産物の利用技術の開発 【研究目標の説明】 新たに開発した品種・系統や省力収穫機等について、生産現場での高品質安定生産栽培技術、その生産物を利用した加工利用技術を研究機関、生産者、食品産業の共同により総合的に開発を行う。 具体的には、サツマイモ、黒大豆、サトウキビの新品種を対象としたモデルコンソーシアムの運営により、高品質安定生産栽培技術と加工利用技術を総合的に開発する。また、フィージビリティ・スタディにより、加工用ホウレンソウとモチ性裸麦を対象としたモデルコンソーシアム設立の可否を判定する。			
2. 研究目標の達成度等 生産者や実需者等との連携により、サツマイモ新品種に冷凍焼イモやペースト化等の新たな技術を取り入れた新製品の共同開発とモニターテスト、黒大豆新品種の現地圃場における栽培試験と黒大豆商品の市場・商品分析、サトウキビ秋収穫新品種の現地実証試験と製糖工場の操業期間拡大等が着実に進んでいる。また、農業生産法人による冷凍用ホウレンソウの大規模生産と冷凍食品工場の操業を視野に入れ、本プロジェクトで開発した専用収穫機を核としたモデルコンソーシアム設立の可能性を見出した。			
3. 来年度以降の研究計画と進行管理 サツマイモ、黒大豆、サトウキビの新品種を対象としたモデルコンソーシアムの経営分析、マーケティング手法についてマニュアル化を検討する。			

プロジェクト研究推進体制

(粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局
事業担当課長 研究開発課長
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官
引地 和明
中谷 誠
2. プロジェクト研究運営委員等（技会事務局以外）
 - (1) 外部専門家
全国酪農業協同組合連合会名古屋支所長
酪農学園大学短期大学部教授
社団法人日本草地畜産種子協会専務理事
久保園 弘
名久井 忠
野口 政志
 - (2) 関係行政部局
大臣官房企画評価課技術調整室
生産局畜産部畜産振興課
3. 研究実施体制
プロジェクトリーダー
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下「農研機構」）
畜産草地研究所草地研究支援センター長
杉田 紳一
チームリーダー
 - ①農研機構作物研究所低コスト稲育種研究チーム上席研究員
加藤 浩
 - ②農研機構畜産草地研究所飼料作物育種研究チーム長
佐藤 尚
 - ③農研機構畜産草地研究所飼料作生産性向上研究チーム長
菅野 勉
 - ④農研機構畜産草地研究所畜産温暖化研究チーム長
永西 修
 - ⑤農研機構畜産草地研究所上席研究員
吉田 宣夫
 - ⑥農研機構畜産草地研究所放牧管理研究チーム
梶村 恭子
 - ⑦農研機構北海道農業研究センター研究管理監
富樫 研治
 - ⑧農研機構東北農業研究センター東北飼料イネ研究チーム長
押部 明德
 - ③農研機構九州沖縄農業研究センター研究管理監
田中 基晴

粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発

日本における飼料生産

○ 飼料増産体制の構築

(現状)
畜産農家が飼料作物を生産する限界にきている

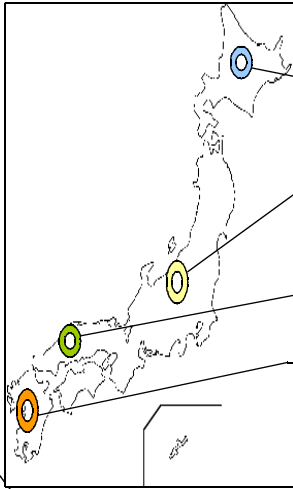
面積増

低コスト化

耕種農家が取組みやすい飼料作物の生産条件を整備

飼料作物をコントラクター等へアウトソーシング

○ 飼料作物の分布



北海道(平地地)
トウモロコシ、チモシー、クローバー、アルファルファ等

東北・関東・東海・北陸(平地地)
トウモロコシ、イタリアンライグラス、飼料イネ等

近畿・中四国(山間部)
放牧、飼料イネ等

九州(平地地)
トウモロコシ、ソルガム、飼料イネ、イタリアンライグラス等

粗飼料増産のための研究シーズ

北海道
・水田で栽培可能なトウモロコシ
・コントラクターに適した省力的な収穫技術
・高品質なTMRの調製技術
・粗飼料による効率的な畜産物生産

東北・関東・東海・北陸
・水田で栽培可能なトウモロコシ
・茎葉澱粉蓄積イネの開発
・リグニン分解酵素添加による高TDNサイレージの生産
・乳酸菌と酵母菌を活用した高品質なサイレージ生産
・粗飼料による効率的な畜産物生産

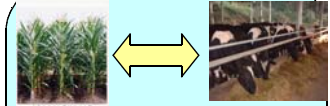
九州
・水田で栽培可能なトウモロコシ
・茎葉澱粉蓄積イネの開発
・リグニン分解酵素添加による高TDNサイレージの生産
・コントラクターに適した省力的な収穫技術
・高品質なTMRの調製技術
・粗飼料による効率的な畜産物生産

(参考)

生産努力目標の考え方

○ 耕畜連携による稲発酵粗飼料等の生産拡大
→ H27までに粗飼料輸入ゼロ

研究スパイラル ~効率的な畜産物生産を求めて~



水田で栽培可能なトウモロコシの育成

摂食性が高い粗飼料を多給

自給飼料多給を基本とした効率的な畜産物生産技術の確立(家畜への効率的な粗飼料等自給飼料多給技術の標準化)



粗飼料生産の飛躍的な拡大

目標の実現

- 自給飼料面積
93万ha(H15)→110万ha(H27)
- 飼料自給率
24%(H15)→35%(H27)
- TDN生産量
352万TDNt(H15)
→524万TDNt(H27)

粗飼料自給率100%の達成

大課題 1	自給飼料の生産量・質の画期的な向上によるTDN増産技術の開発のうち 発酵粗飼料用稲品種および多収栽培技術		
チームリーダー氏名 所属・役職	飼料イネ品種・栽培チーム 加藤 浩 低コスト稲育種研究チーム 上席研究員		
研究費	83百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	中央農業総合研究センター、作物研究所、北海道農業研究センター、東北農業研究センター、近畿中国四国農業研究センター、九州沖縄農業研究センター、国際農林水産業研究センター、岩手大学、東京農工大学、九州大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (1) 自給飼料の生産量・質の画期的な向上によるTDN増産技術の開発 ①発酵粗飼料用稲品種および多収栽培技術 【研究目標の説明】 ① 高TDN収量（北海道～東北で9～10t/ha、関東～九州で11t/ha）で直播適性の高い飼料イネ専用品種を育成する。② 既に開発された飼料イネ品種および開発中の茎葉デンプン蓄積型飼料イネ系統の多収栽培の基本技術と食用稲作と共存する上で問題となる漏生籾や低コスト雑草防除等の栽培技術を開発する。			
2. 研究目標の達成度等 ①高TDN収量で直播適性の高い飼料イネ専用品種の育成 高TDN収量（北海道～東北で9～10t/ha、関東～九州で11t/ha）で直播適性の高い飼料イネ専用品種を育成に関しては、九州で極晩生の「タチアオバ」12t/ha、東北で極早生の「べこごのみ」7t/haを育成している。また、今年度、北海道で「北海飼308号」9.7t/ha、関東で「関東飼225号」12t/ha、「関東飼226号」（子実重型）11t/haを、品種登録中である。今後は、新遺伝子源を用いてさらに高いTDN収量、消化性、耐病性などの改良を図っていく。 ②栽培技術の開発 茎葉デンプン（NSC）の蓄積については、茎葉部の割合が大きい高NSC品種では、穂重割合が低いにもかかわらず、稈茎葉のTDNが高いことから、全体としてのTDNが補償されることを明らかにした。今後、NSCの環境変動に対する安定性や多収栽培技術に取り組んでいく。 牛糞堆肥の利用については、極多肥での新品種の耐倒伏性や、極多肥でのロールの品質について明らかにしていく。 漏生籾については、土中に飼料イネの種子を埋設し、順調にデータを積み重ねており、休眠と二次休眠も含めて更なる解析を行っていく。 雑草については、土中の雑草種子に関するデータを蓄積している。さらに、実際に問題となっている除草剤の飼料イネに対する薬害についても、調査を始めるところである。 栽培分野では、順調にデータを蓄積しているが、現地実証レベルにおける試験を重ねマニュアル等を作成し技術の普及を促していく。			
3. 来年度以降の研究計画と進行管理			

全 1 2 課題中 1 課題の計画を見直す。寒冷地における極晩生品種の作出の可能性があることから研究内容の重点化を図る。

大課題 2	自給飼料の生産量・質の画期的な向上によるTDN増産技術の開発のうち作付拡大、単収向上に寄与する高品質・多収飼料作物品種の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	佐藤 尚 農研機構 畜産草地研究所 飼料作物育種研究チーム長		
研究費	129百万円	実施期間	H18年度～H19年度
共同研究機関	畜産草地研究所、北海道農業研究センター、東北農業研究センター、九州農業研究センター、北海道立北見農試、茨城県畜産セ、山口農林セ、家畜改良セ熊本牧場、信州大学、鳥取大学		
1. 研究目的と研究目標			
【研究目標】			
(1) 給飼料の生産量・質の画期的な向上によるTDN増産技術の開発			
②作付拡大及び単収向上に寄与する高品質・多収飼料作物品種の開発			
【研究目標の説明】			
飼料自給率向上に資するため、①とうもろこし等の長大型作物、②府県の裏作飼料作物であるイタリアンライグラス等および③北海道で重要な永年性牧草について、作付の拡大および単収の向上に寄与する新品種の開発を目的とする。			
とうもろこしでは、耐湿性系統、北海道の極早生品種、暖地の二期作用品種やソルガム品種を開発する。ライグラス類では、いもち病抵抗性および低硝酸態窒素等の品種・系統等を開発する。北海道の永年性牧草では、チモシー、オーチャードグラスおよびアカクロバー等の品種・系統を開発する。			
2. 研究目標の達成度等			
とうもろこしでは、北海道の道央以南から東北北部向けの高雌穂重割合・高茎葉消化性の「北交65号」、九州の晩播・二期作向けの「九交128号」の品種を提案した。			
また、エン麦では、「九州14号」を品種登録出願を行った。			
各系統・品種の開発に向けて選抜が順調に進捗している。			
今後は、とうもろこしでは、耐倒伏性・高雌穂重割合の極早生品種、高消化性・耐病性ソルガム品種、高度越冬性メドウフェスク品種、簡易更新向けのアカクロバー品種の育成が見込める。			
また、系統の開発では、とうもろこし耐湿性親自殖系統、高消化性、低硝酸態窒素等のイタリアンライグラス系統、多収のチモシー早生系統、機械踏圧耐性のアルファルファ系統等の育成が見込める。			
3. 来年度以降の研究計画と進行管理			
「ライグラス類等の裏作用飼料作物品種の開発ユニット」では、北海道において需要が高いチモシー、オーチャードグラス、暖地において需要の高いイタリアンライグラスの育種に重点化を図り本プロジェクトにて系統選抜を終了させる。			
「ライグラス類等裏作用飼料作物品種の開発ユニット」では、需要の高いイタリアンライグラスに、また「地域重要永年性飼料作物品種の開発ユニット」のイネ科牧草では、北海道において需要が高いチモシー、オーチャードグラスに重点化を図り、本プロジェクトにて系統選抜を加速させる。			

大課題 3	自給飼料の生産量・質の画期的な向上によるTDN増産技術の開発のうち飼料作物の連年安定栽培技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	畜産草地研究所 飼料作生産性向上研究チーム長 菅野 勉		
研究費	100百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	中央農業総合研究センター、九州沖縄農業研究センター、宮崎県畜産試験場、宮城県畜産試験場、栃木県酪農試験場、佐賀県畜産試験場、三重県科学技術振興センター畜産研究部、北海道立上川農業試験場天北支場、大分県農林水産研究センター畜産試験場、長野県中信農業試験場		
1. 研究目的と研究目標			
【研究目標】			
(1) 自給飼料の生産量・質の画期的な向上によるTDN増産技術の開発			
③飼料作物の連年安定栽培技術の開発			
【研究目標の説明】			
飼料作物の作付け拡大の大きな隘路となっている労働力不足に対応するため、コントラクタ等による大規模作付に適した省力的飼料生産技術を開発するとともに、高品質飼料の安定生産のため、湿害、病害等の環境ストレス低減技術や肥培管理による品質向上技術、病害による家畜毒性物質の蓄積回避技術を開発することを目的とする。			
①コントラクタ等に対応した省力的飼料生産技術の開発として、播種関連作業時間を5割以上削減する不耕起栽培技術、長大型飼料作物の播種や収穫時繁忙期の最大労働負荷量を3割低減する作期分散技術、省力的な堆肥流通を可能とする堆肥梱包化および効率的散布技術の開発を目標とする。			
②環境ストレス回避等による高品質飼料の安定栽培技術の開発として、排水不良圃場においてとうもろこし収量を15%以上向上させる耕うん同時畝立て技術や施肥管理技術、寒地2番草のTDN含量を65%以上とする栽培管理技術、堆肥多投下の長大型飼料作物の飼料成分向上を可能とする肥培管理技術、とうもろこし等イネ科飼料作物のワラビ萎縮症回避技術の開発を目標とする。			
③家畜中毒性をもつ飼料作物病害の管理技術の開発として、稲こうじ病、とうもろこし赤かび病、ソルガム糸黒穂病等の病害発生生態の解明および毒性物質の蔓延防止技術の開発を目標とする。			
2. 研究目標の達成度等			
①コントラクタ等に対応した省力的飼料生産技術の開発			
とうもろこしとアルファルファの輪作条件下においてアルファルファ跡地にとうもろこしを不耕起播種することにより、播種作業時間が慣行耕起栽培の5分の1に短縮できることを明らかにするとともに、暖地における不耕起播種については、スラリーインジェクタ注入時の土壌物理性改善効果が顕著であることを明らかにした。今後は、ライムギ等、他の冬作飼料作物跡地での安定的な不耕起播種法を開発を行う。			
。今後はイタリアンライグラスの跡作の不耕起にも適応できるように改良していく。			
堆肥の梱包・散布技術については、今年度までに回転アーム式ラッピングマシンにベルトコンベア装置及びコンベア式ラッピングマシンを開発し、堆肥梱包化技術を確立した。現在、特許申請の準備を行っており、今後は梱包堆肥の効率的散布技術について開発を行っていく。			

②環境ストレス回避等による高品質飼料の安定栽培技術の開発

排水不良圃場条件下におけるとうもろこしの乾物収量が畝立て播種及び肥効調節型肥料の活用により改善できる可能性を明らかにしており、平成22年までにこれらの技術の体系化を図る予定である。

飼料成分向上のための肥培管理技術の開発については、土壌中の交換性カリウム含量ととうもろこし中のカリウム濃度の定量的関係を把握すると共に、とうもろこし茎切片の搾汁液カリウム濃度から地上部全植物体中のカリウム濃度を簡易に推定する方法を開発しており、平成22年度までに土壌の窒素肥沃度ととうもろこしの収量、飼料価値との関係等について検討する予定である。

寒地2番草の飼料成分向上については、オーチャードグラス、ペレニアルライグラスについて窒素肥料の減肥や1番草の早刈りによって可溶性炭水化物濃度が向上し、発酵品質改善が期待できることが明らかにした。

とうもろこし等のワラビー萎縮症対策については、発症の原因となるフタテンチビヨコバイの周年発生生態と寄主植物を明らかにし、フタテンチビヨコバイは九州中部では7月下旬から密度が増加し、9月に発生ピークを迎えること、本種は夏期から秋期にかけてはオヒシバやメヒシバ等のイネ科植物上で増殖し、冬期は主にササで成虫越冬することを明らかにしており、平成22年度までにそれらの情報に基づき、耕種的防除技術を開発する予定である。

③家畜中毒性をもつ飼料作物病害の管理技術の開発

稲こうじ病抵抗性評価法の開発のために、稲こうじ病孢子の大量迅速形成法やリアルタイムPCR法による土壌からの稲こうじ病菌DNAの検出限界を明らかにするとともに、現地発病圃場における品種・系統の抵抗性評価を開始しており、今後、それらの技術をもとに、抵抗性の高い有望遺伝資源の提示や発病予測手法の開発が行われる予定である。

ソルガム糸黒穂病の蔓延防止については、糸黒穂病汚染圃場において品種・系統の抵抗性評価を行い、16品種、3系統の抵抗性品種・系統が選抜され、それらを活用することで糸黒穂病の蔓延を防止できる可能性を明らかにした。

とうもろこし赤かび病については、*Fusarium verticillioides*が原因となることを初めて明らかにするとともに、赤かび病発生に有意な品種・系統間差異があることを明らかにし、平成22年までに毒素の蓄積過程を明らかにするとともに、安全性評価法の体系化を行う予定である。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

環境ストレス回避等による高品質飼料の安定栽培技術の開発については、とうもろこしに関連する課題に重点化するとともに、特に耕耘畝立て同時は種技術については現地実証に重点化を図り、耐湿性、肥効調節型肥料の試験を行う。

大課題 4	自給飼料多給を基本とした効率的な畜産物生産のための給与技術の開発のうち 粗飼料多給による家畜飼養技術と効率的な畜産物生産技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	永西 修 畜産草地研究所 畜産温暖化研究チーム長		
研究費	194百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	畜産草地研究所、動物衛生研究所、東北農業研究センター、近畿中国四国農業研究センター、九州農業研究センター、肥料飼料検査所、北海道立畜産試験場、北海道立根釧農業試験場、千葉県畜産総合センター、愛知県農業総合試験場、石川県畜産総合センター、茨城県畜産センター、神奈川県畜産技術センター、富山県農業技術センター畜産試験場、広島県立畜産試験場、北海道大学、三重大学、広島大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) 自給飼料多給を基本とした効率的な畜産物生産のための給与技術の開発 ①粗飼料多給による家畜飼養技術と効率的な畜産物生産技術の開発 【研究目標の説明】 家畜の生理機能や消化管微生物能の活用した栄養素利用性や採食量の向上を図るとともに、栄養素ダイナミックスに基づく合理的な粗飼料多給システムを構築するための技術開発や安全な自給飼料の給与の図るために、以下の取組を行う。 ①粗飼料多給時の牛の消化系・内分泌系の動きに応じた栄養管理技術の開発、②自給飼料の病害産生毒と家畜の生理機能や生産性との関係を解明し、自給飼料の利用阻害要因を低減する技術開発を行う。 高評価牛肉生産に向け、③粗飼料多給牛肉の柔らかさなどに関係する蛋白質特性や食感や化学成分等に基づく評価手法の開発する。 さらに、これらの研究課題を有機的に連携させ、粗飼料多給と粗飼料利用効率向上による家畜飼養技術の開発に取り組む。			
2. 研究目標の達成度等 ① 粗飼料多給と粗飼料利用率向上による家畜飼養技術の開発 一部課題において研究が遅れているものがあるが概ね順調に研究が進められており、研究発表7件、論文9件と研究情報の発表を行っている。 研究の成果としては、粗飼料摂取量向上に向け、摂食・泌乳ホルモンや泌乳関連ホルモンの内分泌系の反応を明らかにできた。 ルーメン微生物合成量を高める給与指標として発酵有機物量に着目した成果が得られたほか、細胞間情報伝達物質の繊維分解菌の増殖や繊維分解酵素活性への影響が解明や繊維消化に重要なルーメン菌の特定や真菌バイオマス定量法が開発された。 また、粗飼料の物理的处理によって咀嚼に要するエネルギー量が低減できることが明らかになるとともに、飼料利用性向上や栄養素の消化器官での消化や代謝、生産器官である乳房での栄養素の動態についても順調に研究が進行しており、今後、粗飼料多給時の新たな栄養管理手法が開発される見込みである。また、地域自給飼料を活用した育成管理技術の開発では、大規模実証試験として、他の課題とも相互に有機的な連携を図り着実な成果を得ていく。			

②粗飼料利用阻害要因の解明と低減技術の開発

乾乳期を短縮することによる牛代謝機能改善等の効果や、ルーメンアシドーシスの発症と病態の回復に伴う細菌内毒素の動態と臓器障害との関連が明らかになってきた。

また、粗飼料を汚染するかび毒については、稲こうじや赤かびが産生するかび毒について、分析法の開発、汚染実態の解明、家畜への影響の解明およびかび毒の無毒化法など、かび毒のリスク管理に必要な技術および情報が蓄積しつつある。

このように、構成課題はいずれも順調に進行しており、得られた成果については、実用化に向けた共同分析試験、特許申請および学会発表などが積極的に行われている。以上のことから、期間終了時にはいずれの課題も所期の目標を達成できるものと判断できるが、今後は現場で利用できる技術の改良をさらに加速していく必要がある。

③ 粗飼料多給による良質畜産物の効率的生産技術とそのための品質評価の開発

プロテオーム解析や化学成分の解析、臭い成分の解析を実施し、また評価に結びつけるための官能検査手法の開発も行っている。構成課題はいずれも順調に進行しており、18,19年度の2年間に、原著論文3報、海外学会発表2題、国内学会発表12題（2008年3月発表予定を含む）の成果を上げている。

また、牛肉プロテオームデータベースを構築し、成果を他の研究者と共用するためウェブ上で公開をしている（<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/meat/pre/index.html>）。今後は、粗飼料多給によって生産された牛肉の特徴を明らかにし、的確に評価できるようにしていく。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

粗飼料多給と粗飼料利用率向上による家畜飼養技術の開発では、他の課題との連携を強化し、粗飼料多給に向けた育成牛の給与マニュアルの作成を行っていく。また、粗飼料多給による良質畜産物の効率的生産技術とそのための品質評価の開発においてはプロテオーム解析情報を公開しているが飼養技術との関連性を明確にしていく。

大課題 5	自給飼料多給を基本とした効率的な畜産物生産のための給与技術の開発のうち 自給飼料や地域資源を活用した高品質 T M R の調製・搬送技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	吉田 宣夫 畜産草地研究所 上席研究員		
研究費	1 5 6 百万円	実施期間	H 1 8 年度～H 1 9 年度
共同研究機関	畜産草地研究所、九州沖縄農業研究センター、生物系特定産業技術研究支援センター、家畜改良センター、埼玉県農林総合研究センター畜産研究所、富山県農業技術研究センター、新潟県農業総合研究所畜産研究センター、長野県畜産試験場、三重県科学技術振興研究センター、大阪府食とみどりの総合技術センター、徳島県農林総合技術支援センター畜産研究所、愛媛県畜産試験場、三重大学、広島県立畜産技術センター、京都大学、(株)シーアイ化成、新明和工業株式会社		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) 自給飼料多給を基本とした効率的な畜産物生産のための給与技術の開発 ②自給飼料や地域資源を活用した高品質 T M R の調製・搬送技術の開発 【研究目標の説明】 ①自給飼料（飼料イネ、トウモロコシ、ソルガム等）や地域資源（生稲わら、茶粕、米ぬか）を活用した高品質 T M R を調製して給与特性・飼養技術を開発し、②発酵 T M R 等の長期貯蔵および搬送技術を開発する。			
2. 研究目標の達成度等 一部で遅れている課題があるものの全体的にはおおむね順調に達成しており、今後 3 ヶ年で研究スピードを高めて当初目標を達成する。特許 2 件（含む準備中）、論文 4 件、学会発表 30 件、成果情報 9 件となっている。 ① T M R 向け飼料生産と高品質保持のための調製・運搬技術の開発 今後、1 台でロールベールおよび飼料以外の物資運搬にも活用可能な汎用コンテナを設計・試作を行っていく。 定置型ロールベールの試作機にて基礎的な知見が得られたので、今後、飼料投入後に感知して自動的にネットを巻いたり、負荷やロール密度の違い等のデータを収集し実用化の機械の開発を行っていく。 ②発酵 T M R の輸送を可能とする新調製技術と流通システム技術の開発 暖地型牧草、稲発酵粗飼料については貯蔵期間が長くなると再リグニン化が進み、消化性が低下すること、貯蔵 3 0 日では消化試験で酵素産生菌添加による改善効果を明らかにした。今後、再リグニン化を抑制するための添加剤の検討を行っていく。 また、緑茶残渣を 1 0 % 程度配合した実規模での発酵 T M R において品質の確保と嗜好性の改善が見られ、産乳性も良好になる技術を開発した。今後、品質の安定化を図るための貯蔵法について検討していく。 ③発酵 T M R による持続的な乳牛および肉牛飼養技術の開発			

生稲わらサイレージは乳酸菌製剤の添加により長期間安定貯蔵できることや、生米ぬか、配合飼料等を混合した発酵TMRは肥育後期の黒毛和種去勢牛へ給与が可能なことや、産肉成績や牛肉の抗酸化性に及ぼす影響についても明らかにした。今後、肥育中期牛への給与試験や、肥育成績に及ぼす影響を明らかにしていく。

稲わら等の利用率を高める成果、発酵TMRによる肥育および乳牛給与技術の成果等は普及技術として活用でき、飼料コストの抑制に繋がる。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

各地域で行っている給与試験については他の課題との連携を図り、平成22度までに自給飼料の効率的利用のための飼養管理マニュアルを作成を行っていく。

大課題 6	飼料自給率向上のための放牧技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	梶村 恭子 畜産草地研究所・放牧管理研究チーム		
研究費	84百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	畜産草地研究所、北海道農業研究センター、東北農業研究センター、近畿中国四国農業研究センター、九州沖縄農業研究センター、北海道立畜産試験場、北海道大学、北里大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (3) 飼料自給率向上のための放牧技術の開発 【研究目標の説明】 公共草地や耕作放棄地等の植生改善法の開発を行い、その効果を放牧家畜生産で評価するとともに、放牧と自給飼料の組み合わせ、放牧期間の延長、暖地での周年放牧など地域特性を活かした肉用繁殖牛、肉用育成牛および肥育牛の飼養技術の開発により、放牧時における粗飼料自給率100%、濃厚飼料を削減する放牧技術を開発する。 また、精密な栄養管理を必要とする育成牛や搾乳牛について、草地と家畜の状態を要因とする採食草量推定モデルの構築と放牧家畜の栄養必要量の推定を行い、これら栄養摂取量と必要量の把握に基づく放牧牛への補給栄養管理技術の開発を行う。			
2. 研究目標の達成度等 目標以上の成果を得ている課題もあり、概ね順調に進捗している。 ① 飼料自給率向上のための放牧技術開発」 九州での周年放牧では夏季の栄養管理が問題であったが、バヒアグラスの新品種の利用(H18)、従来のバヒアグラス品種草地に対してはミレットのオーバーシーディング技術(H19)により大幅に放牧子牛の育成成績を改善できた。 また、栄養価が低下した放牧草地にシロクロバを安定的に追播する技術を開発した。同時にマメ科率の高い放牧草地で育成牛の増体改善効果を認めており、次年度以降は開発した追播技術による家畜生産の改善効果の検証を行う。この2つの課題は放牧時における飼料自給率が100%と研究目標以上のレベルの家畜増体を得ている。 育成牛の放牧期間中の濃厚飼料給与量を20%削減を達成し、北海道の地域資源あるデンプン粕の最適給与レベルが得られ、国産のデンプン粕の濃厚飼料への効果的な代替割合を決定することができた。 今後、植生改善による育成牛の放牧期間中の増体改善効果の検証に加えて、自給飼料活用による育成～肥育期間中の濃厚飼料削減技術を開発する予定である。			
②放牧牛の精密栄養管理技術の開発 現在、北海道で広がりつつある搾乳牛の定置放牧の条件下で、現飼養標準では想定されていない長時間の食草時間と歩行距離に関するデータの蓄積がなされ、今後、エネルギー消費量の査定を行っていく。 搾乳牛の集約放牧で昼夜放牧における割り当て草量と採食量の関係を提示し、時間制限放牧のについては別途関係式が必要であることを明らかにし、今後試験データの追加により本年度得られた時間制限放牧での関係式をより汎用化できるものに改善することとした。いずれも栄養摂取量と必要量の把握に基づく放牧家畜の栄養管理を現行の飼養標準より精密化できる成果であり、次年度以降も順調に進めば放牧家畜への補助飼料給			

与の削減に貢献できる見込みである。

今後、採食量、運動量データ提供について他の課題との連携を進め、精密栄養管理技術の開発を行っていく。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

耕作放棄地対策の一環として水田放牧の課題の拡充を6課題追加していく。

大課題 7	地域先導技術の実証・解析のうち ①寒地・寒冷地における飼料用とうもろこしを基軸とした自給飼料多給型酪農技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	富樫研治 北海道農業研究センター 研究管理監		
研究費	84百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	北海道農業研究センター、東北農業研究センタ、北海道立畜産試験場、北海道立根釧農業試験場、岩手県農業研究センター畜産研究所、酪農学園大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (4) 飼料自給率向上のための放牧技術の開発 ①寒地・寒冷地における飼料用とうもろこしを基軸とした自給飼料多給型酪農技術の開発 【研究目標の説明】 寒地・寒冷地における飼料用とうもろこしを基軸とした自給飼料多給型酪農技術を開発することを目的として、①「ぱぴりか」等のとうもろこし早生品種を用いた狭畦露地栽培技術を確立し、現地実証と並行した安定栽培限界地域マップの策定、②被覆作物を導入し、寒冷地の地力の損耗や永年雑草の侵入が少ない不耕起栽培体系の提示、③高泌乳牛に対するとうもろこしサイレージの合理的多給技術を開発し、飼料自給率70%の達成、④とうもろこしサイレージ利用による生産コストと飼料代の低減効果を提示しTMRセンターとコントラクター組織を用いた生産供給システムの導入条件や経営モデルを示す。			
2. 研究目標の達成度等 ①狭畦露地栽培技術の確立及び安定栽培限界地域マップの策定 障害型冷害に耐性である「ぱぴりか」と「節間伸長開始時期が早く葉の付き方が立型な品種」との交互条播は、大幅な多収を示し、狭畦露地栽培技術は確立に極めて近い。 今後は、狭畦露地安定栽培マップについては現地栽培データの積み増し、圃場気温の実測値加味などを通じ、精度の向上を図り、早急に完成させる。 ②不耕起栽培体系の提示 不耕起2年目の圃場において、ヘアリーベッチ被覆がN肥沃度を向上させるとともに、秋まきヘアリーベッチによる畦間被覆をとうもろこしの播種後60日間は維持できることを明らかにし、とうもろこし不耕起栽培技術の確立に対し順調に研究が進んでいる。 今後は、不耕起栽培5年目のとうもろこしの収量性を把握するととに、岩手県内3カ所における現地実証を行い不耕起栽培技術を確立する。 ③とうもろこしサイレージの合理的多給技術の開発 とうもろこしサイレージ繊維の第一胃内分解率は牧草サイレージの繊維に比べ低く、消化管内容物の乾物率は、分娩1週間後12%と高く、胃がかなり充填する特性を明らかにし、この充填を軽減することが、とうもろこしサイレージ多給につながると思われ、飼料自給率70%にむけての研究が順調に進んでいる。 今後は、破碎処理とうもろこしサイレージ利用では、多給時における併給エネルギー			

飼料やタンパク飼料を選定し、飼料自給率80%を達成する技術を確立する。

④生産供給システムの導入条件や経営モデルの提示

とうもろこしサイレージ多給により、配合飼料価格が高騰してもその影響を緩和できることを明らかにし、低コストな自給飼料としてTMRセンターの普及拡大に貢献することが期待され、TMRセンターとコントラクター組織を用いた生産供給システムの導入条件の解明のための研究が順調に進んでいる。

今後は、コントラクターやTMRを中心としたとうもろこしサイレージ生産・供給・給与体系の経営モデルを作成する。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

道東の栽培不安定地においてとうもろこしの作付け拡大に向けて天北地域への技術適用性を解析していく。

大課題 8	地域先導技術の実証・解析のうち ②寒冷地における飼料用稲を基軸とした自給飼料多給型肉用牛生産技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	押部明徳 東北農業研究センター・東北飼料イネ研究チーム・チーム長		
研究費	89百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	東北農業研究センター、岩手県農業研究センター、宮城県農業・園芸総合研究所、宮城県古川農業試験場、宮城県畜産研究所、秋田県農林水産技術センター農業試験場、秋田県農林水産技術センター畜産試験場、秋田県立大学・生物資源科学部、山形県農業総合研究センター畜産試験場、		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 （4）地域先導技術の実証・解析 ②寒冷地における飼料用稲を基軸とした自給飼料多給型肉用牛生産技術の開発 【研究目標の説明】 寒冷地における飼料イネ多給型肉用牛生産技術を開発することを目的とし、①家畜糞堆肥を利用した低コスト飼料イネ栽培技術を開発し1000kg／10aの実収量を達成する。 ②飼料イネを高品質安定化させる調製貯蔵技術を開発し飼料イネの通年給与を可能にする。③さらに、現場レベルで新技術を用いて1kgあたり50円の飼料イネサイレージの生産および通年給与を実施し、その経営評価によって有効性を実証する。			
2. 研究目標の達成度等 ①家畜糞堆肥を利用した低コスト飼料イネ栽培技術の開発 家畜糞堆肥利用による飼料イネの低コスト栽培技術開発は、「べこあおば」への窒素投入量と収穫時の水分低下の遅れを明らかにし、さらに、籾黄化率や葉色値で収穫適期が判定できる事を明らかにした。また、「べこごのみ」の無コーティング湛水直播における播種適期を提示するなど、計画通りの成果を達成しており、20年度以降も順調な進捗と目標の達成が期待できる。 ②飼料イネを高品質安定化させる調製貯蔵技術の開発 高品質安定化と肉用牛への給与技術の開発は、自脱コンバインの汎用利用による収穫体系の有効性が実証され、また、市販の乳酸菌製剤を上回る高い好気的変敗防止効果を示すロイテリン生産性乳酸菌の接種方法を開発し、民間企業と共同研究契約を締結するなど計画以上の活動をしている。予乾稲発酵粗飼料の評価と給与効果の解明は計画通り完了し、肥育前期の血漿ビタミンE濃度増加を確認した。カロテン調整による高品質牛肉の生産技術の開発も計画通りに進捗し年度目標を達成しており、20年度以降は茎葉蓄積型飼料イネを原料とする稲発酵粗飼料の給与効果解明を加速することにより目標の達成が期待できる。 ③飼料イネサイレージの生産及び通年給与による経営の評価と有効性実証 高品質飼料用稲生産・給与技術の実証と経営評価・拡大支援方策に関して、東北太平洋側水田単作地帯、日本海側グライ土水田地帯および中部水田地帯での技術実証は計画通り進捗し、効率的なヒエの除草や湛水直播栽培による乾物収量12t/haの多収生産を実証するなど年度目標を達成している。加えて、予乾体系による稲発酵粗飼料安定生産技術の開発では、混植によるいもち病発生抑制の実証など計画を上回る進捗がある。20年度以降は日本海側グライ土水田地帯における乾田直播技術の実証は再検討を要するが、			

予乾体系による稲発酵粗飼料安定生産技術の開発は新たな給与実証組織との連携を進めており活動の加速により計画以上目標の達成が期待できる。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

予乾体系による稲発酵粗飼料安定生産技術の開発と耕畜連携システム定着条件の解明のための試験は、発酵粗飼料用稲品種の直播栽培における茎葉部蓄積制御による多収技術の開発試験と寒冷地における茎葉部蓄積型イネ等を原料とする稲発酵粗飼料を利用した肥育技術の開発試験と統合して効率的に実施する。茎葉蓄積型デンプン稲の給与試験は研究資源を前倒しで準備し実施するを前倒しで行っていく。

大課題 9	地域先導技術の実証・解析のうち ③暖地における飼料イネ等を基軸とした発酵TMR生産・利用技術の開発と広域流通・連携システムの構築		
チームリーダー氏名 所属・役職	田中 基晴 九州沖縄農研・研究管理監		
研究費	87百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	九州沖縄農業研究センター、福岡県農業総合試験場、熊本県農業研究センター畜産研究所		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (4) 飼料自給率向上のための放牧技術の開発 ③暖地における飼料イネ等を基軸とした発酵TMR生産・利用技術の開発と広域流通・連携システムの構築 【研究目標の説明】 ①九州における飼料イネ新品種や播種期分散・2回刈りなど長期収穫技術を取り入れた飼料イネWCS生産システムを確立するとともに、②焼酎粕処理施設から排出される焼酎粕濃縮液と飼料イネWCSを活用した発酵TMRの生産及び酪農への利用技術を確立する。③焼酎工場、TMRセンター、水田・酪農経営の市郡域をまたぐ広域流通システムを構築する。			
2. 研究目標の達成度等 ①飼料イネWCS生産システムの確立 飼料稲品種タポルリの2回刈り栽培では、2.5t/10aの乾物収量が見込まれ、現地試験でも1.9t/10a(全刈り)の極めて高い乾物収量が得られた。多収栽培法として成果情報として公表し、パンフレットを作成し、。現地普及を行っていく。 ・ 有害雑草の効率的防除では、非硬実性の種子がイネWCSの発酵中に死滅することを明らかにした。今後、直播栽培での問題雑草の効率的防除法が明らかにされる見込み。 ・ 飼料イネの栽培体系では、品種・作期・栽培法の検討を行い、タチアオバの有望性と疎植栽培による低コスト栽培の可能性が示された。他の課題についても一部で進捗の遅れが見られるものの全体としては順調に進行している。 ②発酵TMRの生産及び酪農への利用技術の確立 様々な焼酎粕濃縮液を素材に実規模でのTMRの発酵調製試験を行い、米・麦焼酎粕の成分変動の安定性と発酵TMR開封後の好气的変敗が抑制されることを明らかにしたことから、今後、パンフレットを作成し現地普及を行っていく。また、給与面でも生理状態・乳量・乳成分・牛乳の臭気に影響がないことが明らかにされており、濃縮液利用の技術基礎データが蓄積できたことから今後給与マニュアルの作成を行う。 ③発酵TMRの地域流通システムの構築 焼酎粕濃縮液の混合利用に対応した生産システムの開発では飼料設計ツールやGPSデータを用いた作業データ蓄積システムが開発され、今後、現地コントラクターでの利用が			

見込まれる。、また、現地実証試験においても新しい品種（タチアオバ・タポルリ）の評価が高く、今後、栽培体系の提案と現地での導入が見込まれる。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

発酵TMRに関する課題は調製と給与に重点化を図り、これらを利用するコントラクタ方式を前提に現地実証を行っていく。

プロジェクト研究推進体制

(地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響の評価と高度対策技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局

事業担当課長 研究開発課長 引地和明
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官 大谷敏郎

2. プロジェクト研究運営委員等（技会事務局以外）

(1) 外部専門家

国立大学法人北海道大学大学院農学研究院 教授 波多野隆介
国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 古谷研
早稲田大学人間科学部 教授 森川靖

(2) 関係行政部局

大臣官房企画評価課技術調整室長
大臣官房環境バイオマス政策課長
生産局農産振興課長
林野庁研究・保全課首席研究企画官
水産庁増殖推進部参事官

3. 研究実施体制

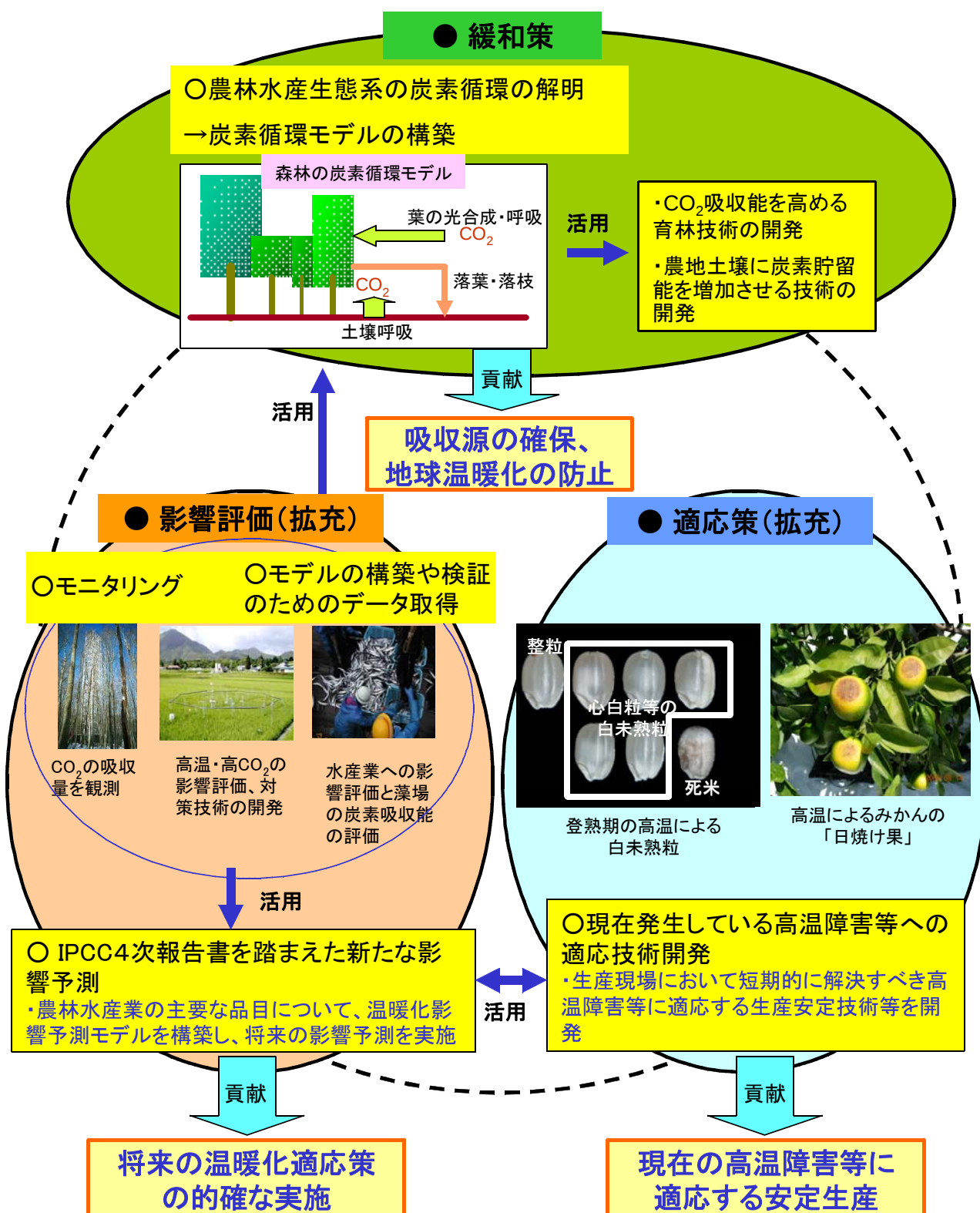
プロジェクトリーダー

独立行政法人農業環境技術研究所研究コーディネーター 今川俊明

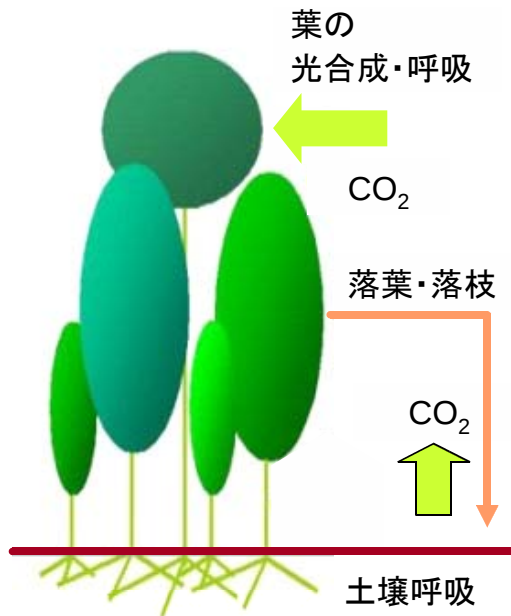
チームリーダー

独立行政法人森林総合研究所温暖化対応推進室長 松本光朗
独立行政法人農業環境技術研究所大気環境研究領域主任研究員 長谷川利拡
独立行政法人農業環境技術研究所物質循環研究領域主任研究員 八木一行

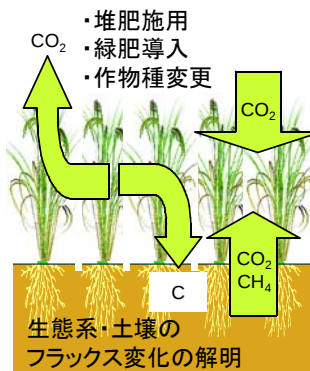
地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発



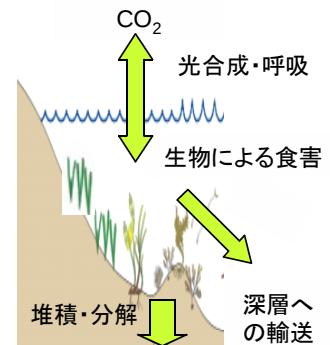
森林の炭素循環モデル



農地の炭素循環モデル



藻場の炭素循環モデル



農林水産生態系の炭素循環の解明

活用

温暖化に伴う環境変動に対処する技術の開発

- ・CO₂吸収能を高める育林技術の開発
- ・農地土壌に炭素貯留能を増加させる技術の開発

貢献

- ・温暖化による農林水産業への影響防止
- ・京都議定書により第1約束期間(2008年～2012年)に温室効果ガス排出量6%削減義務に貢献
- ・第1約束期間以降の温室効果ガス排出量削減義務への対応

検証

農林水産業に与える影響評価

- ・モニタリング
- ・影響評価

活用



フラックスタワーでCO₂の吸収量を観測



開放系CO₂増加装置による高温・高CO₂の影響評価、対策技術の開発



水産業への影響評価と藻場の炭素吸収能の評価

大課題 1	農林水産生態系の炭素循環の解明		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人森林総合研究所 温暖化対応推進室長 松本光朗		
研究費	176百万円	実施期間	平成18年度～平成19年度
共同研究機関	(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)農業環境技術研究所、(独)水産総合研究センター、北海道大学、弘前大学、東京大学、静岡大学、広島大学、ウッドマイルズ研究会、(株)ドットコーポレーション		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】
森林、農地、藻場における炭素循環のメカニズムを解明し、炭素循環モデルを開発する。

【研究目標の説明】

① 森林については、樹木から土壌までを対象とした炭素循環メカニズムを解明して、木材生産とその流通も含めたフルカーボンアカウンティングモデルを開発する。

② 農地については、これまで実施された土壌環境基礎調査等のデータを用いて土壌炭素の時系列的変動を解明して、草地や果樹園等にも対応できる日本の農耕地土壌向けのRothCモデルをベースとした炭素循環モデルを開発する。

③ 藻場については、湾外への炭素の輸送や枯死後の藻体の分解・堆積を含む各モデル海域での炭素循環過程の実態を把握し、藻場生態系における炭素の循環過程を定量的に評価することが可能な炭素循環モデルを開発する。

2. 研究目標の達成度等

① 森林生態系の炭素循環の解明と炭素循環モデルの開発
本研究では、森林系炭素循環モデルを構成する群落、土壌、林業、木材に関わるサブモデルの開発が順調に進んでおり、目標を達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

a. 群落サブモデルとして、コナラ林を対象にパラメータを整備し、林冠光合成モデルを改良した。このモデルでは季節変動に応じた光合成速度の変化が再現できた。

b. 土壌サブモデルを構築するため、落葉及び枯死木の分解に伴うリグニン等の変化を解析し、プロトモデルを開発した。このモデルは落葉及び枯死木の成分別分解過程を再現できた。

c. 林業サブモデルの要点となる伐採面積の推定のために都道府県別の減反率分布を解析し、都道府県単位で分類することにより、伐採面積推定精度を向上させた。

d. 木材製品の加工におけるCO₂排出量、住宅・工法別のCO₂排出量などの基礎データを収集・解析するとともに、木材利用サブモデルのプロトタイプを開発し、炭素収支の地域別動態を推定した。

e. 森林系炭素循環モデルの中核となる群落サブモデルを全国にスケールアップするため、群落サブモデルが持つ森林の垂直構造を導入したプロトモデルを開発し、秋田県において適用した結果、対応可能な情報量と処理速度で実行でき、この方法による全国規模の長期予測の実現可能性を確認した。

② 農地の炭素循環の解明と炭素循環モデルの開発
本研究では、モデルを構成するパラメータの整備も順調に進捗しており、モデルによる将来予測も問題なく進展していることから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

- a. 果樹園においては、炭素フラックスの測定データや既存のデータの解析が進み、炭素循環のメカニズムが次第に明らかになっている。
- b. 定点調査データを基に、農耕地土壌における30cm深までの土壌炭素量の1kmメッシュの土壌炭素含量図を試作した。また、基準点調査と精密調査のデータを基に、有機物投入量に対する全炭素変化量（推定値）を算出した。
- c. 上記の土壌炭素含量図を基に、RothCモデルを改良した後、堆肥投入量を仮定して20年間の畑地の土壌炭素貯留量の分布を推定した。

③ 水産生態系の炭素循環の解明と炭素循環モデルの開発

本研究では、室内実験及び現場調査により得られたモデルの開発に必要なパラメータを解析し、炭素循環モデルの開発に向け順調に進んでいることから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

- a. 藻場の分布及び現存量等については、IKONOS衛星画像の解析、既往文献の整理によりモデル海域である厚岸湾、瀬戸内海の現状を把握することが可能となった。これらの情報を整理し、現状での藻場炭素現存量、炭素生産量のマップを試作した。
- b. 炭素循環モデルを構築する上で重要となる海草・藻類の生理学的特性を既存知見の整理及び室内実験により明らかにした。厚岸湾の主要な藻場構成種であるアマモについては、現場海域での光合成データを解析し、一次生産量を推定した。さらに、厚岸湾での懸濁態及び溶存態の有機物について、炭素・窒素含有量、植物プランクトン現存量の定量結果から、濃密な海草群落が形成される厚岸湖中心部から湖外へ炭素が輸送されていることを明らかにするなど、炭素の系外への輸送を現場調査で明らかしつつある。
- c. 瀬戸内海のガラモ場の主要種ノコギリモクについては、取得した光合成データ及び既存知見から一次生産力モデルを開発し、群落の年間生産量を算出した。また、ノコギリモクを用いた室内分解実験では、枯死して60日後も、藻体の有機炭素の40～80%が粒状態として残存することを明らかにした。さらに、溶存態有機炭素も実験水中に蓄積されることから、天然海域においても枯死後のガラモから放出された粒状態・溶存態有機炭素が、長期間残存している可能性が示唆された。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

森林、農地、海洋の各系において、炭素循環モデルの開発・改善を行い、そのために必要なパラメータの解析を進め、分布把握や推定精度向上を図る。また、農地において、全ての土地利用毎のCO₂吸収源機能を評価する必要があるが、草地を対象にした研究課題が欠落しているので導入を検討する必要がある。大課題2の「地球温暖化が農林水産業に与える影響評価」のうち、炭素循環モデルを開発するためのモニタリングの研究課題については、効率的にモデル開発を進めるために、本大課題の研究課題との再編を検討する必要がある。

森林・農地・藻場における炭素循環モデルは、森林、農地、海洋の各系の連携を重視した研究推進体制を取る。これらの計画を実行するに当たり、影響評価チーム、対処技術チームと連携を取りながら、随時、中間検討会及び打合せ等を実施し、進行管理を行う予定である。

大課題 2	地球温暖化が農林水産業に与える影響評価		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業環境技術研究所 大気環境研究領域 主任研究員 長谷川利拡		
研究費	229百万円	実施期間	平成18年度～平成19年度
共同研究機関	(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)森林総合研究所、(独)水産総合研究センター、(独)水産大学校、北海道大学、酪農学園大学、東京農工大学、静岡大学、岐阜大学、神戸大学、島根大学、岡山大学、鹿児島大学、北海道立畜産試験場、山梨県環境科学研究所、岡山県総合畜産センター、熊本県農業研究センター		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

農林水産生態系におけるモニタリングを行い、農業・森林生態系・森林資源、水産業に与える影響評価と将来予測を行う。

【研究目標の説明】

① 森林については、炭素循環モデルへのパラメータを提供するために、温室効果ガス発生量のモニタリングを行うとともに、森林生態系や森林資源に与える影響及び将来予測を行うために、全国レベルで炭素固定量を算定する。

② 農地については、炭素循環モデルへのパラメータを提供するため、温室効果ガス発生量のモニタリングを行うとともに、環境操作実験による作物への影響評価を通じて、高温・高CO₂環境下での農産物の生育、収量への影響を解明する。

③ 海洋については、炭素循環モデルへのパラメータを提供するために、炭素動態等のモニタリングを行うとともに、地球温暖化時の安定した漁業生産を図るために、モニタリングデータをもとに、餌料量を利用した魚類生産モデルを開発する。

2. 研究目標の達成度等

① 地球温暖化が森林に与える影響評価

本研究では、森林生態系純生産量、土壌からの温室効果ガス、及び土壌炭素蓄積量のデータ収集が着実に進んでいる。また、森林タイプ分類図及び林分構造因子分布図の作成手法が開発され、モデルの初期パラメータが提供できることから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

a. 森林については、タワー観測や森林土壌のモニタリングデータが蓄積され、森林土壌からのCH₄・N₂Oの吸収・排出と環境要因が明らかにされた。

b. 炭素循環モデルの初期値として使用されるリモートセンシングや森林資源データによる森林タイプ分類図及び林分構造マップのプロトタイプを都道府県単位で試作した。

② 地球温暖化が農業に与える影響評価

本研究では、草地の土壌呼吸データ、温暖化・高CO₂環境下における作物の成長、炭素代謝のデータが収集できるようになった。また、広域の炭素循環を評価するためのデータ及び手法が整備されたことから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

a. 草地では、施肥管理の異なる条件（化学肥料、堆肥＋化学肥料）での土壌呼吸のデータが得られた。

b. 草地の炭素賦存量マップを北海道及び九州を対象に試算した。なお、作成にあたっては、限られた土壌炭素データからの集計法を検討する必要がある。

c. 水稻を対象とした環境操作実験では、高CO₂・温暖化環境の複合的影響を開

放系で調査する実験プラットフォームを整え、本格的な環境操作実験を圃場とチャンバーで実施し、将来のイネの成長、炭素代謝を予測するための貴重なデータが得られつつある。また、開花期頃の穂温が稔実に及ぼす影響についても圃場レベルでのデータを収集した。さらに、穂温に影響する形質（蒸散特性）及び高温下でも安定的な受粉に有効な花器形態を解明するなど、今後の適応技術の開発に向けたシーズが見出されつつある。

- d. 地域別炭素循環のLCA評価では、解析に必要なデータベース、面的な情報の整理が進み、メソスケールにおけるモデルまたはファクターを使った解析が進んだ。

③ 地球温暖化が水産業に与える影響評価

本研究では、親潮域、黒潮外側域、内側域、東シナ海での動植物プランクトン、栄養塩などのモニタリングデータと低次生態系モデルによる計算データを比較した結果、季節変動の特性について再現性が向上し、餌料量の予測への見通しが立ったことから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

- a. 厚岸湾における藻場の主要構成種であるアマモと付着藻類の現存量の季節変化及び物理化学環境を把握するとともに、瀬戸内海ではアカモクの現存量の季節変化を把握するなど、炭素循環モデルの構築、評価に必要な現場データを取得した。
- b. 親潮・混合域では、親潮の流量や水塊構造、植物プランクトン鉛直分布などの季節変動が把握され、同海域の時空間構造の解析が進んでいる。また、親潮域で進行している表層の栄養塩減少に伴う低次生態系の長期変動の実態が把握された。
- c. 黒潮域では、マイワシ等の産卵海域として、特に重要な黒潮内側域の栄養塩量、動植物プランクトンのバイオマスの季節変動を明らかにした。
- d. 東シナ海では、栄養塩量、動植物プランクトンのバイオマスの季節変動が把握されつつあり、さらに、過去のデータの解析により、東シナ海の長期変動への長江流出水の影響が明らかになった。
- e. サンマを対象にした魚類生産モデルでは、二次元回遊モデルに発展させて基本的な南北回遊を再現可能とした。さらに、モデルの開発は、CCSR/NIES/FRCGC気候モデルによる温暖化予測実験出力を用いた低次生態系の影響評価を試みるところまで進んでおり、温暖化シナリオを用いた魚類生産への影響評価の実施に向けて順調に進んでいる。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

森林、農地、海洋の各系において、温暖化影響を定量的に評価するために、温暖化炭素収支観測、土地利用などのデータの共有化や炭素循環モデルや海洋生態系モデルへのパラメータ受渡しの計画を具体化する必要がある。また、モニタリング及び環境操作実験で蓄積されつつある知見については、局所的な事象のメカニズム解明や広域化手法の検証を進める。さらに、「地域別炭素循環のLCA評価」の研究課題については、炭素貯留を高める農業施行方法を探索する課題であることから、大課題1の「農林水産生態系の炭素循環の解明」へ、「家畜排せつ物管理における温室効果ガス発生量の評価」の研究課題については、温室効果ガスの排出削減を探索する課題であることから、大課題3の「温暖化に伴う環境変動に対処する技術の開発」への再編を検討する必要がある。

これらの計画を実行するに当たり、炭素循環チーム、対処技術チームと連携を取りながら、随時、中間検討会及び打合せ等を実施し、進行管理を行う予定である。

大課題 3	温暖化に伴う環境変動に対処する技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業環境技術研究所 物質循環研究領域 主任研究員 八木一行		
研究費	126百万円	実施期間	平成18年度～平成19年度
共同研究機関	(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)森林総合研究所、(独)水産総合研究センター、酪農学園大学、北海道立畜産試験場、山形県農業総合研究センター、新潟県総合研究所、熊本県農業研究センター		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】
農林水産生態系からの温室効果ガスの排出削減技術、炭素吸収源機能を確保するための技術等を開発する。

【研究目標の説明】

① 森林については、温暖化に伴う生育環境の劣化や自然リスクの影響が危惧される森林における炭素吸収量の変動評価と炭素固定能力の管理技術の開発を行う。

② 農地については、既存、または、新たな技術の活用による農業生態系からの温室効果ガス排出削減技術及び炭素吸収源機能を確保するための技術について、その検証と広域評価を行う。

③ 海洋については、高温耐性が低く地球温暖化の影響を受けやすいと考えられる寒海性魚類について、その増養殖にかかわる対処技術を開発する。

2. 研究目標の達成度等

① 森林生態系からの温室効果ガスの排出削減のための管理技術の開発
本研究では、高齢林の炭素蓄積能の維持、台風等の自然災害リスクに対する森林の立地、構造因子との関係についての解析が進み、炭素固定を維持、増強できる適正な管理技術に関する知見が得られつつあることから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

a. 人工林の実態調査から高齢林では従来の想定以上に炭素蓄積能を有すること、台風等の被害には、林齢、地形要因、施業履歴等の影響が示唆され、炭素固定能力の管理技術を開発するには、人工林の齢級管理、林分配置、施業技術の適正化が重要であることを示した。

b. わが国のほぼ半数を占める天然林に関しては、北海道の落葉広葉樹林及び九州の常緑広葉樹林を中心に、炭素蓄積量と生産量の変動する要因を含めた解析が進み、攪乱サイズと履歴による林冠構造を指標とした炭素固定機能評価が解明されつつある。

c. 温暖化の影響をより受けやすいことが危惧される冷温帯林については、森林の物質生産過程と成長動態に及ぼす環境要因の解明が進み、炭素固定モデルを開発するための道筋がついた。

② 農地からの温室効果ガスの排出削減のための管理技術の開発
本研究では、各地での圃場試験において、CH₄・N₂O排出特性が明らかにされるとともに、堆肥等の有機物施用、田畑輪換、カバークロップ不耕起栽培体系等の個別技術について、温室効果ガス排出削減に対する有効性の検証が進んでいることから、目標は達成できる見通しであると考えられる。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

a. 圃場試験においては、過去2年間に土壌炭素蓄積量とCH₄、N₂O発生量のモニタリングデータを収集・解析した結果、黒ボク土の畑及び草地からのN₂O発

生量が少ないこと、転換畑からの N_2O 発生時期や復元田からの CH_4 発生量が少ないことなど、いずれの圃場でも共通の現象が明らかとなった。

b. 堆肥等の有機物施用、田畑輪換、カバークロープ不耕起栽培体系等の技術が温室効果ガス排出削減及び炭素吸収源機能を確保するために有効であることを明らかにした。

c. これまでデータの乏しかった耕作放棄地について、放棄前作目や管理に伴う土壌炭素収支のデータが得られた。

③ 水産業において環境変動に対処する技術の開発

本研究では、ニシンの水温変化による生理的变化を明らかにするために飼育実験を行い、高温限界水温を明らかにするとともに、稚魚放流実験を実施しており、放流技術、育成方法の開発に向け順調に進んでいる。マツカワについては、成長限界水温、高温耐性メカニズムを明らかにしたことから、目標は達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

a. ニシンについては、水温変化による生理的变化を明らかにするために飼育実験を行い、生残可能な限界水温は 22°C 、安定的に飼育可能な上限は 20°C であることを明らかにした。

b. マツカワについては、高温側の効率的な成長限界温度は 20°C であり、高温時には給餌量の低下が代謝を抑えること、高温馴致には4週間程度が必要であることを明らかにした。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

森林では、生態系における生育環境の劣化や自然リスクの影響を評価するための生理生態的プロセスとして考慮すべき因子（森林側、環境側の双方に存在）を抽出して、それらを具備した影響評価手法の開発が急務である。将来の環境変化を見通した森林管理上の適応策に反映するとともに、具体的な事象データを基にした予測及び評価手法の開発が必要である。

農地では、各圃場試験のデータの収集・解析の継続が重要である。また、対象とした削減技術の効果に対するデータを基に年次変動を明らかにするとともに、定量性の信頼度を高め、各課題において、LCAの導入や広域評価を進める必要がある。さらに、各種技術適用時の排出量及び吸収量（固定）の広域評価するために、西南暖地の畑作における課題が欠落しているので導入することを検討する必要がある。

海洋では、ニシンが産卵回帰を開始するので、放流群別生残率を分析する。また、室内実験によりニシン卵発生、ふ化、ふ化仔魚の生残、摂餌、成長への水温影響を明らかにする。マツカワについては、水温上昇速度及び馴致期間を設定し、高温馴致飼育の効果の検証を行うとともに、給餌法に改良を加える。

これらの計画を実行するに当たり、炭素循環チーム、影響評価チームと連携を取りながら、中間検討会及び打合せ等を実施し、進行管理を行う予定である。

プロジェクト研究推進体制

(課題名：安全で信頼性、機能性が高い食品・農産物供給のための評価・管理技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局

事業担当課長 研究開発課長 引地和明
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官 大谷敏郎

2. プロジェクト研究運営委員等（技会事務局以外）

(1) 外部専門家

茨城キリスト教大学生生活科学部教授	板倉弘重
東京農業大学応用生物科学部教授	高野克己
財団法人日本醤油技術センター理事長	眞鍋勝

(2) 関係行政部局

大臣官房企画評価課技術調整室長
総合食料局食品産業企画課食品産業調整官
消費・安全局消費・安全政策課長
消費・安全局表示・規格課長
消費・安全局農産安全管理課長
生産局種苗課長
生産局園芸課流通加工対策室長
水産庁増殖推進部参事官

3. 研究実施体制

プロジェクトリーダー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所食品安全研究領域長	川本伸一
---	------

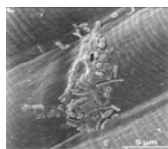
チームリーダー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所食品安全研究領域長	川本伸一
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所食品分析研究領域長	安井明美
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所食品機能研究領域長	津志田藤二郎

安全で信頼性、機能性が高い食品・農産物供給のための評価・管理技術の開発

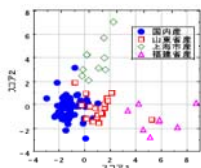
(1) 食品の安全・信頼を確保するための評価・管理技術の開発

①生産現場や食品製造現場に対応したGAP(適正農業規範)等の確立に資する、新たな危害要因制御技術の確立



バイオフィルム制御
(多糖類に包まれた微生物は殺菌しにくい)

②原産地、生産履歴情報、品種・系統等、高度偽装防止技術システムの構築

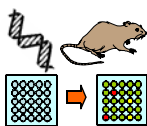


原産地判別

③安全性管理の国際化に対応した標準物質の製造技術体系と精度管理システムの構築

(2) 食品・農産物の新たな機能性解析技術の開発

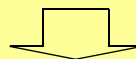
ニュートリゲノミクス等を活用した丸ごと食品・農産物の総合的な機能性・安全性解析技術の開発



ニュートリゲノミクス
(栄養成分応答性遺伝子解析技術)

食の安全・健全な食生活に対する関心の高まり

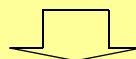
- 生産者は、高付加価値の農産物を作りたい。
- 消費者は、おいしくて、健康に良い食品・農産物を求めている。



農場から食卓まで一貫して食の安全を確保し、消費者の信頼を回復するとともに、健全な食生活を実現するための食品および農産物が求められている。

期待されるアウトカム

- 食品および農産物の安全・信頼性の確保および信頼性の高い機能性食品・農産物指標の提供。
- 育種目標として研究に取り組む(ブランドニッポン等)。



安全な食品 の提供	偽装表示 の抑止	消費者が 安心して 食品を購入	食事バランス による健康の 維持増進
--------------	-------------	-----------------------	--------------------------

- 独自技術による国産農水産物の安全、安心と優位性の確保による需要の促進。

大課題 1	食品の安全を確保するための評価・管理技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	川本伸一 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所・食品安全研究領域長		
研究費	4 6 4 百万円内数 (954百万円内数)	実施期間	平成 1 8 年度～平成 2 2 年度
共同研究機関	独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所、財団法人食品薬品安全センター秦野研究所財団法人日本穀物検定協会中央研究所、東京都健康安全研究センター、埼玉県農林総合研究センター、北海道立中央農業試験場、広島県立総合技術研究所、国立大学法人東京大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人北海道大学、国立大学法人九州大学、国立大学法人岐阜大学、国立大学法人東京海洋大学、国立大学法人静岡大学、国立大学法人信州大学、学校法人玉川学園玉川大学、学校法人近畿大学、株式会社サタケ		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (1) 食品の安全を確保するための評価・管理技術を開発する 生産現場や食品製造現場で利用できる新たな危害要因検知・制御技術を開発する。 安全性管理の国際化に対応した標準物質の製造技術体系と精度管理システムを構築する。 【研究目標の説明】 現場（農家・加工業者・流通業者）に対応した、①微生物やかび等に由来する天然毒の検知・制御技術の開発、②加工により生じる有害物質等の評価・制御技術の開発等、食品の安全性を確保する技術を開発する。 また、③食品の安全性管理の国際化に対応するため、精度管理に必要な標準物質を作成すると共に、再現性の高い分析法を開発する。 特に、プロジェクト前半（2年間）では、食品の危害要因として最大の食中毒菌について、動態解析に基づく制御技術開発および生産・食品製造現場での自主衛生管理に利用可能な簡易・迅速検出あるいは高感度複数同時分析技術等の基本スペックの構築・評価を行う。また、内外での規制が強化されつつあるかび毒について、GAP(農業生産工程管理)のより具体化・高度化のためのかび毒制御に関する科学的根拠の蓄積などを行い、有害化学物質等についてはこれら要因を分析評価し、実体解明を行うことを目標とする。さらに開発手法の普及の加速化につながる分析値の質の管理と保証のため、外部精度管理検査の実施・日本型食品の標準物質の製造技術基盤の構築等を目標としている。			
2. 研究目標の達成度等 プロジェクト全体として2年間の目標をほぼ達成できた。 特に行動規範に反映できる成果や実用化が期待できる技術が開発されるなど各研究目標毎に以下のとおり成果を上げている。 ① 微生物やかび等に由来する天然毒の検知・制御技術の開発 ・食中毒菌（サルモネラ・腸管出血性大腸菌O157・リステリアモノサイトゲネス）の3種同時検出キットを開発し、多種類の食品試料により、公定法より簡便な方法であるがその検出精度は同等またはそれ以上であることを確認した。 ・食中毒菌（リステリア属菌・リステリアモノサイトゲネス・黄色ブドウ球菌）の蛍光			

マイクロコロニー法による複数同時検出において、検出用プローブの開発・性能評価を行い、その有効性を明らかにした。

- ・近赤外法による生乳微生物汚染を迅速検出するため、一般生菌数定量の検量モデルを構築し、ハンディタイプの測定装置を設計、試作した。
- ・野菜の部位毎の細菌汚染状況を明らし、キャベツ表面の細菌が付着しやすく除去困難な部位を同定した。また界面活性剤、マイクロバブル、微酸性次亜塩素酸水処理の組合せにより実用性の高い野菜の最適殺菌条件を明らかにした。
- ・乳頭衛生管理用に開発した泡施用装置は、実証試験により有効性を確認した。
- ・現行法以上の精度の卵殻表面のサルモネラ殺菌評価システムを開発した。
- ・赤かび毒汚染低減のための農薬散布適期を検討し、「二条大麦で穂揃い10日後、小麦で開花20日後」が重要であることを確認した。これにより、より確実・効率的に赤かび毒汚染リスクの低減を行うことができる。
- ・*Penicillium*属産生かび毒の多種一斉同時分析法を開発し、また誘導体化なしで検出不可能であった*Fusarium*属産生かび毒フモニシン類の高感度検出・定量する技術確立した。

②有害化学物質等の評価・制御技術の開発

- ・現場に普及可能なよう、官能検査、機器分析により風味を維持していることを確認し、かつアクリルアミドを低減させた焙じ茶製造技術確立した。
- ・日本のホタテ貝に特有の下痢性貝毒ペクテノトキシン6について、経口投与では下痢性がないことを明らかにし、暫定許容量は0.35mg/kgと評価した。
- ・スギヒラタケ事件の科学的解明のため、致死性毒物質等の精製に成功し、糖タンパク質であること等を明らかにした。

③ 国際標準化のための基盤構築

- ・小麦中のかび毒（デオキシニバレノールとニバレノール）、精米中のカドミウムの外部精度管理試験を実施し、また茶のアクリルアミド標準物質の製造基盤確立した。精米中のカドミウムの外部精度管理については計画を前倒しし、試験を開始した。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

食中毒菌の多重検出法の開発では、食中毒菌（サルモネラ・腸管出血性大腸菌O157・リステリアモノサイトゲネス）検査キットが試作され、各種食品への適応性が確認されつつあり、実用化の見込みが高い。また、リステリア属菌・リステリアモノサイトゲネス・黄色ブドウ球菌の高感度マイクロコロニー法による複数同時検出技術は、キット化の可能性が高い。両技術共に食品企業における自主衛生管理や汚染実態調査の迅速検出法として有用である。

鶏卵表面の殺菌評価システムは現行法よりすぐれており、鶏卵の衛生・流通管理の高度化に適用できる。野菜洗浄技術は、生食野菜による食中毒リスクの低減に効果的な実用技術であり、乳頭泡施用装置も実用段階にあって、生乳の衛生管理・品質の向上に大きく寄与するものと期待される。

赤かび毒制御技術の開発については、既に一部の県の病虫害防除基準等に反映され、農水省が策定を進めている「麦類のかび毒防止・低減のための行動規範（仮称）」にも反映される予定である。かび毒の一斉分析技術や高感度検出・定量系の開発は、リスク管理のための汚染実態調査等に威力を発揮するものと期待される。

開発した焙じ茶製造技術も現場に普及可能な段階にあり、焙じ茶のアクリルアミドリスク低減に大きく貢献するものと期待される。

また、かび毒の外部精度管理調査の実施や日本型食材の標準物質作成は、分析値の質の管理と保証を行うものであり、リスク管理における分析値や国際基準策定の際の我が国のデータの信頼性保証に大きく寄与する。さらには開発した手法の普及加速化にも寄与するものである。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

食品の安全に関する研究については、本年度で中止とし、フードチェーン全体の食品の安全に関する研究を網羅的・効率的に行うため、平成20年度より新規委託プロジェクト「生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発」において、実用化が期待できる技術や行動規範に反映可能な研究課題に重点化して別途研究を推進することになった。

大課題 2	食品表示の信頼性を確保するための評価・管理技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	安井明美 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所・食品分析研究 領域長		
研究費	4 6 4 百万円内数 (954百万円内数)	実施期間	平成 1 8 年度～平成 2 2 年度
共同研究機関	独立行政法人農林水産消費安全技術センター、独立行政法人農業環境技 術研究所、独立行政法人農業生物資源研究所、独立行政法人国際農林水 産業研究センター、独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所、社 団法人農林水産先端技術産業振興センター、北海道立中央農業試験場、 大阪府環境農林水産総合研究所、群馬県農業技術センター、福島県農業 総合センター果樹研究所、山形県農業総合研究センター農業生産技術試 験場、香川県農業試験場、愛媛県農業試験場、国立大学法人東京大学、 国立大学法人神戸大学、国立大学法人東京工業大学、国立大学法人岡山 大学、株式会社ユーワークス		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) 食品表示の信頼性を確保するための評価・管理技術を開発する。 原産地、生産履歴情報、品種・系統等の高度偽装防止技術システムを構築する。 【研究目標の説明】 ①農産物及び水産物の産地・生産履歴等の判別技術の開発、②農産物（加工品含む） 及び畜水産物の品種判別技術の開発、③開発した技術について室間共同試験による判別 技術の妥当性確認を行い、④ユビキタス情報提供技術を開発し、食品の高度偽装防止技 術システムを構築する。プロジェクト前半（2年間）は、判別技術については、判別に 用いる知見の蓄積と、ユビキタスについては、運用試験等のための基礎的な技術の開発 を目標とする。			
2. 研究目標の達成度等 個別課題の検討項目としては、一部計画より遅れている部分もあるが、計画を前倒し している部分もあり、チームとしてはほぼ計画通り進捗している。各目標に対する成果 は以下のとおりである。 ① 農産物及び水産物の産地・生産履歴等の判別技術 ・カボチャの産地判別に有用な3 元素 (Ba, Sr, Mo) が明らかとなった。さらに元素数を増 やした判別モデルを年度内に構築する。 ・産地判別のための無機元素の新規測定法として、即発γ線分析、放射化分析法の可能 性を示した。 ・有機栽培農産物の判別のため、δ ¹⁵ Nが指標として有用であることを示した。 ・多種類の香辛料や乾燥野菜の放射線照射の有無を簡易（前処理なし、分析時間：2 分） に確認できる光ルミネッセンス (PSL) 装置を開発した。 ・ヒラメの筋肉中の脂肪酸組成によって、天然・養殖の判別が可能であることが明らか になった。 ② 農産物（加工品含む）及び畜水産物の品種判別技術 ・醸造酒を試料とする原料酒米の判別のための基本技術を開発した。 ・小麦特異的に検出するSSR マーカー10 組による品種識別技術を開発し、国内市場に			

流通する58 品種のカatalogを作成した。また、8品種間で、小麦遺伝子上に90カ所170 塩基対のSNPを見いだした。簡易なアガロースゲル電気泳動法により4組のSSR マーカ―を利用して加工品の品種識別が可能であった。

- ・大麦・裸麦の主要流通19 品種の品種識別が可能な最小5SSRマーカ―のセットを検索した。最小マーカ―セットを複数試験室で共同で検討し、大麦加工品の品種識別が可能であることを示した。
- ・アズキのアズキ落葉病抵抗性遺伝子に強連鎖したSTS マーカ―、レトロトランスポゾン配列による「きたのおとめ」、「しゅまり」の特異マーカ―を開発した。
- ・豪州産牛と国内産牛について、7個のDNAマーカ―で識別可能な信頼性・検出率が高い技術を開発・特許化し、そのうちの4個のDNAマーカ―で、国内黒毛和種・国内ホルスタイン種・豪州産各300件以上、計900件以上の試料を用いて実用的に識別可能であることを確認した。
- ・海外育種会社から輸入している国内商社系のブロイラー（国内ブロイラーの90%以上）は2つの特異的なmtDNA の塩基配列を持つことを示した。
- ・豚のDNAシーケンススペースで3600個以上のSNP を検出した。またブタ16 グループの384 個体による参照DNA パネルを作製した。
- ・主要な原料魚種20 種のミトコンドリアDNA の全塩基配列を決定した。水産加工品の原料魚のミトコンドリアDNA による種判別法を開発し、辛子明太子に用いる原料卵の原料魚種判別法マニュアルを作成した。魚肉蛋白質のミオグロビン、ミオシンのペプチドマップを作成し、種特異的なアミノ酸配列をもつペプチド消化物を用いた魚種判別法を開発した。

③ 判別方法の妥当性確認

- ・生鮮イチゴ、コメの品種識別及びタマネギの産地判別については、室間共同試験を実施し妥当性を確認した。イチゴ及びタマネギについては妥当性が確認された判別法がマニュアルとして、それぞれ種苗課並びに野菜・茶業研究所及び農林水産消費安全技術センターのウェブサイト公開されている。
- ・γ線の代替としてX線照射装置を用いた照射食品検知法の単一試験室による妥当性確認を行った。

④ ユビキタス情報技術の開発

- ・コメの情報提供システムとして、生産履歴情報だけでなく、品質情報も合わせて提供できるシステムを構築した。具体的には、独立して存在する生産情報DB と品質情報DB を連携し、複数産地対応の技術開発を進め、大手量販店による全国規模の30 数品目にわたる試験運用を開始した。
- ・在庫管理と販売管理と情報開示を同時に実現するPOSシステムを試作した。
- ・生産履歴記帳と農薬チェックを行う農薬ナビシステムとの連携を行うため、SEICA標準ファイル形式を策定し、その入出力インターフェースを開発した。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

開発した各種判別技術のうち、室間共同試験等で妥当性が確認された技術は、マニュアルとして農林水産省種苗課もしくは（独）農業・食品産業技術総合研究機構野菜・茶業研究所もしくは（独）農林水産消費安全技術センターのウェブサイト公開され、行政機関等の食品表示監視業務等で活用されている。このように、今後とも開発した技術の妥当性確認を行い、行政機関等で公開され、表示の偽装を見破る技術（科学的検証）として、立ち入り調査等の社会的検証を効果的に行うモニタリングに使用されるとともに、偽装の抑止力として活用されるものと考ええる。

また開発した香辛料や乾燥野菜の放射線照射検知のPSL測定装置は、既に10台以上が市販され、食品企業の自主検査などに導入されている。現在は、更に判別精度に関して科学的な裏付けを確認しており、より簡易・迅速な分析法を提供することで活用範囲が広がるものと考ええる。今後、国際的には植物検疫に放射線照射が利用される見通しもあるため、それに対応した技術（対象：農産物、低線量）の照射検知技術を開発すること

を今後の検討課題としている。

また、ユビキタスで開発している技術は、従来にない詳細な生産情報と品質情報を提供可能であるため、新たな流通販路として普及する可能性がある。既に大手量販店による大規模な試験運用を開始している。新型POSに関しても試用が予定されており、今後、その効果を客観的に評価して開発にフィードバックすることで、製品化に進めるものとする。さらにデータベース連携技術は、特に近年進展が著しい地図データベースとの連携により、農産物流通の地産地消を促進する形で、消費者の食の信頼性確保に貢献するとともに、生産者の意識改革にも役立ち、理想的な食農連携に結びつけることができる。いずれも食品産業が民間のみでは打開できないニーズを実運用あるいは民間への技術移転し、製品化により社会に貢献することを出口としている。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

研究課題の多くは、来歴の明らかな試料を多数収集することが、目標達成の鍵となっている。そのために、必要な行政部局等の協力、特に農林水産消費技術安全センターの全国ネットワークを利用した試料収集を行う予定である。

今後は、予算の圧縮に対応し、判別モデルの提案、妥当性確認等が困難と考えられる課題、十分な成果が得られた課題等について、見直しを行い、重点化して研究を推進する。特に、ユビキタス研究については、今後の取組みを絞り込むと共に成果を民間等に技術移転できるよう行政部局とも相談し、開発を進め、終了する予定である。

大課題 3	食品・農産物の新たな機能性解析技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	津志田藤二郎 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所・食品機能研究領域長		
研究費	464百万円内数 (954百万円内数)	実施期間	平成18年度～平成22年度
共同研究機関	独立行政法人国際農林水産業研究センター、独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所、独立行政法人国立健康・栄養研究所、国立大学法人東京医科歯科大学、国立大学法人東京大学、女子栄養大学栄養科学研究所、畿央大学、学校法人慈恵大学、学校法人日本医科大学、国立大学法人徳島大学、国立大学法人九州大学、越後製菓株式会社、キューピー株式会社研究所、東海物産株式会社		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(3) 食品・農産物の新たな機能性解析技術の開発

ニュートリゲノミクス（栄養成分応答性遺伝子解析技術）等を活用した、丸ごと食品・農産物の総合的な機能性・安全性解析技術を開発する。

【研究目標の説明】

科学的根拠に基づく、丸ごと食品・農産物の総合的な機能性・安全性を解析する技術を開発するため、まず基盤的評価として①ニュートリゲノミクスにより食品の有効性・機能性の網羅的に解析する。この評価結果を②分子認識や生体情報測定等による機能性評価技術で確認し、また③機能性成分の生体内吸収特性の評価し解明したメカニズムを提供し、④生活習慣病・メタボリックシンドロームの予防機能のヒト試験による検証において実際のエビデンスを確保する。また、実際の食品・農産物等の摂取を評価するため、⑤流通・加工における機能性成分変動を解明する。

プロジェクト前半（2年間）は、各評価技術の研究体制を整備、試験設計を構築し、個別機能成分の有効性・安全性評価手法を確立することを目標とする。

2. 研究目標の達成度等
個別課題の検討項目としては、一部計画より遅れている部分もあるが、計画を前倒ししている部分もあり、チームとしてはほぼ計画通り進捗している。各目標に対する成果は以下のとおりである。
①ニュートリゲノミクスによる有効性・安全性の解析技術の開発
・フラボノイド、リグナン、プロバイオティクス乳酸菌、魚油及び含硫化合物等の重要な機能成分のDNAマイクロアレイによる機能性評価手法を確立し、データ取得が可能になったことから、丸ごと食品・農産物の総合的な機能性評価を行うことが可能になった。
・ケルセチンやカロテノイドの過剰摂取など安全性評価に向けた評価手法を確立した。
・機能性評価を行った結果、魚油は脂肪酸合成に関与する転写因子SREBP-1c等を抑制し、砂糖（高炭水化物食）による脂肪肝は抑制するが、高脂肪食による脂肪肝は抑制しないことを明らかにした。これは、Ⅱ型糖尿病の主要な危険因子である脂肪肝の、成因に応じた食品成分の予防効果を明らかにするものである。
②分子認識や生体感覚情報測定等による機能性評価技術の開発
・近赤外分光法の吸収と血糖値に相関を見だし、ヒトの血糖値の非侵襲測定法として、

使用する光ファイバーの形状や測定部位などの最適条件を特定した。

- ・カロテノイド・アントシアニンの青果物あるいは加工品からの効率的な抽出条件及びHPLCによる一斉定量分析手法を確立した。
- ・生体感覚情報測定のため、味覚情報伝達への関与が推定される膜分子の発見や、咀嚼ならびに官能評価のための測定・評価システム開発に着手した。

③機能性成分の生体内吸収評価

- ・動物実験により、フラボノイドであるケルセチンの酸化促進作用や毒性が発生する摂取量を明らかにした。この摂取量以下では、生体内での抗酸能の発現に有効であることも明らかになった。
- ・ケルセチンとイソフラボンのヒト試験より、これらフラボノイドは、血漿中ではアルブミンとともに存在することを明らかにした。

④ヒト試験等による生活習慣病・メタボリックシンドロームの予防機能の検証

- ・疫学調査で果物・野菜の摂取量と骨密度に正の相関とその作用に関与する成分は β -カロテン等のカロテノイドである可能性が高いことなどを解明した。
- ・糖尿病予防効果があるといわれている桑葉食品については、その効果成分が医薬品に該当するため、ヒト試験に着手できなかった

⑤流通・加工による農産物の機能性成分の変動解析

- ・玄ソバのGABAが高圧処理により、温州ミカンの β -クリプトキサンチンはエチレン処理により増加することを見いだした。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

DNAマイクロアレイによる個別成分の機能性・安全性評価データは着実に蓄積されており、今後は丸ごと食品の評価が可能になった。これらのデータはプロジェクト終了時には公開できる見込みがあり、これにより広く国民に対する科学的根拠に基づいた有効性・安全性情報の提供に大きく寄与するものと期待されている。

近赤外分光法を用いたヒトの血糖値の非侵襲測定法の開発は、特許出願・実用化に向けた試作器の作成等により、日本だけでなく世界的にもニーズの高い、糖尿病リスク低減に役立つ「低GI食品」の開発に貢献するものと期待される。

また、アントシアニンやカロテノイドの分析法については、「食品機能性評価マニュアル第1集、第2集」に掲載・出版するまでになっており、広く加工流通業者・消費者等各方面で有効に活用される見込みである。

疫学調査による果実・野菜のカロテノイドの骨粗鬆症リスク低減作用の発見は、高齢化する我が国で果実や野菜の摂取の動機付けになるものであり、国民の対する正しい情報の提供を通じて、食生活の健全化に役立つものと期待される。

動物実験によって、代表的なフラボノイドの最大摂取量の予測が可能となったことは、今後DNAマイクロアレイによる試験結果と対比して考察することにより、これら機能性成分のより安全性の高い摂取範囲を設定するために役立つものと推定され、更なる研究の推進が図られるものと考えられる。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

ニュートリゲノミクス研究チームは、個別機能性成分のデータ蓄積を引き続き行うとともに、丸ごと食品の解析を開始する。また、得られたデータについて、類似疾病予測システムによる評価が可能となるよう、関係する機関等との連携を強め、継続して重点的な取り組みを行う。研究が前倒しで進展している成分分析の課題については、本年度研究を組み替えあるいは終了し、平成20年度からは機能性評価法の基準化に関する課題も実施する。全課題の内、ほぼ目標を達成した課題は終了する他、チーム組み替えを行い、効率的な研究を推進する。

プロジェクト研究推進体制

(土壌微生物相の解明による土壌生物性の解析技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局

事業担当課長 研究開発課長 引地 和明
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官 大谷 敏郎

2. プロジェクト研究運営委員等 (技会事務局以外)

(1) 外部専門家

国立大学法人茨城大学農学部教授	太田 寛行
秋田県立大学生物資源科学部教授	古屋 廣光
国立大学法人山口大学農学部教授	横山 和平

(2) 関係行政部局

大臣官房企画評価課技術調整室長
大臣官房環境バイオマス政策課長
生産局農産振興課環境保全型農業対策室長

3. 研究実施体制

プロジェクトリーダー

独立行政法人農業環境技術研究所研究コーディネータ 齋藤 雅典

チームリーダー

独立行政法人農業環境技術研究所生物生態機能研究領域上席研究員 藤井 毅

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター
土壌生物機能研究チーム長 竹中 眞

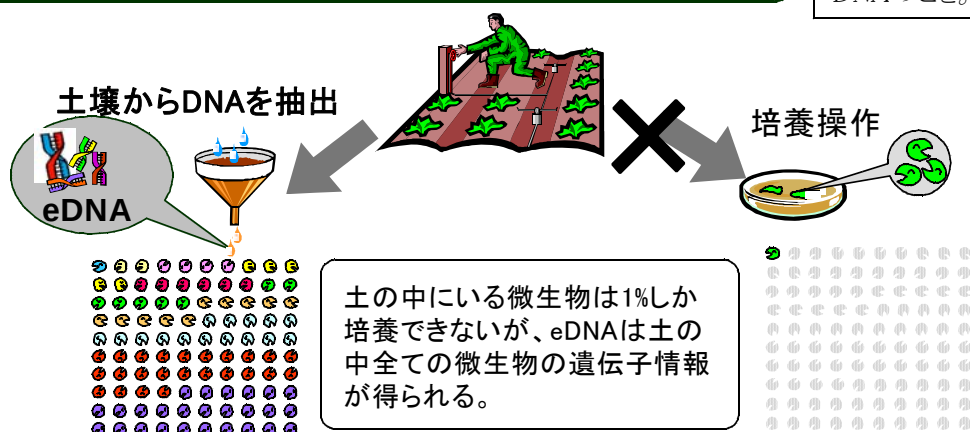
独立行政法人農業環境技術研究所生物生態機能研究領域長 對馬 誠也

土壌微生物相の解明による土壌生物性の解析技術の開発 (eDNAプロジェクト)

目的

- 土壌の生物性を解明するための基盤技術として、微生物相解析等による土壌生物性の評価手法の開発

eDNAとは、土壌試料から培養過程を経ずに得た微生物由来のDNAのこと。

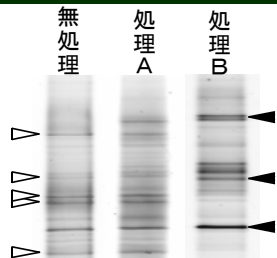


研究内容

eDNA等を用いた土壌生物相の解析手法の開発

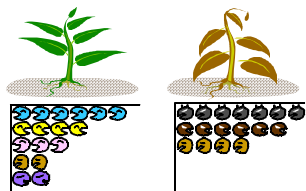
土壌生物多様性評価手法の開発

作物生産と土壌微生物相との関連性解析



eDNAの塩基配列情報のデータベース化

(対象土壌例)
連作障害、病害抑止土壌、堆肥連用、環境保全型農業実施土壌 等



得られる成果

- 土壌の生物多様性等による生物性評価手法の開発
- 連作障害、土壌病害等の生産性阻害要因と微生物相との関連の解明



- 農業活動における土壌生物多様性の意義の解明
- 土壌の生物的な機能の評価が可能となる基盤技術の開発

★ 適正な施肥管理、病原菌管理など、
土壌診断、環境低負荷型農業技術への応用

大課題 1	eDNA等を用いた土壌生物相の解析手法の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業環境技術研究所 生物生態機能研究領域 藤井 毅		
研究費	5 8 百万円	実施期間	H 1 8 年度～H 2 2 年度
共同研究機関			
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (1) eDNA等を用いた土壌微生物相解析手法の開発と標準化 【研究目標の説明】 土壌微生物相や土壌線虫相の解析のためにPCR-DGGE法の諸条件を最適化し、標準法を確立する。また、土壌から長鎖DNA及びRNAを抽出する技術を確認し、eDNA遺伝子バンクの構築やマイクロアレイ等を用いた土壌中での遺伝子発現解析法の開発に必要な基盤技術を確認する。			
2. 研究目標の達成度等 ① 様々な土壌生物相を解析するための標準解析手法の開発 本研究では、PCR-DGGE法で解析するeDNAの標準解析手法を開発し、解析手順をマニュアル化する等の成果により目標を達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。 a. 土壌生物相の解析に用いるPCR-DGGE法のプライマー配列や、サンプル調製法、PCR反応、電気泳動などの諸条件を検討・最適化することによって、各種土壌に生息する細菌、糸状菌、線虫それぞれの生物相を解析・比較するための標準法を開発した。 b. 上記標準法の検出能を定量的に明らかにするために、DGGEバンドとして検出できる微生物、線虫の検出限界を明らかにした。 c. 上記標準法による一連の解析手順をマニュアルとして本研究の各課題担当者に配布、今年4月、当該マニュアルを学会誌で公表する予定。 d. 開発したDGGE用マーカーは、近く市販される予定。 ② 土壌中の遺伝子の発現解析等に用いる長鎖DNAやRNAの抽出法の開発 本研究では、各生物相の機能遺伝子の単離や発現解析に必要な長鎖DNAおよびRNAの土壌からの効率的抽出法が開発され、目標を達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。 a. eDNA抽出法について、抽出緩衝液の組成、土壌の物理処理等を改良し、従来法では抽出が困難だった黒ボク土から長鎖DNAの抽出を可能とし、灰色低地土では従来法の4倍に達する量の抽出が可能となった。 b. RNAの抽出法について、滅菌したモデル土壌において腐植酸の夾雑が少ない高純度のRNAを多量に得ることができる抽出法を開発した。 c. 上記抽出法により得たRNAを用いて、滅菌土壌中において機能遺伝子（PCB分解菌の分解遺伝子）の誘導発現を、定量PCRで検出した（本年度目標以上の成果）。			
3. 来年度以降の研究計画と進行管理 ・開発した標準手法では、水田土壌中の線虫相の解析が困難であるため、水田土壌中の線虫相を解析するための標準的手法の開発を進める。			

- ・ 土壌からの長鎖DNAの抽出については、土壌から予め微生物画分を分離してeDNAを抽出する間接抽出法を取り入れ、より長鎖DNAの抽出を試みるとともに、長鎖DNAのBACライブラリーを作成し、未知の農業関連機能遺伝子を探索する研究を開始する。
- ・ RNAについては、滅菌土壌で得られた成果を踏まえ、異なるタイプの様々な土壌からも安定してRNAが抽出できるよう改良を加える。また、近年進歩の著しいマイクロアレイ技術や、大規模シーケンス技術を取り入れ、土壌中で生育する微生物の網羅的な遺伝子発現解析や、硝化・脱窒関連遺伝子などの機能遺伝子の土壌中での発現を検出できる技術の開発を目指す。
- ・ 大課題2で実施している機能遺伝子に関わる2課題では、純度の高いRNAの取得が重要であるとともに、発現解析のためにはRNAを用いた精度の高い解析系を確立する必要がある。そこで、これらを本大課題へ移動し、効率的に研究を推進したい。また、最近のシーケンス技術の急速な進歩に対応するために新たな課題を加えることによって、より精緻な土壌生物相解析のための基盤的手法の開発を目指す。

大課題2	作物生産と土壌生物相との関連性の解析及び土壌生物の多様性評価手法の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター 土壌生物機能研究チーム長 竹中 眞		
研究費	180百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	農業環境技術研究所、名古屋大学、東京農工大学、東京大学		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(2) 作物生産と土壌生物相との関連性の解析及び土壌生物の多様性評価手法の開発

【研究目標の説明】

連作障害、病害多発、堆肥連用等農業生産と関わりの深い土壌における土壌微生物相を調査・解析し、作物生産性と土壌生物相との関連を解析する。また、土壌微生物の多様性に基づく土壌の生物学的評価手法の有効性・可能性を評価するとともに、土壌微生物相等を指標とした土壌生物性の評価手法を開発する。

2. 研究目標の達成度等

① 主要な農耕地土壌における土壌生物相の解析および多様性等による生物学的評価手法の有効性の評価

本研究では、肥培管理の異なる各地の農耕地土壌における生物相の違いが見い出され、各土壌の理化学性や作物の収量等の栽培関連データを加えたデータをデータベース用情報として整備したことから、目標を達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

- a. 寒冷地野菜畑土壌のハウレンソウの連作圃場において、連作に伴い特定種の細菌が増加し、糸状菌の多様性が低下することを明らかにした。
- b. 暖地の野菜畑土壌において、施用する肥料や有機物の種類が微生物相に影響を及ぼし、細菌相より糸状菌相に明確に影響することを明らかにした。
- c. 全国のキャベツ畑圃場を対象にキャベツの作付、堆肥及び根こぶ病殺菌剤の施用について微生物相への影響を解析し、微生物相へは影響しないことを明らかにした。
- d. 土壌型及び異なる肥培管理の圃場を対象に解析した結果、細菌相は肥培管理より土壌の種類に影響され、糸状菌相は土壌の種類より肥培管理に影響されることを明らかにした。
- e. 各地の水田土壌の細菌相及び糸状菌相を解析し、肥培管理による影響が少なく、水田土壌の主要な細菌相を明らかにした。
- f. 褐色根腐病の発生程度が異なる圃場を対象に、褐色根腐病と土壌線虫、微生物の関係を検討し、病原菌DNAのPCRによる検出が病害発生予察に応用可能なことを示した。
- g. ダイコンのネグサレセンチュウ害を抑制するオカラ・コーヒー粕堆肥の施用について、オカラ・コーヒー粕堆肥の施用により根圏に特徴的な細菌相が定着する、あるいは自活性線虫が特異的に増加することを明らかにした。また、特異的に増加する自活性線虫のうち2種を同定するとともに、ネグサレセンチュウに拮抗する細菌株を単離した。

② 機能遺伝子等を指標とした土壌生物性の評価手法の開発

本研究では、病害を抑制する有機質資材の微生物相へ及ぼす影響を解析し、植物病原菌の孢子発芽に関わる遺伝子の発現解析、土壌窒素の代謝関連遺伝子発現等が解析され、目標を達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。

- a. *Fusarium oxysporum* の発芽孢子、発芽が抑制された孢子の全RNAから cDNAライブラリを作製し、発芽時と抑制時ではライブラリクローンの配列が異なることを明らかにした。クローンの遺伝子配列を解析し孢子発芽関連遺伝子の基礎データを集積した。
- b. 畑土壌中において脱窒関連の酵素遺伝子 *nirK*、*nirS*、*nosZ* を指標とした脱窒菌群の解析手法を開発した。*nosZ* を指標としてmRNAを鋳型にした解析手法を確立し、脱窒が存在する脱窒菌の一部でしか行われていないことを明らかにした。
- c. 水田土壌中の主要な脱窒菌群を、安定同位体¹³Cを用いたSIP法と *nirK*、*nirS* の解析により明らかにした。

3. 来年度以降の研究計画と進行管理

① 主要な農耕地土壌における土壌生物相の解析および多様性等による生物的評価手法の有効性の評価

本課題は、本研究の根幹であるので、引き続きデータを集積するとともに、有機農業を実践している圃場も新たに調査対象に加えるとともに、有機物含量の異なる土壌、作付け様式等の種類を増やしてデータベース充実に資する。さらに、作物生産と土壌生物相との関係性を評価する手法の開発、および評価手法の検証等に重点を置いて研究を推進する。

② 機能遺伝子等を指標とした土壌生物性の評価手法の開発

機能遺伝子を用いた解析にはRNA抽出の改良が必要であり、また機能遺伝子等の指標化による生物性評価手法開発に至るためには、さらに手法開発が必要であると考えられ、RNA抽出の改良を進めている大課題1に移動して実施することとしたい。また、課題211は予定通り進捗しているが、孢子発芽に関与する遺伝子の特定に至っておらず、今後の発展が難しいと判断されるので中止したい。

大課題 3	eDNA情報のデータベース化及び利用技術開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業環境技術研究所 生物生態機能研究領域 対馬 誠也		
研究費	400百万円	実施期間	H18年度～H22年度
共同研究機関	九州大学、東京農工大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (3) eDNA情報のデータベース化及び利用技術開発 【研究目標の説明】 土壌生物性の評価法の開発及び作物生産向上技術の開発に資するため、微生物種・機能・塩基配列等のeDNAの基礎的情報を土壌の種類、管理方法、作物生産性等と関連させてデータベース化する。また、eDNA情報を利用し病原菌等を簡易に検出・識別するための新技術を開発する。			
2. 研究目標の達成度等 ① eDNAの基礎的情報のデータベース化 本研究では、微生物種・機能・塩基配列のeDNAの基礎的情報のデータベースのプロトタイプを構築し、その利用法等を表示したトップ画面を作製した。また、大課題2-①で得られた土壌情報250件についての電子ファイル化、および各サンプルについて標準化のためのDGGEパターンを蓄積した。 ② eDNA情報等の利用技術の開発 本研究では、微生物同定用マイクロアレイの開発に加え、特異的プライマーの開発等、微生物の検出および識別手法を開発し、目標を達成できる見通しである。詳細な研究実績・成果については以下のとおり。 a. 微生物同定および類型化のマイクロアレイを作製した。 b. 作製したマイクロアレイを用いて土壌eDNAのモデル的解析手法を開発し、解析プログラムの開発に着手した。(本年度の目標以上の進捗) c. <i>Fusarium</i> 属菌のレース識別に有効な特異的プライマーの設計およびそれを用いた検出法を開発し、eDNAからの識別も可能であることを確認した。			
3. 来年度以降の研究計画と進行管理 ・構築されたデータベースのプロトタイプを基に、eDNAの基礎的情報を土壌の種類、管理方法、作物生産性等と関連させたデータベースを構築する。また、マイクロアレイによる土壌微生物検出手法の開発を進めるとともに、マイクロアレイ解析に基づく土壌生物相解析手法の開発をめざす。 ・eDNAを用いた特定病原菌の検出・識別法の実用化を目指す課題番号303では、病原性関連因子に基づく検出手法の開発が困難であることが明らかになったため、今年度までに明らかにした特異的プライマーの活用による、より精度の高い病原菌の識別法の開発に重点化することとしたい。			

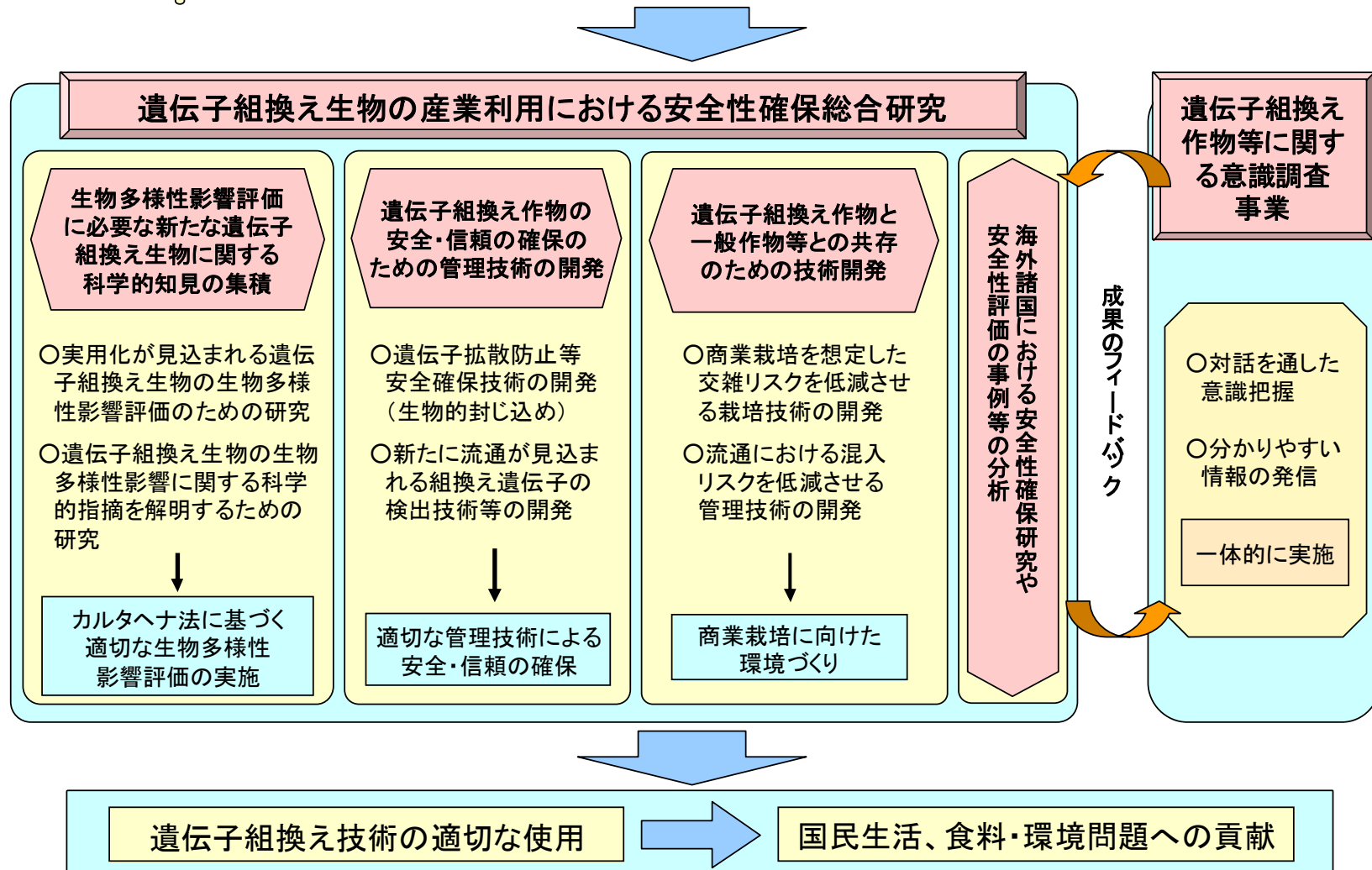
プロジェクト研究推進体制

(遺伝子組換え生物の産業利用における安全性確保総合研究)

1. 農林水産技術会議事務局
事業担当課長 技術安全課長
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官
横田 敏恭
門脇 光一
2. 評価にあたって意見を聞いた外部専門家等
(1) 外部専門家
筑波大学大学院生命環境科学研究科教授
鯉渕学園非常勤講師
鎌田 博
永田 徹
日本大学大学院総合科学研究科教授
矢木 修身
東北大学大学院農学研究科教授
西尾 剛
(2) 関係行政部局
大臣官房 技術安全課調整室
消費安全局 農産安全管理課、表示・企画課
3. 研究実施体制
推進リーダー
独立行政法人農業環境技術研究所生物多様性研究領域長
平井 一男
チームリーダー
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所
遺伝子技術研究チームリーダー
大島 正弘
独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所
安全性評価研究チーム
荒木 和男
独立行政法人農業環境技術研究所生物多様性研究領域
上席研究員
松尾 和人
田部井 豊
独立行政法人農業生物資源研究所遺伝子組換え研究推進室長
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所
食品分析研究領域GMO検知解析ユニット長
橘田 和美
独立行政法人農業環境技術研究所生物多様性研究領域
芝池 博幸
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所
飼料作物育種工学研究チーム長
高溝 正

遺伝子組換え等先端技術安全性確保対策

遺伝子組換え生物の生態系への影響や作物との交雑に対する国民の懸念



農林水産省 農林水産技術会議

プレスリリース

平成19年9月21日

農林水産省

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

独立行政法人農業生物資源研究所

独立行政法人農業環境技術研究所

花粉が飛散しないイネの開発その他の遺伝子組換え生物の安全性確保研究の成果について ～平成19年度の安全・安心につながる基礎・基盤研究成果の紹介～

農林水産省では、平成14年度から実施している委託プロジェクト研究「遺伝子組換え生物の産業利用における安全性確保総合研究」において、「花粉が飛散しないイネ系統を発見」するなど、遺伝子組換え農作物の実用化研究を進める上で、国民の皆さんの安全・安心につながる成果を着実にあげています。

このたび、主な成果を中間的に取りまとめましたので、お知らせします。

なお、本プロジェクト研究は、国民の皆さんの関心及び期待も高いことから、毎年その成果を取りまとめ、お知らせしていくこととしています。また、花粉が飛散しないイネの開発の詳細な成果は、8月31日付のPlant Biotechnology Journal 誌のオンライン版 (<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1467-7652.2007.00291.x>) に掲載されました。

記

I 花粉が飛散しない(閉花(へいか)受粉性)イネの開発状況について

開花せずに種子を形成できるイネ系統と原因遺伝子を特定しました。今後、花粉が飛散しないイネを開発するための基盤技術として期待されています。

» 詳細[PDF:262KB]

II 雄性不稔(花粉を作らない性質)アブラナ科作物の開発状況について

アブラナ科作物で、花粉を作らない性質の原因遺伝子を特定しました。今後、花粉を作らない遺伝子組換え作物を開発するための基盤技術として期待されています。

» 詳細[PDF:1.4MB]

III 自動花粉モニターの開発

特定植物の花粉を区別し、飛散量を正確に把握できる機器を開発しました。今後、遺伝子組換え作物を栽培した際の花粉飛散量を正確かつ効率的に把握する技術として期待されています。

» 詳細[PDF:342KB]

IV 輸入港周辺におけるセイヨウナタネ個体群の調査結果

毎年度調査結果を公表しており、今回の調査でも、セイヨウナタネの生育域は拡大していないことが確認されました。このことから、セイヨウナタネは周辺群落到に侵入した場合でも、競合により他の植物を駆逐して生育域を拡大することはないと考えられます。

» 詳細[PDF:2.4MB]

大課題 1	生物多様性影響評価に必要な科学的知見の集積（植物）		
チームリーダー氏名 所属・役職	作物研究所稲遺伝子技術研究チーム・チーム長 大島正弘		
研究費	106百万円	実施期間	平成18年度～平成20年度
共同研究機関	九州沖縄農業研究センター、畜産草地研究所、森林総合研究所、農業環境技術研究所、北海道大学、香川大学		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

（1）生物多様性影響評価のための手法開発

国内外で実用化が見込まれると判断される遺伝子組換え生物を対象とし、生物多様性影響の評価手法を開発する。

① 植物5種

【研究目標の説明】

今後の研究開発の進展により、これまでに環境中に放出されたことのない植物種での組換え体の作出と生物多様性影響評価の事例が発生することが予想される。すでに生物多様性影響評価に関する知見が集積されている植物種では、申請者も従前の申請例を土台として、評価すべき項目と評価手法を選択することが可能であり、審査者も従前の例を参照して適切な判断を下すことが可能である。しかし、今後は、これまでに先行事例が乏しい植物種の申請・審査が行われる可能性が高いことから、開発が想定される植物種について、我が国における交雑可能近縁野生種の特定や交雑検知技術の開発等、所要の知見の整備をあらかじめ行っておくことが重要である。本チームでは、上記の観点より、今後組換え系統の開発が予想される、サツマイモ、イチゴ、クリーピングベントグラス、ユーカリ属およびカバノキ属林木について、我が国での交雑可能野生種の特定、交雑性の評価並びに交雑検知技術の開発等について研究を進め、行政部局等での生物多様性影響評価における基盤的知見を取得し、これをマニュアルとして整備することを研究目的としている。また、同様な観点から、これまでは実生繁殖による環境への定着性に関する確実な知見がなかったスギについて、環境への定着性に関する基礎的知見を集積し、将来開発される可能性のある組換え系統の生物多様性影響評価の基礎的データを整備することも目的としている。

一方、生物多様性評価の特定の項目について、より適切な評価が可能となるような技術・知見の集積も重要である。当チームでは、この観点から、アレロパシー検知技術、耐病性植物での耐性菌の環境定着可能性の検討並びに虫媒性植物における交雑性評価手法の開発について、生物多様性影響評価に資する知見の集積と、技術の開発を進めているところであり、これらについて、マニュアルとして整備する事も当チームの目的である。これらの取組によって、生物多様性影響評価に必要な科学的知見を集積することが当チームの最終的な研究目標となる。

2. 研究目標の達成度等

①生物多様性影響評価試験に係わる基礎的知見の集積

1) サツマイモ、イチゴ、クリーピングベントグラスに関する生物多様性影響評価試験に資する情報の集積では、これまでに、交雑可能野生種の特定、交雑可能性の評価、交雑検知技術の開発等、当初の目標を着実にクリアしつつあり、今後想定される審査等のための知見が整備されつつある。クリーピングベントグラスでは北地ほど近縁野生種との開花期が重なり、交雑の可能性が高まることが明らかになった。また、イチ

ゴでも近縁野生種と分布状況の検討により、交雑を考慮すべき地域は極めて限定されること が明らかになった。これらの点が生物多様性影響評価の際に考慮可能であるかは今後の検討課題である。 この他の残された課題としては、交雑検知のためのプライマー等のさらなる拡充（クリーピングベント グラス）や交雑親和性の評価に関連したアポミクシスに関する知見の集積（イチゴ）が次年度に必要である。また、本年度までに得られた、育成環境が制御された温室内での結果を踏まえて、より自然環境 に近い環境下での交雑性の評価が必要になることも想定されるが、概ね順調に推進されており、残された期間でのマニュアル作成は十分に可能と思われる。

2) ユーカリ及びカバノキ属林木に関する生物多様性影響評価試験に資する情報の集積では、これまでに、 交雑可能性の評価や交雑検知のためのマーカーの開発等が進みつつある。この課題についても、残された期間で有効なマニュアルの策定は十分可能と考える。

3) これまで屋外に於ける定着性に関して確実な知見が乏しかったスギについて、定着に必要な環境因子 の解明が進みつつあり、光条件が重要であることがほぼ結論付けられた。また、自然環境下での定着が 実際にはかなり困難であることも判明してきた。これらの知見を踏まえた制御された環境での発芽等の 検討も行うことによって、今後組換えスギが実用化された場合の交雑浸透性を評価する際の基礎的な知 見の整備が期待される。

②生物多様性影響評価の特定の項目についての技術・知見の集積

1) これまで生育初期の植物への影響として評価してきたアレロパシーを、対象植物の全生涯に渡って観 察可能なシステムが完成しつつある。実際の評価試験での状況を想定した混植栽培での評価は行われな かったが、このシステムの利用によって、より広範囲なアレロパシー評価が可能になると期待される。 また、アレロパシーに際して発現が変動する遺伝子の特定など、基礎的な知見も集まりつつあり、順調 な伸展である。

2) 今後、開発が予想される抗菌活性タンパク質の遺伝子を組み込んだ病害抵抗性植物の環境に対する影 響としてもっとも懸念される当該抗菌活性タンパク質に対する耐性菌出現の可能性を検討した課題での 酵母モデル系の知見では、耐性獲得には負の側面が随伴し、耐性菌は抗菌タンパク質非存在下では、耐 性メカニズムに不可避に伴う反作用として生存に不利になることが示された。今後、実際の植物病原菌 において同様の知見が示されるならば、このカテゴリーの組換え体の開発並びに生物多様性影響評価に 対する重要な知見となりうる。この研究も年度目標をほぼ達成出来たものと判断する。

3) 虫媒植物における交雑性評価手法を開発する課題では、網室内でミツバチに正常な訪花行動を行わせることが可能な条件を精査した上で、ハチの行動を解析した結果、ハチの行動は訪花のための指標とな る花卉の形質と花蜜量によって決定され、花卉形質が異なる系統に対する明らかな選好性があることが 示唆された。課題としては順調と判断するが、次年度以降、この点に集中した解析が必要と考える。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

当チームの目標とする生物多様性影響評価に係わる知見の集積は、内容的に大きく2つに分けられる。第1の部分は、これまでに栽培経験のない植物種で遺伝子組換え系統が開発され、生物多様性影響評価が必要になる事態を想定した評価手法の開発であり、第2の部分は多様性影響評価に関する技術的な情報の整備である。前者では、それぞれの課題で、我が国での交雑可能野生種の特定がほぼ終了し、交雑性に関する評価も主に実験室レベルとはいえ、順調に進展した。また、仮に交雑が起こる可能性があっても、交雑個体を識別・同定する検知技術の開発が進展したことによって、実効性のある生物多様性影響評価が可能になりつつある。今後の残された期間で知見を更に集積することにより、当初の目的であった「マニュアル」の策定は十分に可能であり、これらの植物種で申請が計画された際の対応は格段にスムーズになるものと考えられる。一方、評価

の特定項目について、より適切な評価を可能にするための基礎的知見・技術の開発を任務とする課題にあっても、植物の全生涯に渡るアレロパシー試験の実施技術が完成されつつあり、今後の試験がより適切に行われることが期待される。また、抗菌性タンパク質遺伝子導入植物に於ける耐性菌の出現可能性に関し、仮に耐性菌が出現したとしても選択圧が存在しない状況では、生存に不利であることがモデル系で示唆されたことは、このような植物の作出に際しての評価試験のみならず、社会的な安心感の醸成にも寄与しうる可能性を持った成果と言える。虫媒性の評価に関する研究では、正常な訪花活動をモニター出来る条件が検討され、最適化された条件を用いた試験の結果から、ハチの行動を規定する要因が花弁形質と花蜜量であることが示唆された。これは花形質が同一の系統間と異なる系統間での相互の交雑可能性に関する重要な知見と言える。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

- 1) これまでに開発したシステムを更に改善し、供試植物との混植試験も検討することにより、全ライフ サイクルでのアレロパシー検定に関する公定法としてのポイントを明確にする。
- 2) クリーピングベントグラスと交雑可能な野生種の特定については、更に交雑試験を進め、屋外での知 見も含め、地域性も考慮した交雑可能性に関する知見を整備する。
- 3) サツマイモと近縁野生種の交雑性に関する研究は予定通り進める。
- 4) イチゴと近縁野生種の交雑性に関しては、交雑後代個体の環境適応性や雑種形成能力に関する検討を 進めると共に、これまでに得られた地域性に関する知見と生物多様性影響評価との整合性に関しても 検討を行っていく事とする。
- 5) ユーカリ属及びカバノキ属林木の交雑性に関しては、雑種個体識別に有効なマーカ一の開発を更に進 め、交雑性評価手法の確立に向けた研究を深化する。
- 6) スギの実生更新の態様を明らかにする研究では、自然環境と人工環境での相違点を踏まえた発芽率検 定法を構築していくこととするが、その際に、組換え体の生物多様性影響評価の一環としての研究の とりまとめのあり方についても更に検討を深めることとする。
- 7) カラシナディフェンシン耐性の酵母を用いた耐性菌の定着性解析を進め、環境定着可能性に関するモ デル系での結論を得ると共に、葉面上の真菌モニタリング手法の開発を進め、非標的真菌の動態解析 手法を開発する。
- 8) 虫媒性植物の交雑性評価については、花形質、特に花蜜量とハチの選好性が行動に与える影響の解析 に集中し、虫媒性の解析に関する一定の結論が得られるよう課題内容を変更する必要がある。

大課題 2	生物多様性影響評価に必要な科学的知見の集積（動物）		
チームリーダー氏名 所属・役職	荒木和男 水産総合研究センター養殖研究所生産技術部育種研究グループ チーム長		
研究費	102百万円	実施期間	平成18年度～平成20年度
共同研究機関	遺伝学研究所、玉川大学		
1. 研究目的と研究目標			
【研究目標】			
(1) 生物多様性影響評価のための手法開発			
国内外で実用化が見込まれると判断される遺伝子組換え生物を対象とし、生物多様性影響の評価手法を開発する。			
① 動物5種			
【研究目標の説明】			
本研究チームは、遺伝子組換え生物の実用化が見込まれる昆虫（カイコ、ミツバチ）、すでに実用化されている魚類（メダカ、ゼブラフィッシュ、大西洋サケ）及び微生物を対象に交雑性、競合性に関する生物情報の集積を行い、安全な遺伝子組換え生物の使用のためのリスク評価のマニュアルを作成することを目的にする。動物に関しては在来種の交雑可能な種の設定を行い実際の交雑の可能性、得られた後代が交雑種であることを証明する種判別可能なDNAマーカーの開発を目標に研究を行った。微生物に関しては特定の環境下における導入遺伝子の水平伝搬頻度及び競合性を明らかにすることを目標に研究を行った。			
2. 研究目標の達成度等			
〔昆虫、魚類〕			
1) カイコと在来種で唯一交雑可能な日本産クワコとの交雑についての過去の報告の収集を行うと共に、実際にカイコ雌とクワコ雄の交配を行い、得られた幼虫はクワコに近い運動性を示すことを明らかにした。また、ミトコンドリアcox1遺伝子の多型がカイコとクワコの種判別に使用できることを明らかにした。今後は、特定環境での交雑性や遺伝子の伝搬を解析し、交雑性試験用のマニュアルを作成できる予定である。			
2) 遺伝子組換えミツバチの実用化が見込まれるセイヨウミツバチと在来種で交雑可能な日本ミツバチの種判別が出来るDNAマーカーを開発し、自然界における両種の交雑性を見るため両種の女王貯精嚢中の異種の精子の解析を行ったところ、異種間交尾が高頻度でおこなっていることが明らかになった。今後は、解析尾数を増やして情報の正確さの確認を行い、交雑性試験のマニュアルを作成する予定である。			
3) ハイナンメダカと日本各地のメダカ及びこれらの交雑後代(F1)を用い、昨年度開発したPCR-RFLP法による種判別の有効性が確認された。これまでに得たメダカの生物学的情報等と開発した交雑試験をもとに交雑試験マニュアルの素案を作成した。また、遺伝子組換え動物の交雑性評価についても案を作成出来た。得られた情報をもとに交雑性試験・評価マニュアルが作成される予定である。			
4) ゼブラフィッシュと在来コイ科魚類のうち繁殖特性に近いモロコ類と交雑試験を行い、得られた交雑胚は消化管の形成不全で死滅することが確認できた。また、ゼブラフィッシュとモロコ類を種判別出来るDNAマーカーの開発に成功した。今後は得られた後代が交雑種である確認を行い、交雑試験のマニュアルを作成する予定である。			
5) 大西洋サケと、ブラントラウト、ニジマス、オショロコマ、イワナ間で人為交配実験を行った結果、生存性の交配魚を得た。今後は、得られた稚魚が交雑種であるこ			

とをSINEsを用いて証明を行うと共に、自然交配する可能性を検討し、交雑性に関する評価マニュアルを作成する予定である。

〔微生物〕

- 6) 遺伝子組換え微生物の微生物叢における競合性を解析するためのDNAポリメラーゼアレイと16Sアレイを作成し、荒津港と五ヶ所湾の海水中の微生物DNAの解析を行い、その差異を見ることが出来た。今後は、このDNAアレイ解析をもとに遺伝子組換え微生物の競合性を解析するマニュアルを作成する。
- 7) 乳発酵性の高い実用菌株から遺伝子供与菌株q14e1と受容菌株q14Rを作出し、これらを混合接種したヨーグルトおよび模擬チーズを製造し、乳加工用乳酸菌のための遺伝子伝搬試験のモデル手法を開発した。乳製品中の遺伝子伝搬を比較したところ、ヨーグルト中の遺伝子伝搬頻度は、合成ミルク培地より約100-1000倍高いこと、チーズ製造においては、工場内に排出されるホエー廃液中で遺伝子伝搬頻度が高いことが判明した。今後は、乳製品中における遺伝子組換え乳酸菌から他の菌への伝搬の頻度を調べ、導入遺伝子の他の菌への水平伝搬の評価手法を確立し、リスク評価のマニュアル作成に寄与させる。
- 8) 薬剤耐性遺伝子を導入した組換え乳酸菌を作製し、種々の微生物への水平伝播頻度を明らかにした。次に、組換え乳酸菌が自然界に放出されたことを想定し、まず土壌等の模擬自然環境において、組換え乳酸菌の挙動及び外来遺伝子の水平伝播特性を明らかにした。今後、模擬自然環境下における導入遺伝子の水平伝搬についてさらに詳細な解析を行い、遺伝子組換え微生物のモニタリング及び組換え遺伝子の水平伝播評価手法のマニュアル化を行う予定である。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

- 1) 研究レベルでは遺伝子組換えカイコの作成技術は完成されており、今後、実用化にむけて一種使用の申請の可能性があり、本研究で作成されるリスク評価マニュアルは、申請者に応用されると思われる。
- 2) 魚類については、既に鑑賞目的の蛍光蛋白質を発現する遺伝子組換えゼブラフィッシュやメダカが開発され、アメリカや一部のアジアの国で発売されており、我が国においても未届けで販売された経緯がある。今後、日本に於いても正式に申請される可能性もあり、申請者に遺伝子組換え魚の取り扱いについての正しい知識や、本研究で作成される交雑性についてのリスク評価の実験マニュアルを提供することは極めて重要である。
- 3) 大西洋サケについてはアメリカでの申請が許可された場合、我が国に輸入され、飼育・販売される可能性があり、それに備えて交雑によるリスク評価の実験マニュアルを作成することは極めて重要なことである。
- 4) 現在、遺伝子組換え技術の有用微生物への応用並びに実用化に向けた研究が活性化し、乳酸菌に関しては、明治乳業を始め日本の企業においても遺伝子組換え生物の開発が進められている。本研究で得られる、製品内や土壌中、海域中での導入遺伝子の水平伝搬や微生物の競合性のリスク評価を行う実験マニュアルは、今後、これら開発会社が申請をする際に利用することが想定され、早急に準備しておく必要がある。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

- 1) 昆虫、魚類は種が違えば生物特性や繁殖特性がかなり違うため、3年度に作成する評価実験マニュアルは共通部分を上げた上で、各種毎にまとめるのが望ましい。
- 2) カイコについては、2008年度に1種使用が申請されるとの情報もあり、担当者を含めた重点化が望まれる。
- 3) サケ科魚類が成熟するには受精後2年ないし3年間の期間を要することから、3年では西洋サケと他のサケ科魚類の交雑で得られた後代の繁殖特性を詳細に調べるのが難しいため、3年終了後もう2年延長することが望ましい。

- 4) 乳酸菌に関しては今後の便宜性を考えると、2つの課題で集積した実験データをもとに1つのリスク評価実験マニュアルを作成すべきと考える。
- 5) 中国では成長ホルモン遺伝子を新たに導入した遺伝子組換えコイが作出され、実用化を目指した申請がすでに行われているとの情報もあり、コイを対象とした新たな課題の立ち上げが望まれる。
- 6) 毒性を持つ土壌細菌の影響を解析する手法の開発の要求があるため新たな課題を立てることが望まれる。

大課題 3	生物多様性影響評価に必要な科学的知見の集積(国民の関心に応える調査研究)		
チームリーダー氏名 所属・役職	松尾和人 農業環境技術研究所・上席研究員		
研究費	133百万円	実施期間	平成18年度～平成20年度
共同研究機関	農業・食品産業技術総合研究機構、農業生物資源研究所、国立環境研究所、筑波大学、宇都宮大学、国際基督教大学		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(2) 国民の関心に応える調査研究

ダイズとツルマメの交雑試験等を行い遺伝子組換え作物の生物多様性への長期的影響等を明らかにする。

【研究目標の説明】

除草剤耐性遺伝子組換えダイズの栽培面積は年ごとに拡大しているが、ダイズと近縁な野生種ツルマメとの交雑性に関する科学的知見の充実と両種を用いた遺伝子浸透モデルの構築により、遺伝子組換え作物による生物多様性への長期的な影響を解明する。また、近年ナタネ陸揚げ港で報告されている遺伝子組換えナタネの野生化について、個体群の拡大の有無や雑種形成の程度を明らかにし、生態的な影響を明らかにする。そして、本研究で得られた成果を用いて、国民とのコミュニケーションに効果的な資料の作り方やプレゼンテーション手法を確立する。これらに基づき、本研究の成果を国民へ効果的に伝え、国民への還元に資する。

本チームでは、①ダイズとツルマメの自然交雑と遺伝子浸透、②ナタネ個体群の動態と近縁種との交雑、③マスメディアを介した効果的なコミュニケーション手法の確立を行う。

2. 研究目標の達成度等

①ダイズとツルマメの自然交雑と遺伝子浸透

- 1) 遺伝子組換えダイズとツルマメを近接して栽培したり、開花期を調整するなど人為的な操作により、遺伝子組換えダイズとツルマメとは、圃場条件下では交雑する可能性はあるが、その率は極めて低いことが示されている(これまでの実験では、32502粒中に1粒の交雑種子が検出されている)。
- 2) GMダイズ、ツルマメ、F₂雑種等を育て、開花期と播種後49日目の草丈を測定し比較した結果、F₂雑種は両親の中間の値を示し、組換え遺伝子の影響は、無いか、あるとしても草丈を小さくするものであることが示唆されている。
- 3) シミュレーションによりダイズとツルマメの交雑個体が、F₂以降自殖によって繁殖する場合には、越冬率や種子生産性に関わるダイズ遺伝子の作用により導入遺伝子の残存性は極めて低くなることが明らかになっている。

②ナタネ個体群の動態と近縁種との交雑

- 1) 鹿島港での带状区調査では、セイヨウナタネの発消長は、中央分離帯や縁石沿いなど限られた所に見られ、そこから周辺の空き地などに拡大してゆく様子は見られなかった。また、圃場での競合実験などの結果からもセイヨウナタネは他種を駆逐して分布を拡大してゆく種ではないことが示されている。
- 2) セイヨウナタネ由来のCゲノム染色体9種類を識別し、432の特異マーカーを見出し、在来ナタネ染色体と対合し難い3種類のCゲノム染色体を同定した。これらの染色体上の

形質は、在来ナタネへ導入され難いことを明らかにした。しかし、この3種類の染色体は、在来ナタネ染色体と行動を共にする頻度が高かった。

3) セイヨウナタネと在来ナタネの F_1 雑種の環境適応度を調査を行い、花粉量の多寡による雑種形成率、さらに F_2 世代における生育や RAPD マーカーによる染色体の脱落等についての知見が得られている。

4) *B. napus* の種内交雑の実験では、花粉親から 30m 離れた地点での交雑率は 0.17%、60m 離れた地点では交雑種子は検出されていない。一方、*B. rapa* × *B. napus* の種間交雑では交雑率は 2~48% と高いことが明らかになっている。また、交雑に及ぼす昆虫および風の影響を比較すると、昨年と同様にミツバチ放飼区の方が高い交雑率を示し、交雑へは風に比べ虫の影響が大きいことが確認されている。

③ マスメディアを介した効果的なコミュニケーション手法の確立

1) マスメディアの特性により情報が正確に伝わらない諸要因として、①生物学、農学など GMO を理解する上で必要な知識が欠如、②科学部の不在、③記者クラブ以外の情報源としては個人のネットワークに依存した情報収集、④他社との競争、⑤時間的な制約などが示唆されている。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

ダイズとツルマメとの交雑に関する研究成果は、生物多様性影響評価資料として用いられる。セイヨウナタネを用いて行われている競合実験などの手法は、生物多様性評価書の「競合における優位性」の評価手法として有効である。遺伝子組換えセイヨウナタネから在来ナタネが交雑してもその後代における環境適応度が低いことを科学的に示したことから、国民の「安心」に資する情報提供できると考えられる。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

①ダイズとツルマメの雑種の適応度を明らかにする。また、遺伝子浸透モデルを構築し、組換え遺伝子が ツルマメ集団に移行した場合の挙動を予測する。

②セイヨウナタネが他種を駆逐して生育地を拡大してゆく種であるかどうかを明らかにすると共に、交雑 に関与する生態的要因を調査し、交雑体の適応度を明らかにする。

③これまでに得られた成果を独法または行政部局のマスコミ PA 戦略資料として活用する。

大課題 4	海外諸国における遺伝子組換え生物の研究に関する調査		
チームリーダー氏名 所属・役職	松尾和人 農業環境技術研究所・上席研究員		
研究費	10百万円	実施期間	平成19年度～平成21年度
共同研究機関	(株) 食品科学広報センター、(株) 三菱化学安全科学研究所		
1. 研究目的と研究目標 【研究目的】 海外における遺伝子組換え作物の安全性に関する情報を収集し、分析し、プロジェクトの円滑な運営に資する。 【研究目標の説明】 海外における遺伝子組換え農作物の研究開発動向及び安全性確保のための技術や対策（規制体制、安全性評価手法、検出技術等）について調査・解析を行い、その結果をプロジェクト研究へ活用する。本チームでは、①EU諸国における共存に関する研究動向、②海外諸国における遺伝子組換え作物の交雑・混入防止技術に関する調査を行う。			
2. 研究目標の達成度等 ①EU諸国における共存に関する研究動向 1) EU諸国で進行している共存に関するプロジェクト(SIGMEA, CoExtra, Transcontainer)について、その 目的と運営体制を明らかにした。また、安全性確保に関する総合プロジェクトで行っている共存に関する研究課題と関連づけて、不足している部分ならびに強化すべき部分を明らかにした。 2) 欧州委員会、フランス農水省、ポルトガル農務省を訪問し、そこで得られた法規制や報告書の分析により共存の具体的な対策の制定過程、作業部会での検討内容、考慮された科学的根拠などの情報を収集した。 ②海外諸国における遺伝子組換え作物の交雑・混入防止技術 1) 遺伝子組換え作物について、最も厳しい混入防止策研究が進んでいる医薬品用途に使用する組換え作物の管理手法や栽培認可の根拠について米国の具体的な事例を得ることが出来た。			
3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果 EUにおける共存に関する研究やその背景を知ることにより、行政部局がわが国に適した共存対策作成のために要望する具体的な研究内容が明らかになる。			
4. 来年度以降の研究計画と進行管理 本研究課題では、行政が具体的な要望を示し、それについて社会科学的観点及び自然科学的観点からの研究アプローチが必要とされるため、両分野の研究者が本大課題に参画して進行してゆくことが必要である。			

大課題5	遺伝子組換え作物の利用における安全・安心の確保のための管理技術の開発（遺伝子拡散防止等安全確保技術の開発）		
チームリーダー氏名 所属・役職	田部井豊 農業生物資源研究所・上級研究員		
研究費	52百万円	実施期間	平成18年度～平成21年度
共同研究機関	農業・食品産業技術総合研究機構、石川県立大学、林木育種センター		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 （3）遺伝子拡散防止等安全確保技術の開発 イネの交雑による導入遺伝子の拡散を防止する等の生物的封じ込め技術を開発する。 【研究目標の説明】 遺伝子組換え農作物に導入された遺伝子が、花粉飛散等により野生種等に拡散することによる環境影響や、非組換え農作物との交雑等による混乱が懸念されている。また、将来的に工業原材料や医薬品等を生産させる非食用組換え植物の利用が想定されることから、野生種や食用農作物への遺伝子混入を確実に防ぐ必要がある。 本研究（チーム）では、①遺伝子流動制御技術として葉緑体への遺伝子導入系や雄性不稔系統の作出技術の開発、②閉花性イネや後代種子の発芽抑制技術等を開発して、将来にわたる遺伝子組換え農作物の利用に対して、安全・安心のための技術開発を行う。			
2. 研究目標の達成度等 ①遺伝子流動制御技術として葉緑体への遺伝子導入系や雄性不稔系統の作出技術の開発 1）葉緑体への遺伝子導入については、比較的容易と想定されたアブラナ科作物への遺伝子導入に成功していないが、計画当初より極めて困難であり世界的にも成功例がほとんどないイネ葉緑体への遺伝子導入に成功し、計画以上の進展があった。本技術は、将来にわたり重要な技術として高く評価されるものとする。葉緑体への遺伝子導入において、積極的にホモプラスミクにする技術は世界的にも開発されていないことから、この点について研究を進め、数年のうちに技術的に確立できるものとする。 2）雄性不稔組換え作物の開発において、計画通り進んでいる。アブラナ科作物において同種作物のプロテアーゼ遺伝子を利用することで安定した雄性不稔系統が得られており、植物ホルモン応答制御遺伝子を用いた雄性不稔系統が得られている。プロテアーゼ遺伝子により雄性不稔性を誘導できたのは世界的にも例がない。2年くらいを目途にすでに得られている雄性不稔作物の安定性やアブラナ科以外の作物において雄性不稔作物作出技術が確立されると想定される。 3）閉花性イネによる花粉拡散制御については、目的に合致した変異体が見いだされおり、閉花性の原因遺伝子 <i>spw1-c/s</i> を同定し、閉花性を誘導するメカニズムも特定されるなど、計画以上の進展があった。本研究は、2007年農林水産研究成果10大トピックスにも選定された優れた成果である。<i>spw1-c/s</i> 変異体をコシヒカリ、日本晴、台中65号、クサユタカ、夢あおば、クサホナミに戻し交配を開始した。 さらに、トリプトファン高含有組換えイネと閉花性イネとの交雑により、遺伝子組換えイネにおける閉花性と交雑抑制効果を検討するための材料作りを開始した。残りの研究期間（2年）において、閉花性を有する有望な育種系統が作出され、今後の遺伝子組換えイネの素材として提供されるとともに、遺伝子組換えイネを用いた閉花性による交雑抑制効果に関する知見が集積されると考えられる。			

②閉花性イネや後代種子の発芽抑制技術等の開発

- 1) 遺伝子組換え農作物由来の遺伝子を有する後代種子において発芽を抑制する技術、および栄養成長作物において根圏の成長制御技術については、誘導性プロモーターを用いて必要な時期に後代種子の発芽や抑制遺伝子の発現制御を行うものである。現在までに基本ベクターが構築され誘導性プロモーターの発現制御が確認され、後代種子の発芽時に致死に至る素材が確認されるなど計画通りに進んでいる。根圏制御については、課題担当者が変わるなどの理由で当初計画よりやや遅れている。しかし、2年後には、実験植物において誘導性プロモーターの有効性等が確認され、実用的な作物へ遺伝子導入を行い実証に移行できるものと考ええる。
- 2) スギにおいて、アブラナ科作物由来のプロテアーゼ遺伝子が導入された組換えスギが育成されており、またスギの葯特異的プロモーターが単離されるなど、成長が遅い林木を研究材料としながら、研究は計画通りに進んでいる。今後、雄性不稔性を確認しながら、実用に資する雄性不稔系統作出技術が確立し、数年のうちにスギにおいても有性不稔系統を作出する技術的基盤が整うと考えられる。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

本研究グループの全課題とも、社会・経済等に及ぼす効果として、我が国で遺伝子組換え農作物が商業栽培等が行われるようになった際の、交雑防止措置、生育管理、生物多様性への影響の軽減、さらにスギの雄性不稔性の付与は交雑防止措置を超えてスギ花粉症対策につながる研究として行っている。

我が国で遺伝子組換え農作物が商業栽培される場合、生物多様性へ影響評価、食用農作物であれば食品・飼料の安全性を確認して商業化となるが、交雑により非組換え農作物に拡散することや混入による風評被害等による流通上の混乱を懸念する生産者・消費者がいる。また、遺伝子組換え技術により導入された遺伝子によっては生物多様性へ影響するケースも考えられ、さらに工業原材料や医薬品等の物質を生産させる非食用組換え植物では野生種や食用農作物への遺伝子混入を確実に防ぐ必要がある。このような問題について、欧州ではすでに「共存」の取組が進められており、我が国でも同様の対策が必要となる。しかし、その対策は単に隔離距離等の設定ではなく、遺伝子組換え農作物拡散を防止したり、野生種との交雑種子の発芽を抑制するなど、積極的な交雑防止や生育抑制の技術が必要となる。

本研究技術は、農林水産省の策定した「「遺伝子組換え農作物等の研究開発の進め方に関する検討会」最終取りまとめ」に従って開発された遺伝子組換え農作物を実用化するために、一般市民の不安を取り除くために不可欠な技術であり、遺伝子組換え農作物によって得られる経済的効果を支える重要な技術と位置づけられる。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

- 1) イネ葉緑体形質転換系において積極的にホモプラズミック化を促すための技術開発に集中するため、アブラナ科作物の葉緑体への遺伝子導入は中止する。
- 2) 世界的にもイネ科作物の葉緑体形質転換の成功例はないことや、今後のバイオマス研究に資するため、サトウキビ葉緑体形質転換を立ち上げたい。
- 3) アブラナ科作物及び林木の雄性不稔組換え作物の開発は、計画通りに進める。
- 4) 閉花性イネの開発では、現行の課題は計画通り進めるが、低温耐性閉花イネを得るため新規課題を加えて変異体のスクリーニングを強化する。
- 5) 後代種子の発芽抑制技術は実用的作物の応用に進めることとし、根圏制御のために必要となる根特異的発現プロモーターの単離を加速する。

大課題 6	3 遺伝子組換え作物の利用における安全・安心の確保のための管理技術の開発 (新たに流通が見込まれる遺伝子組換え作物の検出技術の開発)		
チームリーダー氏名 所属・役職	橋田 和美 食品総合研究所・GMO検知解析ユニット長		
研究費	239百万円	実施期間	平成18年度～平成20年度
共同研究機関	(独)農研機構 食品総合研究所、(独)農業生物資源研究所、(独)農林水産消費安全技術センター、国立大学法人 大阪大学、近畿大学、(財)日本食品分析センター、(財)食品環境検査協会、(株)ファスマック、(株)ニッポンジーン		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (4) 新たに流通が見込まれる遺伝子組換え作物の検出技術の開発 新たにアルファルファ、テンサイの検出技術を開発するとともに、既存の検出手法の効率化及び未承認遺伝子組換え作物の検出技術を開発する。 【研究目標の説明】 わが国における遺伝子組換え(GM)作物の使用にあたっては、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」、「食品衛生法」等、各種関係法令に基づく安全性確認等の手続きが必要である。これらに加え、実際の使用にあたっては、生産・流通上の混乱を招かぬよう交雑や混入を防止する等の配慮が求められている。従って、遺伝子組換え生物の産業利用に際しての各種法令の遵守、及び安全・安心の確保のためには遺伝子組換え体の検知技術にもとづくモニタリング、検査等、各種調査が必要であり、そのためには実用的な検知技術の開発が必須である。本課題においては、新たに作出されるGM作物の検出技術の開発を軸に、新規検知手法の開発及び、安全性評価に必須なアレルゲン及び各種成分の分析に関して研究を推進する。			
2. 研究目標の達成度等 個々の課題において年度毎の研究目標はほぼ達成、或は、それを上回る進捗状況であると考え。従って、次年度以降も計画通りの進捗が見込まれる。以下に主要な成果を記載する。 ・ GMトウモロコシの検知法の効率化を目指し、マルチプレックスリアルタイムPCRを利用した新たなスクリーニング定量法を開発を行なった。また、新たにGMアルファルファが表示対象品目へ追加がなされたことを受け、GMアルファルファの検知技術の開発を行なうなど、実用的な技術の開発を行なっている。 ・ 今後、GM農産物のモニタリングにも機動性が求められることが予想されるため、多検体処理が可能な携帯型DNA抽出装置を開発し、実用化に向け検討を重ねている。新たなDNA 定量デバイスとして開発しているMicrofluidics型DNA定量チップについては、高感度化、効率的な試料導入法を開発を図っている。 ・ 多くの標的配列を効率的に検知し、網羅的にGM農産物の混入を検知する技術の開発を行なっている。LCRの多重化及び高度化、標的DNAの増幅を必要としないGM農産物検知用DNAマイクロアレイの開発を行なうとともに、多種類のPCR検査を同時に実施可能なリアルタイムPCRアレイの開発、性能評価を行ない、未承認GM混入の推定が可能であることを確認した。また、既存のDNA抽出キットの改良等を行ない、広範な植物種に適用範囲を広げ、そのリスト化を図った。			

・ コメアレルゲンに対する抗体の作製を進め、検出系の構築を進めている。既知の主要コメアレルゲンの検出に関しては作製抗体を用いて、ELISA法の改良を検討するとともに、感度や定量性、多重検出特性などに優れた近赤外蛍光検出法を適用した一括検出用や一粒分析法の開発などを進めた。食品データベースに関しては、コメ主要品種の収集、成分分析を行ない、分析値の入力・蓄積により拡充を図り一般公開へ向け準備を行なった。

・ GM農産物の迅速分析法の確立を質量分析を用いて取り組んでいる。制限酵素法、RNase処理法、及びUDG処理法を開発し、PCRからMS分析まで2時間以内にGMの有無を判別する手法を確立した。また、抽出過程が律速段階になることが示唆されていたため、抽出ゲノムDNAを鋳型とする以外に玄米粒等からの粗抽出液でも反応が可能なことを見だし、高速導入遺伝子検出系を確立した。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

何れの課題も、GM食品の表示の信頼性を確保、或は食品としての安全性評価に資するために、実用化を目指し研究開発を行なっている。

近年、食品分析法についてはその信頼性確保に対する関心が非常に高く、その使用目的に応じ必要なレベルの妥当性確認を行なうことが求められている。そこで、本チームの課題において開発された検知法についても、用途等を鑑み必要に応じて研究室間共同試験（コラボ試験）を行なうなどして妥当性の確認を行なっている。妥当性確認のなされた分析法については、論文作成に取り組むとともに、順次JASハンドブックへの掲載を提案し、信頼性のある標準分析法として確立する。このような取り組みは、GM食品の表示に対する信頼性の確保にも資するものである。

また、現在散発している未承認GMの混入について、今後も同様の事例の発生が否定できず、また、承認GM系統数の増加等もあることから、GM農産物の網羅的検知技術の開発が強く望まれている。本課題において取り組んでいる網羅的検知技術の開発とシステム化が確立された際には、未承認GM系統の農産物への混入を科学的に推定することが可能となり、より信頼性のあるモニタリングの実施が期待できる。

現在、わが国においてGM農産物は商業栽培されていないため、検知技術の適用は輸入された農産物、及びその加工品に限られている。しかし、近い将来、我が国において商業栽培が行われる際には農場から市場への流通経路がより短いため、迅速なモニタリング検査を伴う分別流通管理が求められることが予想される。また、今後日本で商業栽培されるGM農産物は生鮮野菜等を含む可能性もあることを考慮しておく必要がある。このようなことを背景に、迅速性、効率性、汎用性等を鑑み、Microfluidics型DNA定量チップ、MSを利用した高速遺伝子検出系、抗体による検出系等々技術の開発に取り組んでいる。このような基盤技術の開発及びその実用化は、多様なニーズに対する迅速な対応を可能とするといった観点からも非常に重要な課題であり、積極的に取り組んでいるところである。

今後、我が国におけるGM農産物の作出も期待されるが、産業利用を目指すためには安全性評価は不可欠である。安全性評価はGM農産物の開発段階から間断なく着実に遂行すべきものであるが、現在その体制が十分に整っているとは必ずしも言えない状況である。そのようななか、本課題において開発・拡充しているデータベースが日本における組換え体開発に伴う安全性評価に際してその一助になることが期待される。

GM農産物の開発・商業化を目指した取り組みがある中で、安全性評価と並んで、信頼のおける検知法を開発し提案することは、信頼のおける流通管理手法の構築にも資することであるので、積極的な取り組みを今後も行なう。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

上記目標を達成するため、各課題においてはそれぞれの研究計画に則り計画的に研究

を推進する。以下、簡単に記す。

- ・新規承認組換え農産物検知技術の開発としてGMテンサイの導入DNA配列の解析と系統特異的検知のための定性PCR法の開発を行なう。また、GMトウモロコシ定性検知法のコラボ試験を実施し、妥当性の確認を行なう。

- ・分析手法の迅速化、効率化のためにDNA定量デバイスと携行型DNA抽出キットを組み合わせたシステムを構築し、それぞれのデバイスの不具合を調整、最適化する。

- ・多様な植物体からのDNA抽出法の検討を行なうとともに、未承認GM農産物の混入推定のためにGMに特異的なDNAセグメントが網羅的に解析可能なモニタリングシステムの開発を目指す。

- ・近赤外蛍光検出法等を用いた高感度検出系の検討を進めるとともに、主要アレルゲンのELISAによる定量法の構築を行なう。食品成分データベースに関しては、その充実に努める。

- ・質量分析によるGMO高速検出システムの構築においては、多検体高速分析システムの確立をめざし、また、実証試験の検討も行なう。

また、年度途中で年度目標達成のため、計画の進捗状況確認および問題解決を目的とした中間検討会を開催し、その際、進捗状況に応じたスケジュールの再確認および再設定、推進上の問題があった場合にはその対処方法の検討などを行なう。また、突発的に行政対応の必要が生じた際は、優先的に取り組む。

大課題 7	遺伝子組換え作物と一般栽培作物等との共存のための技術開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	芝池 博幸 独立行政法人農業環境技術研究所 生物多様性研究領域・主任研究員		
研究費	172百万円	実施期間	平成18年度～平成20年度
共同研究機関	農業環境技術研究所、北海道農業研究センター、東北農業研究センター、中央農業総合研究センター、畜産草地研究所、家畜改良センター、種苗管理センター、京都大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (5) 遺伝子組換え作物と一般栽培作物等との共存のための技術開発等 国内での商業利用が想定される遺伝子組換え作物について、農家圃場規模で栽培した場合の交雑及び混入を防止・抑制する技術等を開発する。 【研究目標の説明】 今後、5～10年の間に国内において商業栽培が想定されるイネ等の遺伝子組換え作物について、一般栽培作物との交雑を防止・抑制するための方策の策定及び技術等の開発を行う。 具体的には、農家圃場規模でイネ等を栽培した場合に発生する花粉飛散や交雑の実態を把握するとともに、収穫時に生じる異品種の混入を含めた地域スケールで発生する交雑及び混入を総合的に予測・評価するシステムを開発する。 遺伝子組換え作物（GM作物）の生産状況を俯瞰すると、商業栽培が開始されて10年余りが経過し、その栽培面積は1億haを突破するに至った。わが国においても、輸入されるダイズやトウモロコシ、ナタネの大半が遺伝子組換えの品種に取って代わられている。しかし、消費者や生産者の多くは自然生態系への影響、あるいは非GM作物との交雑や混入に対する懸念を抱き、国内における商業栽培は見送られている。一方、世界のGM作物の開発状況を見ると、米国は開発の最前線に位置し、欧州はGM作物と非GM作物の「共存」を図るための条件整備を進めつつ、実用化研究にも力を注いでいる。また中国においては、GM作物の開発に対する国家予算の重点的配分が行われている。GM作物を巡る内外の情勢を踏まえると、わが国においても将来のGM作物の栽培及び流通に備えて、GM作物と非GM作物が共存するための要件を検討・整備しなければならない状況にあると考えられる。 本研究（チーム）では、農家圃場規模でイネやトウモロコシを栽培した場合に発生する花粉飛散や交雑の実態を把握するとともに、交雑を予測するための手法や交雑を抑制するための技術の確立に資する13課題を編成し、平成18年～20年の3ヶ年の予定で試験を実施することとした（一部、平成19年～21年の課題もある）。これらの課題のなかには収穫時の異品種の混入に関する調査も含まれ、全体として、地域スケールで発生する交雑・混入を総合的に評価・予測するシステムの構築を目指している。			
2. 研究目標の達成度等 ①農家圃場規模の栽培における花粉飛散と交雑：評価・予測 1) イネを対象として、地域スケールで発生する交雑及び混入を評価するために、「種子混入率」、「圃場での交雑率」、「収穫時の機械共用による混入率」を構成要素とするフレームワークを作成した。「圃場での交雑率」についてパラメータの感度テストを行った結果、風速が最も強く距離-交雑率曲線に対して影響を与えることが判明した。さらに、地域的な気象条件の差異が交雑率に与える影響を検討した結果、中山間地域			

- においては隔離距離を設定することが交雑率の低減に効果的であることが示された。
- 2) 昨年同様、イネの早生区で交雑率が低く、晩生区で高い傾向がみられたが、晩生区の交雑率は昨年の値を上回るものであった。交雑予測モデルのアルゴリズムを検討し、花粉親圃場の大きさを任意に設定できるように改良した。気流の乱れ（鉛直風速の標準偏差）を解析した結果、一日の中でイネの花粉放出がピークに達する時刻に気流の乱れも大きくなることが明らかとなった。
 - 3) 試作型のイネ花粉モニターによって検出された花粉量の変動パターンは、バーカード式花粉採集器によって検出されたパターンと高い相関を示し、このモニターに用いた技術とアルゴリズムの有効性が実証された。また花粉モニターの計測値から、イネ花粉の飛散は正午前後の時間帯に集中することが示された。さらに花粉モニターで得られた空中花粉濃度の変化に基づいて開花モデルを作成し、上記課題で用いる交雑予測モデルに開花モデルを組み込むことにより、交雑率の推定値を実測値に近づけることができた。
 - 4) 次年度は2)と3)が完了するが、これまで以上に1)～3)の連携を強化することで、イネの交雑・混入評価システムを実用レベルまで高めることができると考えられる。また、評価・予測システムのクロスチェックや交雑予測モデルの他作物への応用についても、具体的な作業に着手することが望まれる。

②農家圃場規模の栽培における花粉飛散と交雑：知見の集積

- 1) 約1haの花親圃場から、開花期に卓越する風の風下側約1kmまでの花粉飛散と交雑率を解析した。その結果、開花期の気象条件（風向や風速など）や花粉飛散量には年次間変動が見られるものの、いずれの年次においても600m以上の距離において低濃度（0.005～0.03%）ながらも交雑が確認された。
- 2) ほ場をパッチ状に配置した場合の交雑率を解析した。その結果、平均交雑率は昨年度より高く、花粉親区より約600m離れ、約10mの高さの防風林を越えた地点においても交雑が確認された。また空中花粉数の垂直密度プロファイルを解析した結果、群落上空10mの高さにおいても花粉の浮遊が確認され、これらの花粉が遠距離交雑に関与する可能性が示された。
- 3) 約1haの圃場で発生するイネの花粉飛散や交雑の実態を把握するために、交雑予測モデルを用いた事前予測に沿った調査を実施した。その結果、最も高い交雑率は花粉親区に隣接する地点で観察され（約0.03%）、最も遠距離における交雑は花粉親から40m離れた地点で観察された（3粒/111,879粒）。また、低温による雄性不稔がイネの交雑率に与える影響について検討した結果、稔実率と交雑率の間には有意な負の相関関係が見られ、低温処理により稔実率が低下したイネでは交雑率が高まることが示された。
- 4) 1)と2)は次年度で完了する予定であるが、3ヶ年にわたって蓄積したデータをもとに、トウモロコシの遠距離交雑の実態を見きわめることができると考えられる。3)については、交雑率の事前予測に基づくサンプリング手法をさらに改良することが望まれる。

③防風施設を利用した交雑抑制手法の開発：評価・予測

- 1) 防風施設の種類による防風効果を比較できるように、大気乱流拡散モデル（YSAモデル）にキャノピーモデル（Yamada, 1982）を組み込んだ。シミュレーションの結果、防風網や防風壁を設置することで、内部における風速が減少し、その結果、外部へ放出される花粉の飛散距離も短縮することが示された。また、乱流により上空に輸送された花粉は防風施設を乗り越えて外部に飛散するが、防風壁の風下側には後流が発生し、花粉は再び風上側に輸送された。花粉の飛散防止という観点から防風網の密度（目合い）を検討した結果、花粉飛散効果の最も高い防風網の密度は30%～70%の間にあることが明らかとなった。
- 2) 次年度は最終年度となるが、「①農家圃場規模の栽培における花粉飛散と交雑：評

価・予測」との連携を強化することで、「④遮蔽物を利用した交雑抑制手法の開発：知見の蓄積」で検討する防風施設について、それらの交雑抑制効果を理論面から裏付けることができるだろう。

④防風施設を利用した交雑抑制手法の開発：知見の蓄積

- 1) 播種期をずらすことにより、花粉親の開花期と種子親の抽糸期を2週間以上離すと、交雑が発生しないことが判明した。播種期をずらすことによる収量への影響は、播種適期からのずれが大きくなるにしたがって収量も大きく減少した。一方、茎葉収量にはほとんど影響を及ぼさなかった。このほか「②農家圃場規模の栽培における花粉飛散と交雑：知見の集積」で採集されたトウモロコシ種子を含めて、この課題で交雑種子のDNA鑑定を行った。
- 2) 防風ネット（高さ6m・目合い1mm）とソルガムで仕立てた防風垣（最高182cm、奥行き3畦分=2.25m、横幅24m）について、減風及び交雑抑制効果を解析した。対照区と比較して、防風ネットによる減風効果は顕著で、花粉親区から風下側約20mの地点においても交雑抑制効果が確認された。一方、ソルガムによる防風垣の減風効果は弱く、交雑の抑制効果も防風ネットには及ばなかった。
- 3) 花粉親（おくのむらさき）の移植日に対して-10日、0日、+10日、+20日の差を付けて種子親（ヒメノモチ）を移植したところ、それぞれの移植日の差は開花日の-7日、2日、+3日、+11日の差となって現れ、いずれの条件においても交雑が確認された。また、花粉親から最も遠方における交雑は25.5mの位置で観察された。開花期間中に毎時平均風速は2.0m/sを越え、2002～2006年の間で最も高い交雑率が観察された2004年と類似した気象条件であった。
- 4) 高さ2mの防風網を設置することで、風下側約10mの距離まで交雑の抑制効果が確認され、防風網付近においてその効果は特に大きかった。交雑の抑制効果を防風網の素材間で比較すると、不織布（風を完全に遮断する）の効果が最も大きい、風の力をまともに受けるため不織布を安定して設置することが難しいというデメリットがあった。一方、1mm目防風網は設置が容易な割に、不織布に近い効果が得られた。防風網の設置によるイネの生育への影響は確認されなかった。
- 5) 以上の課題は次年度で完了する予定であるが、3ヶ年にわたって蓄積したデータをもとに、トウモロコシとイネについて、交雑抑制効果の高い開花期調整あるいは防風施設の構造を明らかにすることができると考えられる。

⑤収穫機を共用することによる異品種の混入：知見の集積

- 1) モチとウルチ種子の混入を調査する方法として、「色彩選別機→目視→ヨウ素反応」の3段階のスクリーニング法を検討し、この手法を用いてコンバイン収穫時の混入を調査した。コンバイン内部を清掃しない場合、モチ品種のウルチ品種への混入は、収穫開始直後で1kgあたり2873粒、100kg収穫後も16粒/kgの混入が発生した。一方、清掃を行った場合は、収穫開始直後の20kgで23粒/kgの混入が確認されただけであった。袋詰め式とグレンタンク式コンバインを比較すると、後者でより多くの残存が確認された。
- 2) 黒大豆を収穫した後、同じコンバインで黄大豆を収穫した際の混入率を調査した。種皮色の違いに着目した混入率調査は容易で、清掃なしの場合、300mの刈り取り後も0.05%以上の混入が見られたのに対して、清掃ありの場合は最大0.04%で、大半のサンプルで混入は認められなかった。このほか、脱穀方式の異なる2種類のコンバイン（袋詰め式とタンク式）についても混入率を比較した。
- 3) これらの課題の完了予定年度は同じではないが、いずれの課題についても、3ヶ年にわたってデータを蓄積することで、イネとダイズの収穫時における混入防止、あるいは混入抑制のための技術指針を策定しうるものと考えられる。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

農林水産省所管の独立行政法人研究機関がGM作物の野外栽培実験を行う場合には、当該のGM作物が全ての安全性確認を経ていない状況を踏まえ、「第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針」を遵守することが求められる。この指針は、毎年度、最新の科学的知見に基づき、その内容を検討することが定められているが、この大課題を構成する課題の多くは、指針の検討に資するデータの提供を念頭に試験設計が行われている。また一部の地方自治体では、交雑及び混入防止のための独自の条例が制定されているが、これら条例の検討に際しても、この大課題で得られたノウハウを生かした積極的な協力を行っている（具体的には北海道との連携・協力）。

このほか、公開セミナー等の場において（例えば「遺伝子組換え作物の栽培と生態影響評価」）、この大課題で得られた一連の研究成果の紹介に努めるとともに、市民と行政担当者、研究者による円卓会議を通して、GM作物の商業栽培に向けた条件整備についても議論を深めている。

今後は、隔離距離等を含む交雑や混入の防止措置を講ずることと、GM作物の研究開発から消費に至る過程で生じる様々なコストの関係を検討する上で、この大課題で得られた知見の有用性がさらに高まると考えられる。

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

- 1) 本年度は、上記13課題には含まれていない問題点をピンポイントで取り扱うための単年度課題として、「低温による雄性不稔がイネの交雑率に与える影響の解明」を2場所で開催した。来年度は、「GM作物と非GM作物の圃場間に設ける『隔離距離』と『緩衝帯』の効果の比較・解析」を目的とした単年度課題を実施することにより、現行課題の充実を図る予定である。
- 2) イネの開花期調整による交雑抑制技術の開発については、前プロジェクトからの継続・拡充課題であり、今後の解析に耐えうる知見が蓄積されたとの判断から、予定を1年繰り上げて課題を完了することとした。
- 3) 残りの12課題については平成20年度も試験を継続し（その多くは最終年度に当たる）、より一層の知見の充実を図ることとする。とりわけ「①農家圃場規模の栽培における花粉飛散と交雑：評価・予測」や「③防風施設を利用した交雑抑制手法の開発：評価・予測」のようなモデルの開発や高度化に関する研究は、他の研究を有機的に結びつける核として強化していきたい。
- 4) 「第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針」の検討に必要な知見の提供のみならず、共存のルールを確立するための行政的ニーズと研究成果のマッチングを図ることを目指す。

大課題 8	遺伝子組換え作物と一般栽培作物等との共存のための技術開発 II		
チームリーダー氏名 所属・役職	高溝 正 畜産草地研究所・飼料作物育種工学研究チーム長		
研究費	71百万円	実施期間	平成18年度～平成20年度
共同研究機関	東京農業大学網走キャンパス		
1. 研究目的と研究目標			
【研究目標】			
(5) 遺伝子組換え作物と一般栽培作物等との共存のための技術開発等			
国内での商業利用が想定される遺伝子組換え作物について、農家圃場規模で栽培した場合の交雑及び混入を防止・抑制する技術等を開発する。			
【研究目標の説明】			
遺伝子組換え作物については安全性が確認されたもののみが栽培・流通できる仕組みとなっており、安全性の点で言えば通常の作物と区別して扱う理由はない。しかし、都道府県等においては、流通上の混乱防止やブランドイメージの維持等の理由から、科学的な知見が不足する中で遺伝子組換え作物と一般作物との交雑・混入防止措置を定める動きが広がってきている。			
また、EUにおいても共存のガイドラインが2003年に示され、現在各国の状況に応じた仕組みづくりの検討が進んでいる。			
このような状況を踏まえ、将来の遺伝子組換え作物の商業栽培に備え、ダイズ、アカクロウバ、テンサイ、ライグラスについて虫媒・風媒による交雑率、花粉の飛散特性、原料圃場での当年抽苔株および堀残し株の実態（テンサイ）の調査、分析を行い、交雑・混入防止の技術開発を行うとともに、科学的なデータを提供する。			
2. 研究目標の達成度等			
1) ダイズでは2年間の目標は障壁作物や農薬による交雑防止技術の開発であったが、交雑検定のためのPCR条件を決定することができなかつたり、種子親と花粉親との開花期を十分一致させることができず、当初の予定を達成できなかった。			
2) アカクロウバでは、2年間の目標は緩衝帯による交雑率の変化の予備データ、モデル式の作成と予備的検証、花粉移動距離と蜂種の貢献度の解明であり、前者については、外来花粉由来の交雑率は緩衝帯の位置がドナーから離れるに従い減衰し、ドナー花粉が緩衝帯のなかで置換されることを明らかにしたが、後者の蜂種の貢献および花粉の近距離の移動については調査が進まなかった。			
3) テンサイでは、花粉競合がない条件では飛散花粉及び交雑種子を最遠1,555mで、花粉競合条件下では最遠520mで交雑種子を確認したことから、稔性を有する花粉の飛散距離は1,500m以上だが、花粉競合下での交雑可能性は約500m程度と考えられた。一方、越冬した堀残し株は、24株/ha(生存率1.2%)と少なく、花粉源となる可能性は低いと考えられた。以上の結果から当初の目標を達成した。			
4) ライグラスについては、2年間の目標はMSIの花粉飛散防止に必要な隔離距離の推定であったが、試験ほ場内で完全に花粉飛散防止できる距離は推定できなかった。一方、高度に雄性不稔を維持系統に導入する目的で、検定親とのF1の雄性不稔能が高い3遺伝子型を選抜することができた。			
3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果			
第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針に活用する。			

4. 来年度以降の研究計画と進行管理

ダイズの課題については進捗状況が思わしくないので、進め方を再検討する。

アカクロバーの課題については訪花蜂の行動・受粉生態ならびにモデルを専門とする研究者との共同研究（再委託）を視野に入れる。

テンサイの課題については順調に計画を達成しているので予定通り進行する。

ライグラスの課題については交雑率の推定ではなく育種そのものの課題にシフトせざるを得ない状況なので、他チームでの存続を検討する。

プロジェクト研究推進体制

(牛海綿状脳症（ＢＳＥ）及び人獣共通感染症の制圧のための技術開発)

1. 農林水産技術会議事務局

事業担当課長	研究開発課長	引地和明
事業担当研究開発企画官	研究開発企画官	中谷 誠

2. 評価にあたり意見を聞いた外部専門家等

(1) 外部専門家

国立大学法人北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター長	喜田 宏
国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科 教授	熊谷 進
国立感染症研究所感染病理部長	佐多 徹太郎
共立製薬株式会社先端技術開発センター 参与	古内 進
国立大学法人東京大学名誉教授	山内 一也

(2) 関係行政部局

消費安全局動物衛生課

3. 研究実施体制

プロジェクトリーダー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所長 谷口稔明

チームリーダー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

動物衛生研究所プリオン病研究センター長 毛利資郎

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所

研究管理監 山口成夫

牛海綿状脳症(BSE)及び人獣共通感染症の制圧のための技術開発

BSE等動物プリオン病の制圧のための技術開発

プリオン蛋白質の性状解明

プリオン蛋白質の構造及び機能解析

蛋白構造を特異的に認識する抗体を用いたプリオン蛋白質の構造解析

プリオン蛋白質の異常化機構の解明

プリオン蛋白質の異常化に関与する因子の分子生物学的解析



プリオン蛋白質の構造変化
(α ヘリックス $\rightarrow\beta$ シート)

プリオン病の病態解明と診断技術の開発

BSE診断法の高感度・迅速化

異常プリオン蛋白質特異モノクローナル抗体等の開発とこれを用いた検査法の簡素化

実験感染牛を用いた病態解析

異常プリオン蛋白質接種牛を用いた体内におけるプリオン蛋白質の異常化の追跡・分析

生前診断用マーカーの開発

血液・尿中等に含まれる物質の変化と異常プリオン蓄積の関係を解明

環境中の異常プリオン蛋白質の動態解析及び不活化技術の開発

異常プリオン蛋白質不活化技術の開発

微生物等の検索とこれを用いた不活化技術の開発

自然界等における異常プリオン蛋白質の動態解析

土壌中等における異常プリオン蛋白質の動態予測



動物衛生高度研究施設
(バイオセーフティレベル3)

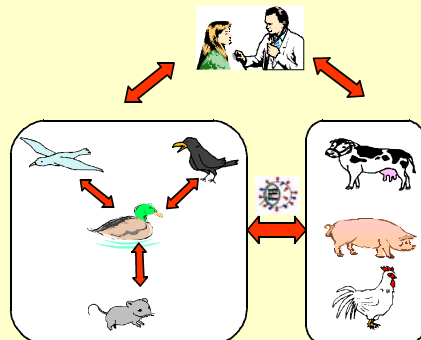
人獣共通感染症の制圧のための技術開発

人獣共通感染症病原体の変異・増殖機構の解明

人獣共通感染症の発病・伝播防止技術の開発

人獣共通感染症病原体の媒介動物一家畜での感染実態と感染機構の解明

人獣共通感染症の簡易・迅速診断技術の開発



大課題 1	BSE等動物プリオン病の制圧のための技術開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	品川森一（独）農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所・プリオン病研究センター長（平成15年度—平成17年度） 毛利資郎（独）農業・食品産業技術総合研究機構動物衛生研究所・プリオン病研究センター長（平成18年度—平成19年度）		
研究費	3,081百万円	実施期間	平成15年度～平成19年度
共同研究機関	農業生物資源研究所遺伝子組換え家畜研究センター、北海道大学大学院獣医学研究科、東北大学大学院農学研究科、東北大学大学院医学系研究科、東京大学医科学研究所、岐阜大学応用生物科学部、大阪大学微生物病研究所、九州大学大学院理学研究院、九州大学大学院薬学研究院、九州大学大学院農学研究院、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科、鹿児島大学工学部、仙台大学体育学部、東京医科大学医学部、近畿大学生物理工学部、北海道立畜産試験場		
1. 研究目的と研究目標 <u>【研究目標】</u> ①プリオン蛋白質の構造・機能及び異常化機構の解明 ②BSE診断法の高度化・迅速化及び生前診断用マーカーの開発 ③異常プリオン蛋白質の不活化技術の開発 <u>【研究目標の説明】</u> ①関係 ・プリオン蛋白質の構造及び機能解析 ・異常化機構の解析 ②関係 ・プリオン病感染と発病機序の解析 ・感染動物診断法の高度化 ・プリオン病の疫学的解析 ③関係 ・環境における異常プリオン蛋白質の動態解析 ・異常プリオン蛋白質不活化技術の開発			
2. 研究目標の達成度等 本プロジェクトの個別の研究課題の中でもBSEもしくは感染性のあるプリオンそのものに踏み込めなかった課題が残されたのは残念である。しかしながら、幾つかの課題は著しく進展しているものもあり、全体としては着実に進展していると評価している。その中には、科学的に評価されるものから、わが国のBSE検査方法が安全であることを検証し、行政施策に貢献するものまで様々である。また、予定以上の目覚しい進展と成果はPMCA法の高度化とその応用である。詳細については、以下のとおりである。 ① プリオン蛋白質の構造・機能及び異常化機構の解明 ・各種PrP分子に高親和性を示すRNAアプタマーを多種類取得した（Sekiya et al. J. Biochem. 2006）。それらの構造的特徴や結合特異性について明らかにし、最も有用な配列について高純度化学合成を行った。アプタマーを用いた各種PrP検出手法を確立し、プリオン病感染動物由来PrPScの超高感度検出を達成した。これは、femtogramレベルのPrPScを検出可能であり、感染動物の血清や脳脊髄液中のPrPScについて評価すること			

より、検査・診断法の簡易化に応用できる可能性を有している（能田）。BSEプリオンへのアプローチに期待したい。

- ・プリオン蛋白質の構造の違いが動物種の壁を超えて感染が起こりにくいことの要因であることはプリオン蛋白質を産生する遺伝子の違いから明らかにされていたが、抗PrPSc特異抗体を作成し、スクレイピープリオンをマウスへの脳内接種による継代を重ねていき、馴化するに伴ってPrPScの抗原構造が変化することを証明した（横山）。

- ・蛋白質高次構造変換因子（oligomeric Aip2p）の一つが同定された。Oligomeric Aip2pは正常に巻かれた因子のみならず、異常凝集蛋白質に対しても、顕著な解きほぐし活性を有し、プロテオーム解析、凝集性蛋白質の高感度検出法の開発、コンフォメーション病の治療などにおいて、有用な解析手法となる可能性を有している（金子）。

- ・酵母プリオン[PSI⁺]のモデルで反復配列を構成するアミノ酸残基の影響、種の壁を規定しているドメイン、プリオン株の構造特性を解明した（中村）。そして、プリオン伝搬を阻害する新規因子を単離し、報告した（Kurahashi et al. Mol Cell Biol. in revision.）。今後、ほ乳類のプリオン感染に外挿されることを期待する。

- ・プリオン感染培養細胞を用いてプリオン株間の相互作用いわゆる「干渉」が起こることを世界で初めて証明することが出来た（Nishida, et al. Science 2005）。そのメカニズムには自然免疫系が関与している可能性が示唆された。

- ・PrPⁱに特異的に結合し異常化を阻止する低分子化合物を見いだした（西田）。

- ・PrPScのおおよそaa90-140の領域がプリオン感染性に大きく影響することを、最も直接的な方法で証明した。プリオンの感染性に必要なPrPScの領域の同定は、プリオン研究分野における新知見であり、科学的に評価できる（堀内）。

- ・スクレイピーに対する羊の抵抗性遺伝子を解析、選択し、サフォークでは、生産性を低下させることなく、抵抗性のPrP遺伝子型で選抜ができ、畜試羊群はスクレイピー抵抗性ホモAR/ARの比率が高くなっており、これら抵抗性種畜の供給により、羊群の抵抗性向上に貢献できることを明確に示した（小関）。

- ・予定外の研究ではあるが、特異抗体を評価する研究の途中で高感度WB検出系を確立し、このWB法を用いてBSE牛におけるPrPScの蓄積部位と蓄積時期を明らかにし、食の安全における現在のBSE検査法の意義を明らかにした。緊急対応により国内外のBSEに関するリスクマネジメントにおいて重要な情報を提供した（Masujin, et al. J Gen Virol 2007）。

我々の成果以外にも、プリオン関連の論文数は世界的に増加している。しかしながら、プリオン蛋白質やプリオン病の根本的解明に繋がるめざましい展開については、研究論文数に比して必ずしも多いとはいえない。それはプリオンそのものの不思議さや取り扱いの困難さに依ると考えられる。

②BSE診断法の高度化・迅速化及び生前診断用マーカーの開発

- ・PMCA法の高度化により、ハムスターモデルにおいて異常プリオンの無限増幅に成功したことから、プリオン病の早期診断法あるいはプリオン不活化の迅速評価法に応用が期待される技術として極めて有用であった（Murayama, BBRC 2006）。

- ・ハムスター感染モデルにおいて、経口感染後の体液中のPrPSc動態を調べ、buffy coat分画を用いれば早期診断が可能であることを示した（Murayama, J Gen Virol. 2007）。このことはBSE由来PrPScを高効率に増幅できる方法により、極めて有用な診断技術となることを示しており、BSEプリオン不活化方法の評価、肉骨粉など飼肥料原材料の安全性評価、土壌など環境中におけるPrPScのモニタリング等、広範囲の分野に応用できる技術である。

- ・感染性そのものを検出する唯一の技術としてのマウスバイオアッセイ法のBSEへの応用も進展した。その結果、定型タイプとは異なる異常プリオン蛋白質が病原の国内24例目の非定型BSE（黒毛和種）について、非定型事例としては日本で初めて感染性を報告した（松浦裕一ら、2007年プリオン研究会 2007. 8. 25 津南町）。

・プリオン病の疫学的解析については、BSEのリスクの定量的モデルや感染拡大モデルによるリスク推定を行いめざましい成果をあげて、平成17年度をもって終了した（筒井）。

以上のように、PMCA法の高度化とその応用については予定以上の目覚ましい進展と成果が得られている。

また、病態解明の基本となる経口感染実験も予定通り進展しており、経口感染後の発症牛も得られつつあり、今後の解析が待たれる。発症機序については経口感染牛が進行中で結果が出ていないこともあり、達成度は十分とは言えないが、世界的な展開を見ても今後を待たねばならない。

③異常プリオン蛋白質の不活化技術の開発

・土壌中からのプリオン蛋白質検出技術が開発され、土壌の種類や培養条件によるPrPScの残存性の違いを明らかにできた。さらに、PMCA法の応用技術も開発され土壌中のプリオンは1年以上安定に保たれることが明らかにされた（長岡）。

・メイラード反応（フェントン反応を含む）により、ハムスタープリオンの感染性が 10^{-6} 程度に低下することが明らかとなった（須山：Suyama et al. BBB 2007, Suyama et al. BBRC 2007）。

・地球に優しい不活化方法である白色腐朽担子菌による不活化方法はウエスタンブロッキング法で異常プリオン蛋白質は検出されなかった。現在、バイオアッセイ中であるが、その結果次第で応用が考えられるが、感染性が残るようであれば、この研究の進展は困難と考えられる。

・不活化測定技術としてのバイオアッセイ法により肉骨粉のように乾燥処理を施すことによりBSEウシ脳は 138°C のオートクレーブ処理後も感染性が残ることが示された（毛利）。BSEウシ脳そのものを用いて 138°C 以上でも感染性の残存を検出したのは世界で初めてである。これらは今後の肉骨粉不活化の検証に有用な検証技術となるであろう。

・異常プリオン蛋白質を分解する微生物を発見し、微生物由来の分解酵素の特性の一部を明らかにした。また、その分解酵素の製剤化を試みた。

この項目は、担当者が少ないこともあり、新しい不活化技術の開発には至らなかったのは残念であるが、幾つかの知見を示したと考えている。

3. 研究推進方法の妥当性

研究開始年度より毎年度末の推進会議は非公開で率直な討議を行った。さらに推進会議では、技術会議担当者の出席に加えて、「研究チーム」に属さない3名の外部評価委員の評価を受けた。外部評価委員による厳正な評価等を踏まえた上で、次年度の研究費の傾斜配分を行い、生前診断に関する一部研究課題等の評価のきわめて低いものについては研究を辞退していただくこととした。さらに、ノックインマウスに関する課題等の途中採用の新たな研究課題については外部評価委員の審査を受けた後、追加するという方法により研究を推進させた。

研究は「動物の伝達性海綿状脳症の実験指針」（平成15年10月）に従い行われた。

4. 研究成果の意義

プリオンタンパク質の性状解析では、末梢神経から異常プリオン蛋白質を検出し、新たな研究が行われる契機となった。結果、末梢神経での蓄積と同時あるいは先に脳で異常プリオンが検出されることが明らかとなり、このリスクは現状の脳を検査試料とするBSE検査で排除できるというリスクマネジメントに関わる重要な情報を提供することとなった。プリオン病の診断技術の開発ではPMCA法がプリオン不活化方法の評価、肉骨粉など飼肥料原材料の安全性評価、土壌など環境中におけるPrPScのモニタリング等、広

範囲の分野に応用できる技術であることを示した。これらの研究成果により、BSEの診断技術開発の糸口も見えてきた。また、プリオン感染材料は乾燥により熱耐性が上昇することから、プリオンの不活化には、乾燥させないことが重要であることを明らかにし、このことは今後想定される肉骨粉の不活化等の行政ニーズを解決していくために有用な成果と考えられる。

また、PMCA法に関して得られた成果により、動物衛生研究所プリオン病研究センターは後発研究機関でありながら、今や、検出技術における世界のトップグループと認められるようになっている。

大課題 2	人獣共通感染症の制圧のための技術開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	山口成夫 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構、動物衛生研究所、研究管理監		
研究費	9 2 5 百万円	実施期間	平成 1 5 年度～平成 1 9 年度
共同研究機関	鳥取大学、東京大学、大阪大学、北海道大学、徳島文理大学、大阪大学、千葉大学、北里大学、帯広畜産大学、弘前大学、大阪大学、岐阜大学、沖縄県、日本全薬工業株式会社、大阪府立呼吸器・アレルギー医療センター、天使大学、帯広畜産大学、岐阜大学		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】
高病原性鳥インフルエンザ等重要な人獣共通感染症の診断技術や予防技術等の開発

【研究目標の説明】
本プロジェクト研究では、人獣共通感染症病原体のヒトと動物の両者での増殖を可能にするための生残戦略を解明することを目的としている。そのため、病原体の感染・増殖・潜伏化・ゲノム変異、形質転換・毒力獲得に係わる宿主動物・病原体双方の遺伝子発現制御機構を解析する。その研究成果を人獣共通感染症に対する安全で効果的な次世代の発病・伝播防止技術の開発へと発展させる。
また、人獣共通感染症病原体の簡易・迅速な検出技術を開発すると共に、野生動物や媒介昆虫等の病原体保有状況を明らかにし、人獣共通感染症の制圧に向けた疾病監視システムの構築を目指す。
以下に具体的な目標を示す。

(1) 鳥インフルエンザウイルス、ボルナウイルス、パラ結核菌、腸管出血性大腸菌、サルモネラ、レンサ球菌、等のゲノム及びタンパク質の総合的解析から、それらの病原体の変異・増殖機構を明らかにし、家畜感染症に対する新しい診断・流行予測技術開発に活用する。
(2) E型肝炎ウイルス、サルモネラ、腸管出血性大腸菌、炭疽菌、マイコプラズマ、リステリア、人獣共通寄生虫等のゲノム及びタンパク質の総合的解析から、それらの病原体の体内増殖及び伝播に対する抑制技術を開発する。
(3) 鳥インフルエンザウイルス、ウエストナイルウイルス、E型肝炎ウイルス、コロナウイルス、フラビウイルス、狂犬病ウイルス、人獣共通感染細菌・寄生虫の野生動物等媒介動物での感染実態を明らかにし、家畜等への感染リスクおよびその機構を解明する。
(4) 鳥インフルエンザウイルス、ウエストナイルウイルス、ニパウイルス、結核菌群、リケッチア、クラミジア等の簡易・迅速診断技術を開発し、人獣共通感染症の監視システム構築に活用する。

2. 研究目標の達成度等
① 人獣共通感染症病原体の変異・増殖機構の解明
全体的に当初の目的はほぼ達成された。しかし、一部の症病原体については変異の実態を明らかにしただけで、その機構の解明には至らなかったものもあった。主な成果を下記に示す。 ・ H5亜型の鳥インフルエンザウイルスは鶏の気嚢継代のみによっても強毒化すること、株によって強毒化し易さが異なること等が明らかになった。また、強毒化に関与する遺伝子はHA以外にNAやM2遺伝子も関与する可能性が示唆された。

・ボルナ病ウイルスの病原性に関わるとされるウイルス蛋白質の発現制御機構を明らかにした。また、我が国で、原因不明の神経症状を示す愛玩動物にボルナ病ウイルスが関わっている可能性が高いことを明らかにした。

・大腸菌の薬剤排出活性を簡便かつ迅速に測定することができる画期的なアッセイ系を開発した。この成果は細菌の多剤耐性化の解明に大きく貢献する。

② 人獣共通感染症の発病・伝播防止技術の開発

本中課題では、幾つかの病原体について伝播防止に有用な蛋白質の同定成果が得られ、予防液開発への応用が期待される。主な成果を以下に示す。

・E型肝炎ウイルスの合成蛋白質を子豚に筋肉内あるいは経口投与することにより子豚は抗体応答を示すこと、合成蛋白質の投与によりE型肝炎ウイルス感染を防御できる可能性があることを明らかにした。

・炭疽菌芽胞に対する特異的抗体を作製した。本抗体は芽胞表層のメジャーな2種類の抗原を認識し、感染防御能を有するとともに、芽胞の発芽過程を抑制することを明らかにした。

・ブタ回虫幼虫期の脱皮は複数の蛋白発現が関与することがわかった。なかでも、無機リン酸ホスファターゼの発現が重要な役割を果たしていること、この蛋白質がワクチン蛋白として活用可能なことを明らかにした。

③ 人獣共通感染症病原体の媒介動物・家畜での感染実態と感染機構解明

種々の人獣共通感染症病原体の家畜での感染実態が把握され、当初の目標はほぼ達成された。主な成果を以下に示す。

・高病原性鳥インフルエンザウイルスがアイガモの羽上皮細胞で増殖し、羽を介したウイルス伝播が成立することを世界で初めて実証した。

・日本脳炎ウイルスは蚊と哺乳類に感染し、マウス病原性発現には感染細胞でウイルスのコア蛋白質が核移行することが重要である。本研究でこの核移行に関与する細胞のB23蛋白質を同定し、コア蛋白質との相互作用していることを明らかにした。

・マダニは様々な病原体を媒介するが、その病原体増殖に重要と考えられるマダニ生体分子ガレクチンの糖鎖認識プロファイルを明らかにし、抗マダニワクチンや病原体制御技術などの開発に向けた研究を進めた。

④ 人獣共通感染症の簡易・迅速診断技術の開発

種々の人獣共通感染病原体に対する簡易迅速診断法が開発され、ほぼ目標を達成できた。主な成果を以下に示す。

・鳥インフルエンザウイルスに関しては、15種類のHA亜型を判定できる、信頼性が高いPCR法が開発された。これらは野鳥のサーベイランスに有用である。

・結核菌のゲノム上に存在する16箇所の多型反復配列をPCRで調べることによって、菌株間の詳細な違いを識別できる方法が開発された。この方法は国際標準法では識別できない株の違いを識別でき、同一排菌者から9年間に得られた株を同一と識別でき、安定性が高い識別法であることがわかった。

・病原性リケッチア、Ehrlichia属のp28組換え抗原を用いた抗体検査法が開発され、全国的に広くEhrlichiaが蔓延していることがわかった。また、Ehrlichia属の種特異的PCR法が開発され、疫学調査に利用可能と考えられた。

クラミジアの組換え抗原CF0218を用いたELISAが開発され、ワクチン抗体は検出しないが、感染抗体は検出できることが明らかになった。また、猫の抗体調査の結果、17%の猫に感染抗体が検出された。

3. 研究推進方法の妥当性

研究成績は毎年実施する評価推進会議において研究チームに属さない2名の外部評価委員の評価を受け、研究推進方向の見直しを実施してきた。また、課題の改廃はなかったが、評価結果を予算配分に反映させることにより予算の適切な配分に努め、ほぼ妥当な研究推進がなされた。ただし、実施課題数が40課題と多く、研究対象病原体も多い

ため、課題毎の成績発表と討議に充分時間をかけることが困難であった。そのため、プロジェクト全体として、同一疾病を対象とした課題であっても連携が困難な状況であったことは、反省すべき点と考えるが、分離ウイルスや野生動物採取血清の共有、ワクチン候補株の作製とその効果判定試験等で課題間の連携があった。

4. 研究成果の意義

ヒトに出現する新興感染症の7割は人獣共通感染症と言われており、動物における人獣共通感染症病原体の検出技術を開発して実態を把握することは、ヒトの危害を最小限に食い止めるために大変重要である。また、病原体の種間伝播、病原性発現の機構を解明し、さらに伝播防止技術を開発することも必要で、本プロジェクト研究は動物衛生および公衆衛生の両面から意義深い。

プロジェクト研究推進体制

(課題名：安全・安心な畜産物生産技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局

事業担当課長	研究開発課長	引地和明
事業担当研究開発企画官	研究開発企画官	中谷 誠

2. 評価にあたり意見を聞いた外部専門家等

(1) 外部専門家

畜産・飼料調査所 御影庵 主宰	阿部 亮
国立大学法人北海道大学名誉教授	小沼 操

(2) 関係行政部局

生産局畜産部畜産振興課

3. 研究実施体制

プロジェクトリーダー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所畜産研究支援センター長	寺田文典
---	------

チームリーダー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所研究管理監	高橋繁男
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究所次世代製剤開発チーム長	犬丸茂樹

安全・安心な畜産物生産技術の確立

—抗生物質に依存しない減投薬飼養管理システムの構築—

- ・国際的に家畜への抗生物質の使用規制の動き
- ・食の安全・安心への関心が増大

減投薬飼養管理技術

免疫機能を高める飼料の開発

抗酸化成分等の高い飼料添加物の開発

プロバイオティック乳酸菌 <牛>

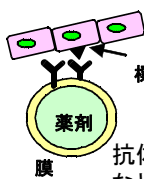
乳酸菌を利用した発酵リキッドフィーディング

液状化飼料 <豚>



効率的な投薬技術

ドラッグデリバリーシステム (薬剤運搬システム)



標的細胞

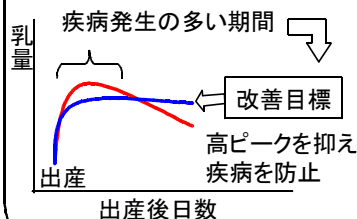
膜

抗体や特異性の高い膜などで目標の臓器・細胞を認識させ、標的部位で効率的に薬剤を放出

疾病を防止する家畜管理

低ピーク・高持続型泌乳管理システム

従来技術 高ピーク泌乳



抗菌性飼料添加物に頼らない畜産物生産技術

動物用医薬品使用量低減のための畜産物生産技術

○抗生物質使用の低減

(成長促進用飼料添加物及び動物用医薬品使用量
1, 290トン／年(人用医薬品使用量の2. 5倍))

○薬剤耐性菌の危険性のない安全な畜産物の生産

大課題 1	抗菌性飼料添加物に頼らない畜産物生産技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	高橋繁男 畜産草地研究所・研究管理監		
研究費	107百万円	実施期間	H17年度～H19年度
共同研究機関	動物衛生研究所、京都府立大学、東北大学、(株)伊藤忠飼料、東京都農林水産振興財団		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(1) 抗菌性飼料添加物と代替可能な免疫機能を活性化させる飼料及び飼料添加物の開発。

【研究目標の説明】

牛、豚、鶏について、抗菌性飼料添加物に代替可能であり家畜の免疫機能を活性化させる飼料及び飼料添加物を開発するとともに、その利用技術を確立する。

①牛においては、プロバイオティック乳酸菌の選抜、酵母との組合せ効果、効果の評価、および生菌製剤の開発を行う。

②豚においては、離乳時の下痢等による損耗・増体低減の抑制を目的として、機能性植物や栄養物質の添加効果、乳酸菌を活用する飼料調製・給与法の開発、プロバイオティック乳酸菌の選抜とその評価法を開発する。

③鶏においては、孵化直後における栄養素添加による免疫強化法を開発する。

2. 研究目標の達成度等

サイレージ調製用乳酸菌の探索等、幾つかの課題は著しく進展しており、全体としては着実に進展していると評価している。しかしながら、得られた技術を用いた場合の、抗菌性飼料添加物を用いない、あるいは低減した畜産物の安定生産の可否については、検証には至らず、今後の課題である。より詳細には以下のとおり。

①牛においては、サイレージ調製に有効であり、かつ免疫機能を亢進する乳酸菌を探索し、投与効果を高める酵母との組合せの発見、これら菌の安全性が確認されるとともに、製剤の試作が行われるなど、その目標を達成した。成果は以下のようである。バクテリオシンを生産し、低pH耐性と乳酸生成能に優れる乳酸桿菌(LP1)と乳酸球菌(R050)、高温耐性を持つバチルス(LQ13)および乳酸菌の増殖を促進する酵母(C0119およびC0210)をサイレージ調製時に混合添加すると、大腸菌、酪酸菌やブドウ球菌の増殖を抑制し、乳酸の生産を高めて良質なサイレージが調製されること、その給与により腸内細菌叢が改善されることが判明し、これら各菌の製剤を試作し、大規模実証試験に取り組んでいる。6日齢のホルスタイン哺乳子牛の代用乳に、乳酸菌「畜草1号」および酵母(C0119)を混合給与すると、腸内細菌叢の改善効果、液性及び細胞性免疫機能向上が認められるとともに、糞性状と成育の改善が確認された。また、乳酸菌「畜草1号」にサルモネラ菌の増殖抑制効果があり、安全性については、主要な乳酸菌4株(畜草1号、LP+、R050、CA25)で細胞毒性は認められず、マウスを用いた「畜草1号」の急性および反復経口毒性試験において、肉眼・病理組織学的な異常は認められなかった。

②豚においては、茶葉や海藻などの植物の抗菌性や免疫能への影響、中鎖脂肪や全脂粉乳の添加が未熟な腸管機能の発達を促す効果が判明し、乳酸菌添加により調製した発酵リキッド飼料による増体の改善効果が天然甘味料ステビアの併用により増強されることを明らかにするとともに、唾液や離乳豚臓器由来細胞による乳酸菌の免疫機能評価法

の確立、乳酸菌のプロバイオティックやイムノバイオティック効果を有する菌の選抜法の開発がなされ、さらに選抜菌の効果が生体で確認されるなど、目標を達成した。成果は以下のものである。

- a. 機能性を有する植物や栄養物質の効果：子豚飼料に茶葉1%添加すると抗菌性飼料無添加物での30%の増体減に比べて10-20%の低下に抑えるが、インターフェロン投与(週1回)の併用で、抗菌性飼料添加物と同等の効果を有することを認めた。海藻添加給与区では抗菌性飼料無添加区に比べて、総白血球数、顆粒球/リンパ球比率、補体別経路活性及びSRBC特異的IgGの4形質が有意に高くなることから、海藻添加給与が免疫能に有意な影響を及ぼすことを明らかにし、特に、SRBC特異的IgGの有意な上昇について確認した。また、中鎖脂肪投与は子豚の未熟な腸管機能の発達を促し、抗菌物質30%減において増体はやや低下するが、小腸膜消化酵素が活性化すること、また脱脂粉乳と比較して全脂粉乳給与では増体成績が改善されることから、離乳直後におけるこれらの投与は有効であることが判明した。
- b. 乳酸菌の効果：乳酸菌LQ80による発酵リキッド飼料を離乳後4~8週齢の子豚に給与すると、増体量は抗菌性飼料添加物区と比較して初期にはやや劣るものの、後期には同等の発育であり、さらに天然甘味料ステビア併用により抗菌性飼料添加物区と同等の増体効果を認め、また発酵リキッド飼料は大腸菌のテトラサイクリン耐性割合を減少させる作用が判明した。また、乳酸菌と乳酸利用性酪酸菌の経口投与によって、25日で離乳した子豚を抗菌性飼料無添加条件で飼育したときに、腸管内のIgA濃度が高まり増体効果を持つこと、乳酸菌投与群では小腸絨毛高の離乳による萎縮からの著しい回復を認めた。乳酸菌の腸管免疫に関与するプロバイオティクス機能の活用に向け、初生豚の腸管上皮細胞に発現するTLRをイムノバイオティクスの受容体として着目した評価法を確立し、これにより選抜したイムノバイオティクスは子豚腸管での抗炎症効果を認めた。さらに、豚大腸粘膜ムチン層に付着性の強い乳酸菌の選抜がなされ、この菌による発酵乳をデリバリー担体として給与すると、豚腸管に長時間留まり、かつ下痢の予防に効果的であることが確認された。
- c. 乳酸菌の機能性の評価法：子豚の血液や唾液、さらに離乳前豚臓器由来細胞による免疫機能への影響評価系を開発し、これは子豚の免疫機能に対する乳酸菌のスクリーニング法として有効である。

③鶏においては、成長初期での不可欠アミノ酸添加と、高脂肪飼料給与で、その投与時期と濃度が腸管免疫機能へ及ぼす効果を解明し、栄養素の添加による自然免疫系の調節法を明らかにしたことから、その目標は達成された。すなわち、孵化直後での糖アルコール投与の有効であり、また栄養素要求量を充足した飼料に加えて、孵化後一週間はグルタミンを、その後はグリシンを添加することにより、免疫系の増強が可能である。

3. 研究推進方法の妥当性

対象家畜が牛、豚、鶏と多様であり、かつ研究期間が3年間と短かったが、乳酸菌の探索と、それらの家畜における機能性評価が連携協力のもとで実施されるなど、効率的な研究がなされるとともに、実用化段階にある課題に対しては研究費の補強を行うなど、研究推進方法は妥当なものであった。

4. 研究成果の意義

抗菌性飼料添加物は消化管感染症に圧倒的な効果を持つことから、その代替物の開発は困難を極めると予想された。しかしながら、機能性を有する乳酸菌あるいは栄養素などが明らかとなり、特に離乳子豚に対する発酵リキッドと天然甘味料の併用は抗菌性飼料添加物給与に劣らない増体効果を持つことが明らかとなった。一方、腸管での免疫機能に及ぼす乳酸菌のメカニズムが解明されるとともに、評価系が開発されたことは、有効な乳酸菌の探索に大きく貢献する成果である。また、栄養素と免疫機能との関連解明が進み、もう一つの代替飼養管理法への糸口となる成果である。

大課題 2	減投薬を可能とするドラッグデリバリーシステム（DDS）利用技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	犬丸 茂樹 動物衛生研究所・次世代製剤開発チーム長		
研究費	152百万円	実施期間	H17年度～H19年度
共同研究機関	東京農工大学、（財）日本生物科学研究所、麻布大学、東京大学、北里大学、岡山大学、酪農学園大学、大阪府立大学、（独）産業総合技術研究所、（株）プロテインクリスタル		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 （2）減投薬を可能とするドラッグデリバリーシステムの利用技術の開発（1件）。 【研究目標の説明】 家畜生産の大規模化、集約化にともなう大きな経済的損失をもたらしている幼若家畜の下痢・肺炎や乳房炎等の難防除性疾患、あるいは有効なワクチンが開発されていない感染症に対し、抗生物質に依存しない新しい疾病防除技術の開発が求められている。そこで、サイトカイン等の生理活性物質を用いた家畜用の製剤や新規ワクチンなどへのDDSの利用を検討することにより、家畜への使用に適したDDSの利用技術を開発することを目的とし、微量の薬剤等を特定部位に効率的・選択的に作用発現させるDDS技術を開発することを目指す。			
2. 研究目標の達成度等 牛、豚、鶏の疾病等に対するDDSを利用した予防・治療技術の開発および家畜用のDDSに利用する素材開発に取り組んだ。対象とした疾病等は黄色ブドウ球菌による乳房炎、種々のウイルス性疾患、代謝性疾患であるケトosis、発情の同期化と延長である。素材開発としては、リポソーム、無機マイクロカプセル、プロテインビーズ、W/O/Wエマルジョンに取り組み、予防治療技術を開発する課題と協力しながら研究を推進した。鼻腔接種による乳房炎の予防効果や徐放効果のある種々のDDS新規素材の有効性の検証等、課題は着実に進展していると評価しているが、どの程度の投薬量を減少させることが出来るかについては、今後更なる研究が必要である。得られた主要な成果を以下に示す。 a 牛の潜在性乳房炎に対する組換えサイトカイン（rbGM-CSFおよびrbIL-8）の治癒効果がリポソーム化することにより向上することがわかった。これはリポソームの徐放効果によると思われる。 b 膜融合能の高い新規pH感受性膜融合ポリマーを利用した鼻腔接種用リポソームワクチンを作製して牛に経鼻免疫すると乳汁中に黄色ブドウ球菌に対する免疫が誘導され、乳房内に黄色ブドウ球菌を接種しても発症しなかった。ワクチン非接種群は乳房炎を発症したことから、この経鼻リポソームワクチンは発症予防効果が期待できる。 c 豚流行性下痢ウイルス弱毒株および豚伝染性胃腸炎ウイルス弱毒株を腸溶性カプセルに封入したカプセルワクチンを作製し、豚に経口投与することにより、免疫効果があることを確認した。 d 遺伝子組換え稲を鶏インターフェロン（IFN） α のDDSとして利用すると保存性が高く、稲を細切する長さによって液中への放出速度が調節できることがわかった。 e W/O/Wエマルジョンに封入したグルカゴン牛に皮下注射し、グルカゴンが6時間以上にわたって徐放されることを確認した。このエマルジョンを実験的高ケトン血症牛に投与し、血中グルコース上昇効果、血中遊離脂肪酸、血中ケトン体の減少効果等			

を確認した。

- f プロゲステロン腔内徐放剤を用いて未経産牛の発情を同期化することができた。
- g アフィニティゲルを担体として牛IFN γ を徐放化することにより、黄体機能を3日程度延長させることがわかった。
- h 水溶性であるサイトカインあるいは脂溶性であるプロスタグランジンを含む安定なリポソームが作製できることを確認した。
- i 安価な無機担体として炭酸カルシウム、リン酸カルシウムおよびシリカのマイクロカプセルを作出し、鶏に経口投与して動態を観察することにより各マイクロカプセルおよびカプセル内の薬剤の体内分布を明らかにした。
- j 独自の界面反応法で調製したハイドロキシアパタイトはプロゲステロンを多量に吸着でき、生理食塩水中に約1日程度でゆっくり徐放された。また、この方法でタンパク質を包含したものも容易に合成できた。このハイドロキシアパタイトも安価なDDSの素材となりうる。
- k 鶏伝染性気管支炎ウイルス中和抗原S1および牛IFN- γ とIFN- τ をプロテインビーズ（カイク細胞質多核体病ウイルスの多核体）に固定化し、これらが抗原活性および生理活性を持っていることを確認した。
- l 食用油（大豆油およびココナード）を用いたW/O/Wエマルジョンは経皮投与あるいは経口投与のキャリアーとして使用できることを確認した。

これらの成果によって、家畜用のワクチンや治療薬の開発にDDSを利用することにより徐放化による投与回数の低減、経口投与による腸管免疫や鼻腔投与による経鼻免疫が可能であることが明らかになった。また、家畜用のDDSに求められる経済性等の特徴を満足し得る新規DDSの候補物質も開発した。従って、本課題の当初の目標は達成された。今後はさらにDDSを利用した家畜用ワクチン・治療薬の実用化や新規DDS候補物質の製剤への利用の推進を図る必要がある。また、本課題を推進する中で、DDSに封入する生理活性物質等の調製や予防・治療効果の検証も進んでおり、引き続き研究を推進する必要がある。

3. 研究推進方法の妥当性

DDSは医学分野では長い歴史があり種々のDDSが開発・利用されているが、獣医学分野では対象疾病の違いや経済性の問題でほとんど取り入れられていないため、本課題では牛、豚、鶏の疾病等に対するDDS技術の開発に加えてDDSに利用する素材開発を担当するグループを加え、その協力によって研究推進を図った。この方向性は極めて妥当である。ただ、動物実験を行いながら種々の素材を比較、改良するには3年間のプロジェクトでは不十分であり、今後も継続した研究が必要である。

4. 研究成果の意義

これまで獣医学分野ではほとんど取組まれていなかったDDSの有用性と可能性を示した。本研究成果は幼若家畜の下痢・肺炎や乳房炎等の難防除性疾病、あるいは有効なワクチンが開発されていない感染症等に対する製剤開発に新たな可能性を提供するものである。

大課題 3	乳牛の低ピーク・高持続型泌乳管理システムの開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	寺田 文典 畜産草地研究所・畜産研究支援センター長		
研究費	73 百万円	実施期間	H17 年度～H19 年度
共同研究機関	北海道農研センター、九州沖縄農研センター、家畜改良センター、東北大学、帯広畜産大学、長野県		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(3) 乳牛の低ピーク・高持続型泌乳管理システムの構築

【研究目標の説明】

乳牛の高泌乳化に伴い、周産期における疾病の多発や繁殖成績の低下が大きな問題となっており、乳牛飼養の健全性や生涯生産性向上の観点からその解決が求められている。そこで、現在の高泌乳ピーク型飼養管理の見直しを行い、健全性と生産性の両立が期待される低ピーク・高持続型飼養管理システムを開発するため、

- ①泌乳持続型乳牛育種改良モデルを構築するとともにその有効性を評価する、また、泌乳持続性を制御する関連因子を探索し育種改良の効率化と飼養管理の改善に資する、
- ②抗酸化機能に富む飼料資源を開発し、その活用により泌乳持続性を高める飼養管理技術を開発する。

2. 研究目標の達成度等

泌乳パターンと疾病・繁殖性との関係を検証するとともに、泌乳持続性の遺伝的評価指標を提案し、大規模乳検データを用いてその遺伝率等を求め、遺伝的改良の可能性を明らかにした。また、乳腺上皮細胞の活性化機構を明らかにし、乳腺組織における泌乳持続性関連因子を明らかにした。さらに、アントシアニン高含有トウモロコシ系統を造成し、乳牛における抗酸化機能を明らかにし、持続型飼養管理技術への利用法を明らかにした。優れた成果が得られているが、低ピーク・高持続型飼養管理型システムの確立には、優れた後継牛確保のための選抜手法や飼養管理における栄養条件等について、更に研究を行う必要がある。具体的な成果は、以下の通りである。

- ①泌乳持続型乳牛育種改良モデルを構築するとともにその有効性を評価する、また、泌乳持続性を制御する関連因子を探索し育種改良の効率化と飼養管理の改善に資する
 - a 泌乳中後期以降に泌乳器病(乳房炎等)を発症した初産乳牛群は、発症していない群よりも初期の乳量の立ち上がりが大きいく、遺伝的にも同様の傾向があることを明らかにした。泌乳初期に乳量の立ち上がりが大きいくと、体重・ボディコンディションスコアの減少が大きいくが、中後期に持続性の高いものほど体重・ボディコンディションスコアの回復が良い傾向が認められた。
 - b 分娩後早期の排卵の有無が、泌乳ピークまでの乳量の立ち上がりや、その他の繁殖性と有意に関係することを明らかとした。また、分娩後早期の排卵がある牛は、初期のエネルギー状態が良好であることを明らかとした。
 - c 牛群検定全国データから推定された遺伝率は、泌乳量0.28、泌乳持続性0.12、分娩直後の乳量立ち上がり0.07、ピーク乳量0.28、分娩間隔0.07であった。分娩間隔と各形質間の表型／遺伝相関は、305日乳量0.15／0.37、泌乳持続性0.19／0.20、分娩直後の乳量変化-0.02／-0.19、ピーク乳量0.04／0.17であった。泌乳持続性と分娩間隔の産次ごとの遺伝率は、初産0.15と0.05、2産0.39と0.04、3産0.38と0.04であり、初産と比較し、2、3産の泌乳持続性の遺伝率が高かった。

- d 長鎖脂肪酸が乳腺上皮細胞の分化を誘導する因子であること、コラーゲンタイプIV、ラミニンはウシ乳腺上皮細胞のカゼイン発現を増加させること、アディポネクチンは逆に抑制することが明らかになった。さらに、アディポネクチンはウシ乳腺において泌乳最盛期に最も発現が強く、乳腺上皮細胞の増殖・分化において重要な役割を果たしている可能性が考えられた。
 - e 泌乳中期の乳腺組織における成長ホルモン受容体やコラーゲンタイプI遺伝子発現は、他の泌乳期のそれらより有意に増大していること、ホルスタイン種における成長ホルモン受容体および成長ホルモンのDNA一塩基変異の出現の偏りが大きいことを明らかにした。
- ②抗酸化機能に富む飼料資源を開発し、その活用により泌乳持続性を高める飼養管理技術を開発する
- a 雌穂または雌穂と稈にアントシアニン含量の高い系統を選抜し自殖第6世代まで進めた。また、すでに確立した茎葉、子実、穂芯にアントシアニン含量の高い自殖系統を片親として多くのF1を作出し、それぞれの部位におけるアントシアニン含量の変異を調べ、実用的な高アントシアニンF1品種作出法が明らかとなった。
 - b アントシアニン高含有トウモロコシ給与により、育成牛では血液抗酸化力の向上を確認し、泌乳牛に対する短期の給与試験では血液生化学成分等への明確な影響は現れなかったものの、乳量、乳成分に影響のないことを確認した。

本研究は順調に達成され、その成果は泌乳持続性および繁殖性に関する全国規模での遺伝評価のための基礎として、わが国における乳牛遺伝評価に関する技術面の検討会である「アニマルモデル評価技術検討会」において検討された。特に泌乳持続性は、2008年度以降における全国評価実施に向けた評価内容が確認された。また、機能性に富む新しい飼料資源を開発し、泌乳持続性との関連においてその有用性を明らかにしており、研究目標は達成されたものと評価できる。

3. 研究推進方法の妥当性

牛群検定事業、詳細なデータを蓄積していた改良センター、大規模飼養農家など、研究目的に適した牛群成績を効率的に活用することによって、泌乳持続性および繁殖性に関する遺伝的改良の可能性を明確に示し、全国規模の遺伝評価値公表に向けた基礎が築かれた。また、指定試験地との連携により、抗酸化機能性飼料を開発し、乳牛に対する給与効果を明らかにした。このように従来であれば、長期間を要する技術開発を3年間で達成しており、研究推進方法の妥当性が示されている。

4. 研究成果の意義

本研究の結果にもとづき、全国規模での泌乳持続性遺伝評価値公表に向けた準備が開始された。また、抗酸化機能性飼料の泌乳持続性改善技術への応用研究が加速された。このような育種改良および飼養管理技術の改善により泌乳ピークの平準化が図られれば、乳牛の健全性増進だけでなく自給飼料の利用性向上にも大きく寄与するが期待される。さらに、細胞・DNAレベルでの機能の解明は、多方面にわたる家畜改良の推進のみならず、飼養管理技術の画期的な改善にも応用されることが期待される。

大課題 4	減投薬飼養管理システムの経営評価		
チームリーダー氏名 所属・役職	寺田 文典 畜産草地研究所・畜産研究支援センター長		
研究費	19百万円	実施期間	H17年度～H19年度
共同研究機関	北海道農研センター、帯広畜産大学、NOSAI宮城（岩手大学）		
1. 研究目的と研究目標 抗菌性飼料添加物および動物用医薬品の使用量の低減を実現する減投薬飼養システムの普及に向けて、経営評価に基づく、技術の定着条件を明らかにする。そのため、 ①養豚・肉牛飼養における抗菌性飼料添加物の減投与に関する経営評価、 ②寒地酪農経営における低ピーク・高持続型泌乳管理システムの経済性評価、 ③乳牛の事故率低減技術の開発とその経済性効果の解析、 に取り組む。			
2. 研究目標の達成度等 減投薬に取り組む国内外の養豚、肉牛飼養農家の比較調査にもとづいて、その経営に及ぼす影響を分析するとともに、疾病発生の危険性をリスクシュミレーションによって解析し、減投薬飼養管理の普及条件を明らかにした。また、北海道某地区の酪農経営の協力を得て、泌乳パターンの異なる個体を抽出し、収益性への影響を明らかにした。さらに、周産期疾病の発生状況と発生要因を農家調査によって解析し、飼養管理の改善による周産期疾病の発生率低減とその経済的効果を明らかにした。全体としては、抗菌性飼料添加物を用いない場合の畜産経営が著しい悪化等、抗生物質の低減によって生じる諸問題を明らかにしたが、それを防ぐための具体的な飼養管理方法や後継牛の選抜方法の提案までは至らなかった。具体的な成果は、以下の通りである。 ①家畜飼料に含まれる成長促進目的の抗生物質(AGP)に頼らない家畜飼養の条件について調査・研究を進めてきた。EUではAGP投与が2006年1月から禁止されているが、これは獣医師の判断で臨床症状を伴わなくとも薬剤投与などができるためである。わが国の法体系ではこれは不可能であり、技術開発が必要であることが明らかになった。国内において自発的におこなわれている抗生物質を含まない飼料による養豚経営・肉牛経営の調査では、経営成果が著しく悪化していることが明らかになった。消費者に対する調査からも、このような畜産物に対して消費者からプレミアムを得ることは困難であることが明らかになった。 ②対象地域における乳検個体の生涯乳量、産次別の泌乳曲線等を推計し、高生涯乳量、高産次の特徴を示す個体を抽出するとともに、経営毎に整理して「低ピーク・高持続」の特徴を示す個体及びその飼養履歴が多い4経営を抽出した。タイプ毎の個体の産次別にみた泌乳曲線等の変動パターンの解析、農家調査による飼養（泌乳）管理実態、診療費などの主な経済指標を整理し、個体及び経営のモデル作成のための実態把握を行った。 a. それぞれの経営毎に個体特性を比較すると、「低ピーク・高持続」乳牛の特徴として乳量水準が低い、分娩間隔が短い、授精回数が少ない、治療費が少ないという傾向が見られる。 b. 経産牛飼養頭数120頭、平均産次数3産の経営を前提に「低ピーク・高持続」乳牛のみを飼養した場合と「高ピーク・低持続」乳牛のみを使用したときの粗収益水準を比較すると、「低ピーク・高持続」乳牛は分娩間隔が短いいため子牛販売頭数は上回るが、生乳販売量が少なく、乳量水準が低いことの影響が大きく、販売額合計で500万			

円近く下回る。

- c. 「低ピーク・高持続」乳牛の生産費は人工受精料や家畜診療費が少ないため低コストとなるが、経営全体としては約70万円程度少なくなるのみであり、経営としての収益は400万円以上少なくなる。
 - d. 「低ピーク・高持続」乳牛の飼養が「高ピーク・低持続」乳牛と同程度の経済性を発現するためには、平均産次数の3.5産への拡大と乳量水準の400kg程度の増加が必要である。
- 以上、「低ピーク・高持続」乳牛の特性および経済性発現の条件が明らかとなった。

③事故発生状況や泌乳量の異なる農家（5戸）を対象として平成14-18年度までの疾病発生状況を調査し、農家別の疾病発生頭数や発生率、疾病名など周産期疾病の発生状況を明らかにし、死亡・廃用頭数と乳牛の評価額から事故発生による経済的損失を算定した。さらに、調査農家のうち4戸（33頭）において分娩前後の血液性状を調査し、乾乳期や泌乳期における血中成分の推移を明らかにした。また、一部の農家では分娩後にグリセロールを投与した牛と無投与対照牛との血中成分を比較し、負のエネルギーバランス（NEB）対策としてのグリセロール投与の価値を明らかにした。乳熱発生率の異なる2牛群を対象として乾乳後期の飼料中陽陰イオン差（DCAD）と分娩前後の血中成分との関係を検討したが、DCADと乳熱発生率や分娩前後の血中カルシウム濃度との間に明らかな関係は認められなかった。現在、継続調査している牛群を対象として栄養・飼養管理の改善指導を行い、周産期疾病の発生状況を明らかにするとともに、病傷・死廃事故の低減と泌乳量の増加による経済的効果を検討している。

3. 研究推進方法の妥当性

適切な調査地の選定が大変重要であった。その結果、各課題担当者は国内外の現地調査に基づく詳細な検討を実施し、開発技術の普及に向けての問題点を明らかにするとともに今後の普及方策を提示している。これらの情報は他系の推進にも寄与しており、本大課題の研究推進手法は、プロジェクト全体の推進の視点からも妥当であったものと評価できる。

4. 研究成果の意義

減投薬飼養管理システムの問題点と展開の可能性を明確に評価し、さらに経営評価に基づく技術開発目標および普及方策を提示したことは、プロジェクトの推進に対して重要な情報が提供されたといえる。

また、先進事例の調査成績とその分析結果や消費者の意識調査は、今後、抗生物質に頼らない畜産をすすめる経営者、関係機関にとって重要な情報であると考えられる。

プロジェクト研究推進体制

(農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局
事業担当課長 研究開発課長 引地和明
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官 大谷敏郎
2. 評価にあたり意見を聞いた外部専門家等
(1) 外部専門家
①カドミウムチーム
豊橋技術科学大学先端農業・バイオリサーチセンター 特認教授 三枝正彦
静岡大学農学部人間環境科学科 教授 久保井徹
茨城県農業総合センター園芸研究所 所長 小川吉雄
②有機化学物質：リスク評価サブチーム
(財)残留農薬研究所 理事 加藤保博
徳島大学総合科学部 教授 関澤純
神戸女学院大学人間科学部 教授 山本義和
③有機化学物質：リスク低減化サブチーム
日本大学大学院総合科学研究科 教授 矢木修身
(株)日本総合研究所 上席主任研究員 西村実
(2) 関係行政部局
消費・安全局農産安全管理課
3. 研究実施体制
プロジェクトリーダー
独立行政法人農業環境技術研究所 研究コーディネーター 齊藤雅典
チームリーダー
独立行政法人農業環境技術研究所 土壌環境研究領域長 小野信一
独立行政法人農業環境技術研究所 有機化学物質研究領域長 與語靖洋

農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発



目的

- ・農林水産生態系における化学物質の動態の把握と予測
- ・生物・生態系に対する化学物質の影響評価
- ・有害化学物質の分解無毒化等を通じたリスク低減化技術の開発

- 高感度分析法の開発
- 土壌、水、大気及び生物における動態解明
- 動態シミュレーションモデルの開発

- 化学物質の作用機構の解明
- 化学物質の影響評価手法の開発



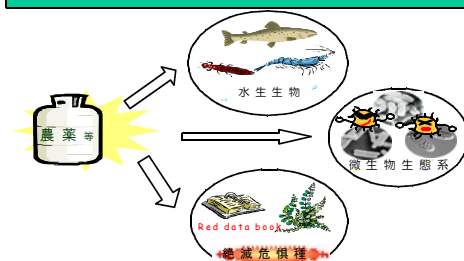
温帯・熱帯で使用された化学物質が極域地域へ広域移動し蓄積

生態系への影響

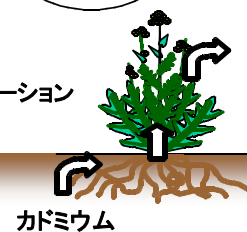
大気移行性モデルの開発

■ 化学物質のリスク評価法の開発

■ 化学物質のリスク低減化技術の開発



バイオレメディエーションによる環境修復



搬出
回収

期待される成果



- ・農林水産生態系における化学物質の動態の解明
- ・化学物質の生物・生態系への影響評価及びリスク評価法の開発
- ・化学物質の分解無毒化技術、農作物可食部への移行抑制技術の開発

大課題 1	主要作物のカドミウム吸収・蓄積を抑制するための総合管理技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業環境技術研究所 土壌環境研究領域長 小野 信一		
研究費	858百万円	実施期間	平成15年度～平成19年度
共同研究機関	別添のとおり		
1. 研究目的と研究目標			
【研究目標】			
(2) 有害化学物質の生物・生態系への影響評価及びリスク評価法の開発 カドミウムについて、リスク軽減のための総合的な栽培管理技術等の開発			
(3) 有害化学物質の分解・無毒化技術及び農作物可食部への移行抑制技術の開発 カドミウムについて、汚染土壌の修復技術の開発やカドミウム低吸収性品種の選抜			
【研究目標の説明】			
わが国には鉱山廃水や金属製錬所からの排煙等によって重金属で汚染された農耕地土壌が存在する。特に、かつてイタイタイ病を引き起こすことが懸念されるようなレベルのカドミウムで汚染された土壌については、農用地汚染防止法に基づき客土による対策が進められてきた。しかし、国際的に米等の農作物についてわが国の基準値よりも厳しい国際基準値が採択され、今後、食品衛生法による食品の基準値及び農用地土壌汚染防止法に基づく対策地域指定要件の見直しがそれぞれ進められるものと予想される。しかしながら、客土によるこれまでの対策は財政的に制限があることから、より低コストなカドミウム汚染土壌の修復等の農作物に含まれるカドミウムの汚染レベルの低減技術の確立が行政上の喫緊の課題となっている。 そこで、本研究は、主要農産物におけるカドミウム汚染レベルを低減するために、(2) リスク軽減のための総合的な栽培管理技術等の開発、(3) カドミウムについて、①客土に替わる低コストの修復技術及びカドミウム低吸収性品種の選抜、②リスク軽減のための土壌、品種、作付体系、資材（有機性廃棄物等）の総合的な栽培管理技術等の開発を目標とした。			
2. 研究目標の達成度等			
(2) 有害化学物質の生物・生態系への影響評価及びリスク評価法の開発 有機質資材中に含まれるカドミウムの農地への蓄積を調べ、5年間連用しても土壌および農作物のカドミウム濃度への影響はほとんどないことを明らかにした。			
(3) 有害化学物質の分解・無毒化技術及び農作物可食部への移行抑制技術の開発			
1) ファイトレメディエーションの研究では、カドミウム高吸収イネ品種が選抜され、またイネの栽培、収穫、乾燥、運搬、焼却、カドミウム回収の技術が一貫システムとして構築された。ファイトレメディエーションを実施した現地では、土壌のカドミウム濃度は低下し、玄米のカドミウム濃度は対照の50～43%に低下した。この技術は特許申請中である。			
2) 土壌洗浄法の研究では、カドミウム汚染土壌の塩化鉄処理、カドミウム回収の技術がシステムとして構築された。土壌洗浄を実施した現地では、土壌のカドミウム濃度は低下し、玄米のカドミウム濃度は対照の30～28%に低下した。この技術は特許申請中である。			
3) カドミウム低吸収イネ品種の作出では、遺伝子解析や交配が行われ、低吸収系統が選抜された。			
4) ダイズについては、カドミウム低吸収品種の選定が行われ、またアルカリ資材の			

施用による土壌 pH の矯正と合わせ『ダイズのカドミウム吸収抑制のための技術確立マニュアル』として成果がとりまとめられ、農林水産省のホームページで公表された。

5) ナスのカドミウム吸収を抑制する台木の選抜が行われ、接ぎ木によりナスのカドミウム濃度を対照の 50～25% に低減できる技術を開発した。

以上のように、研究目標をほぼ達成し、一部の課題では予想以上の成果が得られたものとする。

3. 研究推進方法の妥当性

カドミウム汚染土壌の修復技術については、ファイトレメディエーションおよび土壌洗浄法ともに地方自治体の研究機関や企業と連携して研究を行ったため、現地での実証試験の段階まで到達することができた。イネ、ダイズ、野菜の品種関連の研究では、大学、他独法、地方自治体の研究機関と連携して研究を実施したので、基礎研究から実用研究まで幅広い成果を上げることができた。土壌、品種、作付体系、資材（有機性廃棄物等）の総合管理技術の研究では、地方自治体の研究機関と協力して試験を実施したので、個々の現場に即した実用的な成果を上げることができた。

また、現地検討会を定期的に開催し、現場での問題点の把握に努めるとともに、課題系の連携調整に努めた。さらに推進会議における外部委員の指摘等も踏まえ、進捗状況に応じて予算を重点的に配分した。

成果のプレスリリース、研究成果発表会（19年度）、アグリビジネス創出フェア等で成果の広報を進めるとともに、プロジェクトのパンフレットを作成し、関係機関に配布した。さらに、Website を開設した（アクセス数：2005年4月～2007年1月（34ヶ月）、トップページの閲覧回数＝約9,000回、全ページの総閲覧回数＝約130,000回）。

以上のことから、本プロジェクト研究の推進方法は妥当であったと判断される。

4. 研究成果の意義

本プロジェクト研究の成果は、海外・国内のジャーナルへの論文へ掲載されるとともに、新技術は特許申請がなされている。ファイトレメディエーションや土壌洗浄法の技術は、現地水田での適用性の検討もほぼ終わり実証事業に引き継ぐことができる。また、これらの成果に基づき、水稻やダイズの栽培についてカドミウムの吸収を抑制するためのマニュアルが作成されたことは行政への貢献が大きい。

ナスの栽培についてカドミウムの低減化技術を確立したこと、また有機質肥料の施用についてリスクを評価したことは行政への貢献が大きい。

以上のことから、本プロジェクト研究の成果は、国民の農産物へのカドミウム汚染に対する不安に対処できるものであり、その意義は高いと判断される。

また、化学洗浄法による汚染修復技術を担当した牧野知之氏（農環研）が、本プロジェクトの成果により文部科学大臣表彰若手科学者賞（17年度）、若手農林水産研究者表彰（17年度）を受賞したことは特筆すべきである。

大課題 2	有機化学物質の総合管理技術の開発		
チームリーダー氏名 所属・役職	独立行政法人農業環境技術研究所 有機化学物質研究領域長 與語 靖洋		
研究費	1, 034 百万円	実施期間	平成 15 年度～平成 19 年度
共同研究機関	別添のとおり		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (1) 農林水産生態系における有害化学物質の動態の解明 有機化学物質について、高感度分析法の開発、土壌・水・大気及び生物における動態の解明、化学物質の環境中の動態予測モデルの開発 (2) 有害化学物質の生物・生態系への影響評価及びリスク評価法の開発 有機化学物質について、生物に対する作用機構の解明、影響評価手法の開発、リスク評価法の開発 (3) 有害化学物質の分解・無毒化技術及び農作物可食部への移行抑制技術の開発 有機化学物質について、環境中における分解機構の解明、汚染拡散防止技術の開発、分解・無毒化技術の開発、生物を用いた汚染土壌浄化技術（バイオレメディエーション）の開発、農作物可食部への移行抑制技術の開発 【研究目標の説明】 農林水産生態系に長期間残留し、人の体内に蓄積したり、生態系に悪影響を及ぼす有機性の有害化学物質が存在し、それらのリスク管理が求められている。また、残留性の高い有機汚染物質についてはPOPs（残留性有機汚染物質）条約において、それらの動態を十分に把握することが国際的に求められている そこで、本研究では、環境中における有機性の有害化学物質（ダイオキシン類、ドリノ類等のPOPs物質や一部の農薬、および有機スズを対象）のリスク低減化技術の開発を通して農畜水産物の安全性確保に資するために、有機化学物質の（1）農林水産生態系における化学物質の動態の把握やシミュレーションモデルの開発、（2）生物・生態系への影響評価およびリスク評価手法の開発、（3）植物や微生物を活用したバイオレメディエーションを始めとした分解・無毒化技術および農作物可食部への移行抑制技術の開発を目標とした。			
2. 研究目標の達成度等 (1) 農林水産生態系における有害化学物質の動態の解明 有機化学物質の動態把握及びシミュレーションモデルを開発するための曝露量評価を実施した。 ①農薬の農耕地から河川への流出および流量予測モデルを構築するとともにその有効性の検証 ②ノニルフェノールの土壌、農作物における動態と水系流出機構の解明 ③メチル化ブチルスズ化合物を含めた有機スズ化合物の動態モデルの開発 ④残留性有機化学物質の挙動に関する全球のマルチメディアモデルの開発及び各種パラメータのデータベース化 (2) 有害化学物質の生物・生態系への影響評価およびリスク評価法の開発 有害化学物質の生物・生態系への影響評価として、水生生物を中心とした以下手法を開発した。 ①化学物質の影響評価に資する、細菌と珪藻から成るモデル生物膜の構築法を開発			

- ②コガタシマトビケラの室内累代飼育法および幼虫を用いた急性毒性試験法を確立及びマニュアルを作成
- ③水生植物の除草剤への長期曝露が生長や種子生産に対する影響を解明
- ④魚類の生殖内分泌系に及ぼす有機スズ化合物の影響の解明及び評価法を開発
- ⑤魚類の生体防御、薬物代謝系に及ぼす有機スズ化合物の影響評価手法を開発
- ⑥飼料及び動物体内における内分泌かく乱物質の影響評価のための試験法を開発

(3) 有害化学物質の分解・無毒化技術及び農作物可食部への移行抑制技術の開発
各種生物的修復（レメディエーション）に関する研究において、

- ①ノニルフェノールを分解する P450 遺伝子のイネへの導入に成功
- ②土壌等からの新規分解遺伝子の単離、POPs の各種分解菌の分解酵素や遺伝子発現の機構解明、種々の芳香族化合物を分解・資化する菌の育種、嫌気性細菌コンソーシアの構築、分解微生物と化学処理との組み合わせによる DDT 完全分解系などの確立
- ③ドリソリン類に関しては、カボチャ台木を用いたキュウリ栽培による吸収抑制、ズッキーニの連作によって汚染土壌を修復できること、土壌溶液濃度によってキュウリの汚染を評価できる可能性、活性炭処理による吸収抑制効果の持続性を示し、
- ④ダイオキシン類に関して、土壌からの溶出を促進する界面活性剤を選抜するとともに、シート状活性炭資材による吸着・回収技術、カーボンナノファイバーとマイクロ波照射によるアントラセンの分解技術の開発
- ⑤複合分解菌により HCB を好氣的に分解すること、1,3,6,8-TCDD 分解活性を有する子囊菌を新たに見出した。
- ⑥ディルドリン汚染土壌を想定した新規修復技術に対するリスク経済評価法を確立した。

これらの成果は、知的財産権 (3)、査読論文 (133 件) 等 (平成 18 年度末現在) として公表されており、目標を十分に達成したものと判断される。

3. 研究推進方法の妥当性

以下の観点から、研究推進方法は概ね妥当であった。

○研究計画：研究課題の重点化を図りつつ、研究実施期間当初の5年計画をほぼ予定通りに達成した。また、ドリソリン類の作物による吸収抑制に関する行政からの緊急要請にも、2年目から迅速に対応できた。

○推進体制：本研究課題は、①リスク評価サブチーム、②リスク低減化サブチームの2チームに分け、推進を図った。また、小課題代表者は、実施課題間の密接な協力関係を築くとともに、小課題の目標を効率的に達成した。チームリーダーとサブチームリーダーは、自己評価および課題の重点化を図った。また、水産や畜産に関しては、それぞれに副チームリーダーを置いて連携を強化した。5名の外部評価委員を置き、課題ごとにいただいた助言を次年度以降の研究計画に活かすとともに、評価結果は、次年度の予算配分に反映した。

○投入された研究資源：

・研究成果：H18年度まででリスク評価・リスク低減化を合わせて、原著論文133件を含む464件の成果がある。

・アウトリーチ活動：中間成果発表会（H17年度）、研究成果発表会（H19年度）、プレスリリース、アグリビジネス創出フェア等で成果の宣伝を進めるとともに、プロジェクトのパンフレット（1,800部）を作成し、関係機関に配布した。さらに、Websiteを開設した（アクセス数：2005年4月～2007年1月（34ヶ月）、トップページの閲覧回数＝約9,000回、全ページの総閲覧回数＝約130,000回）

4. 研究成果の意義

ここで開発した3つの有機化学物質の動態予測モデルは、わが国やアジアを念頭に置

いたものであり、わが国の農薬登録や国際的なPOPs指定等の行政対応だけでなく、自治体の推進する環境保全型農業にも利用できる。

また、水生生物を対象とした有機化学物質の各種毒性試験法は、水田を中心とした我が国の農業における周辺環境への影響を把握し、飲料水や食料を水圏に大きく依存したわが国の消費者への安全性を確保する上で、極めて重要である。

植物（ズッキーニ）や活性炭を用いたドリソ類汚染土壌のレメディエーション技術や、台木を用いた吸収抑制技術、さらにそれらの組み合わせ技術は現地実証まで至り、実用化技術として自治体における緊急課題に対応することができた。

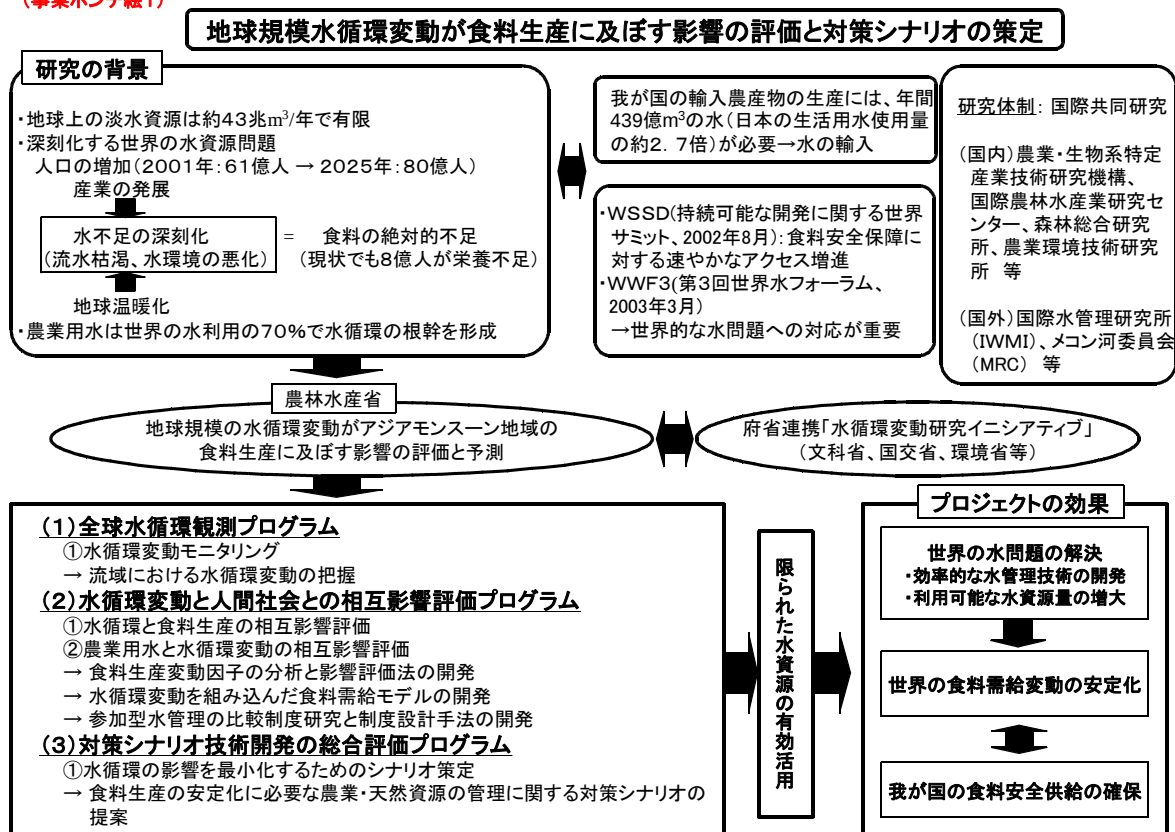
POPsのような難分解性有機化学物質の分解菌については、現地実証までは至らなかったものの、科学的に重要な知見を多数得ることができた。また、これらレメディエーション技術のリスク経済的評価法は、修復の実施に際しては必要不可欠なツールとして、期待できる。

プロジェクト研究推進体制

(地球規模水循環変動が食料生産に及ぼす影響の評価と対策シナリオの策定)

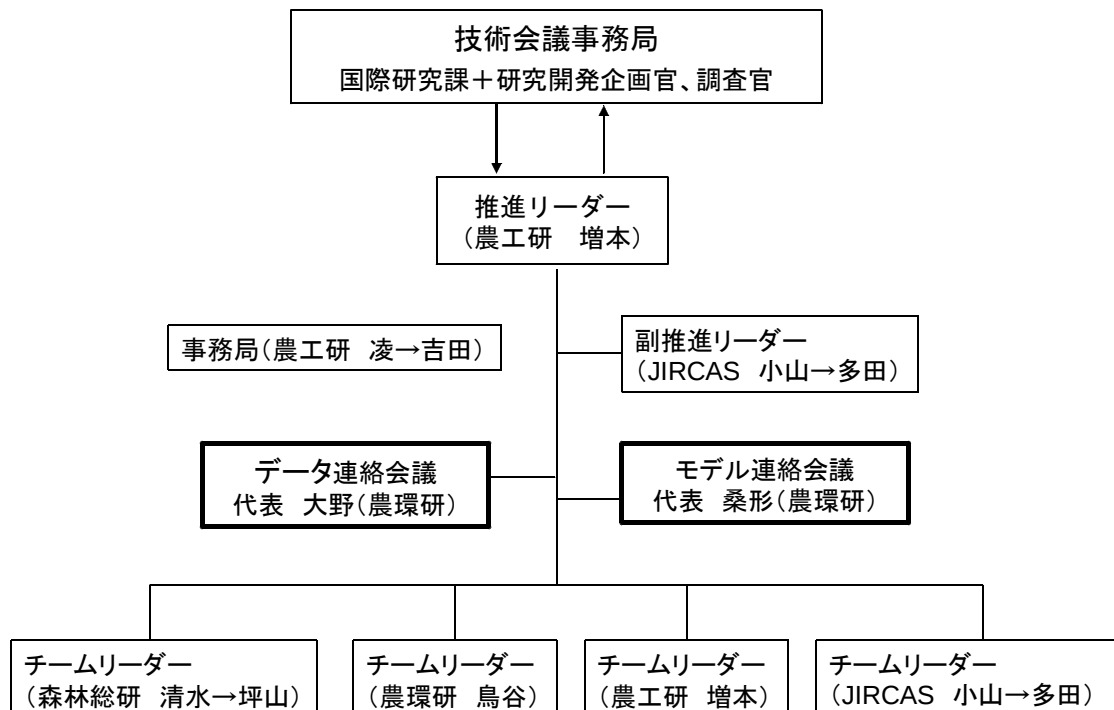
1. 農林水産技術会議事務局
事業担当課長 国際研究課長
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官
須賀 正広
大谷 敏郎
2. 評価にあたり意見を聞いた外部専門家等
(1) 外部専門家
国立大学法人京都大学大学院農学研究科 教授
国立大学法人名古屋大学大学院農学研究科 教授
国立環境研究所社会環境システム研究領域 領域長
元秋田県立大学短期大学部農業工学科 教授
白岩 立彦
服部 重昭
原沢 英夫
真勢 徹
- (2) 関係行政部局
農村振興局首席地域計画企画官
3. 研究実施体制
プロジェクトリーダー
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
農村工学研究所水文水資源研究室長
増本 隆夫
チームリーダー
独立行政法人森林総合研究所水土保持研究領域水保全研究室長
坪山 良夫
独立行政法人農業環境技術研究所大気環境研究領域上席研究員
鳥谷 均
独立行政法人国際農林水産業研究センター国際開発領域長
多田 稔

(事業パンチ絵1)



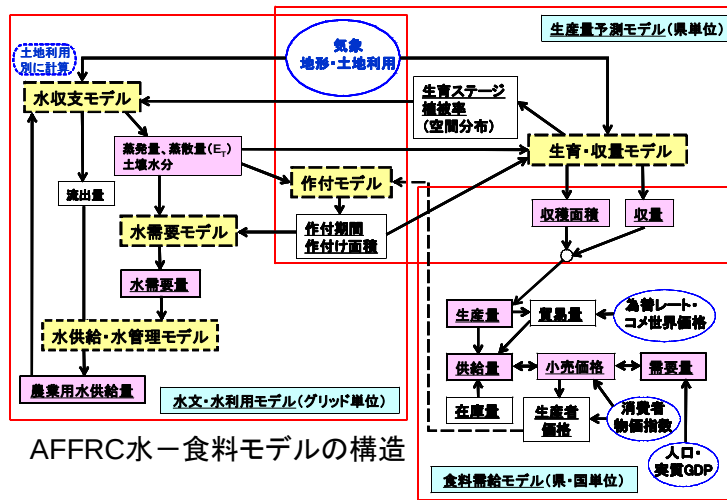
(事業パンチ絵2)

プロジェクト研究の推進体制



(成果パンチ絵)

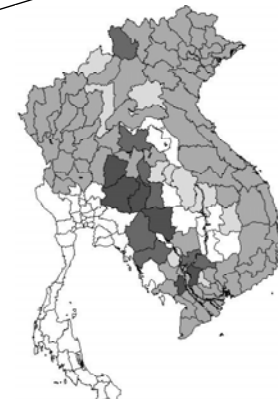
地球規模水循環変動が食料生産に及ぼす影響の評価と対策シナリオの策定



AFFRC水-食料モデルの構造

水循環変動、水需要、水供給、水配分などの操作可能因子を組み込んだ生産量予測モデルと水文・水利用モデルを統合したモデル。

水循環変動が食料生産に及ぼす影響を評価して政策シナリオを提案できるツール。



減少率 □ -10 □ -5 □ 0 □ 5 □ 10

モデル分析結果(1): 灌漑効率が上昇した場合の2015年の
水稻生産量予測 (単位 100万トン)

	ラオス		カンボジア		ベトナム		東北タイ	
	灌漑効 率一定	灌漑効 率上昇	灌漑効 率一定	灌漑効 率上昇	灌漑効 率一定	灌漑効 率上昇	灌漑効 率一定	灌漑効 率上昇
乾期生産量	0.811	0.878	0.887	1.020	20.215	20.965	7.702	7.141
総生産量	2.187	2.197	3.155	3.426	26.937	27.577	20.324	19.634
在庫変化量	0.041	0.020	0.263	0.277	2.431	2.587	3.380	2.641

モデル分析結果(2):

5月の水供給が20%減少した
場合の作付け面積の減少率

大課題 1	水循環変動モニタリング		
チームリーダー氏名 所属・役職	坪山良夫 (独) 森林総合研究所 水土保持研究領域 水保全研究室長		
研究費	61百万円	実施期間	平成15年度～平成19年度
共同研究機関	東京大学、筑波大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (1) 水循環変動モニタリング 衛星データを用いた森林分布の把握及び森林小流域の降雨流出過程のモニタリングを行い、森林流域の水資源賦存量を推定する。 【研究目標の説明】 アジアモンスーン地域・メコン川流域では人口の急速増加に伴う森林の農地化や木材取引のための違法伐採等が急速に進みつつある。こうした森林の減少や劣化は流域の水循環機構に大きな変化をもたらし、結果として洪水や渇水の頻発を招く可能性が高い。このような問題を解決するために衛星・地理情報データの解析及び現地調査に基づいて森林分布や土地利用方式の変化を把握し、森林小流域における降雨流出過程観測により水収支実態および関連する基盤情報の蓄積を行う。この結果を統合して森林流域の水資源賦存量を推定する。			
2. 研究目標の達成度等 ①SPOT VEGETATIONデータを用いて森林分布図を作成した。②林冠水分環境指数データを使用した森林域の季節変動の解析結果を得た。③ラオスでは焼き畑移動耕作地の分析から、土地利用の変遷についての解析結果を得た。④タイでは森林管理・再生メカニズムの基盤的成果を得た。⑤カンボジアでは4つの試験流域、5ヶ所の雨量観測サイト、60m森林気象観測タワー及び樹冠遮断測定プロットにおける観測データを蓄積し、森林流域の水収支及び流出特性を明らかにするとともに、蒸発散の季節変化、多層モデルによる遮断蒸発の解析結果等、森林域の水循環に関する基盤的成果を得た。⑥メコン川流域を対象に1kmグリッド相当の解像度で月蒸発散量、年蒸発散量のモデル計算を行い、その結果に基づいて水資源賦存量を推定した。以上のようにすべての研究について計画通り目標を達成した。			
3. 研究推進方法の妥当性 各細部課題（衛星データを用いたメコン川流域の森林における季節変化パラメータの解析、メコン川森林流域における森林保全実態と保全政策の分析、メコン川森林流域における降雨流出過程の解明、メコン川流域の広域データセットからの水資源賦存量の評価）は、細部課題間の成果の受け渡し等、緊密な相互連携のもとに進められ、計画通り目標が達成されことから、研究推進方法は妥当であったと判断される。			
4. 研究成果の意義 林冠水分環境指数は広範囲な流域に対して作成可能であり、水資源のみならず森林環境の変動把握に活用可能性が高い。森林管理メカニズムの解析結果は、今後の同地域の適正な森林管理に貢献すると考えられる。データが皆無であったカンボジア森林流域の観測結果が得られたことは、本地域での水文研究の進展のみならず水資源問題解決などに貢献する成果である。全流域の森林地域での水資源賦存量がモデルによって評価されたことは、水環境サービスの観点から大きな貢献となる。			

大課題 2	水循環変動と人間社会との相互影響評価プログラムのうち 水循環と食料生産の相互影響評価		
チームリーダー氏名 所属・役職	鳥谷 均 (独) 農業環境技術研究所 大気環境研究領域 上席研究員		
研究費	83 百万円	実施期間	平成 15 年度～平成 19 年度
共同研究機関	コンケン大学		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(2) - ①. 水循環と食料生産の相互影響評価

東北タイ地域を対象に、イネ生育・収量モデルを用いて水収支が水稻生産に及ぼす影響を明らかにする。

【研究目標の説明】

水は食料生産にとってなくてはならない資源の一つである。アジア地域では、モンスーンの変動に伴う降水量や降雨パターンの変動、人口増加や産業構造の変化による水需要の増大などによって生じた水循環の変動が、食料生産に大きな影響を与えており、水循環が食料生産の安定性と持続的な発展において大きな制約条件となっている。同地域にはコメを主穀物として生産する国々が多く、タイ、ベトナムなどのいくつかのコメ輸出国がある。このため、当該地域のコメ生産が世界におけるコメ供給を大きく左右することから、今後、予測される地球規模の気候変動とそれに伴う水循環の変動が当該地域のコメ生産を低下させ、同様にコメを主穀物とする我が国の食料需給にも大きな影響を与えることが懸念されている。

このような背景をふまえて、本研究では、アジア地域のなかでもモンスーンの変動に大きな影響を受けるメコン川流域およびその周辺を研究対象地域として、降水量、気温、日射量など気候要素の変動と土地利用の変化がイネ生産地域の水収支に及ぼす影響を、リモートセンシングや現地観測から明らかになった結果や灌漑など水資源利用も考慮しながら、水収支モデルを用いて評価をする。つぎに、この水収支への影響がイネの栽培分布・期間・生産性に及ぼす影響を、リモートセンシングデータ、現地調査からの結果をもとにイネ生育・収量モデルから明らかにすることを目的とする。

この目的を達成するために、本研究では、作付け時期と作付け面積の広がり降水依存性という地域スケールの特徴と主要品種の発育特性とその水・窒素利用という圃場スケールの現象を明らかにすることにより、メコン川流域に属するタイ東北部に関して水循環の変動がイネ生産に及ぼす影響を評価する手法を開発すること、また、得られた成果に基づき、水循環変動の農業生産への影響を最小化するための対策シナリオの策定に資する知見を提言することを目標とした。

2. 研究目標の達成度等

本研究では、タイコンケンの圃場観測・調査とタイ東北部11県150農家978圃場の聞き取り調査から降水量と天水田のイネ栽培暦及び移植地域の広がりとの関係を明らかにした。また、人工衛星から取得された画像から、移植日、出穂日、作付けパターンを推定するアルゴリズムを開発した。さらに、地下水位、湛水地域、作付面積（移植面積）の分布を地域スケールで推定できる水収支モデルを構築した。

降水量に依存する作付時期・作付面積、主要品種の発育特性と技術的要因（窒素施肥投入量）を考慮したイネの収量影響評価手法を構築し、天水田地域であるタイ東北部13県における25年間の県単位収量を高精度で再現することができた。この評価法の作付け

時期、主要品種、窒素施肥投入量などの栽培環境コンポーネントをパッケージ化することにより、灌漑水田地域のチャオプラヤ流域5県における県単位収量が高精度で推定できたことから、天水田地域および灌漑水田地域で水循環の変動がイネ収量に与える影響を県単位で評価することが可能となった。

降水量の変動に影響を受ける作付け時期及び作付面積の広がり、品種情報、技術的要因からイネ生産を県単位で精度良く推定できたことにより、「水循環の変動が、メコン川流域に属する天水田地域と灌漑水田地域のイネ生産に及ぼす影響を評価する手法を開発する」という所期の研究目標が達成されたといえる。また、この手法による評価結果は、水循環変動の農業生産への影響を最小化するための対策シナリオの策定」を目的とする大課題「対策シナリオ技術開発の総合評価プログラム」に引き継がれ、その解析に用いられた。

3. 研究推進方法の妥当性

研究推進に当たっては、天水田圃場における水収支観測、品種・栽培方法、水環境等に関する農家への聞き取り調査、リモートセンシングデータの解析から得られた地域的な知見をもとに、水収支とイネ収量評価方法のフレームワークを組み立て、それを充実させるという方向で進めた。この過程では、気象・気候、リモートセンシング、土壌、作物を専門とする研究者がそれぞれの分野を担当し、ことある毎にディスカッションを重ねた。また、タイ・コンケン大学の研究者をカウンターパートとし、タイ・コンケンイネ試験場の研究者の協力を得た。影響評価を取り扱う本研究では、広範囲の分野にまたがる研究者の協力と推進が不可欠であり、これらの連携が円滑に進んだことが、この研究課題が研究目標を達せられた大きな原因である。

4. 研究成果の意義

天水田が多く分布するタイ東北部では、降水量とそれに基づく個々の圃場の水環境によって播種・移植時期や栽培期間が大きく依存し、そのため、圃場間の収量差が極めて大きいことが知られている。したがって、今後、予想される気候変化やこれによってもたらされる水循環の変動によって、同地域のイネ作は甚大な影響を受けることが懸念され、それを緩和する対策を施すために、適切な影響予測が望まれている。その対策を施すためには、圃場スケールでの影響を考慮しながら、地域スケールのイネ収量に対する影響を定量的に評価しなければならない。しかし、現在、イネ作の影響を評価する手法は圃場スケールのイネの生育・収量を推定するものを地域スケールに拡張したものであり、地域スケールの特徴を同時に考慮した手法はなく、このことが気候変化による影響予測に大きな不確実性をもたらしている。

本研究では、タイ東北部における降水パターンと天水田のイネ栽培暦の関係を解析し、作付け時期と作付け面積の広がり降水依存性を明らかにし、これと主要品種の発育特性とその水・窒素利用を考慮したイネの収量影響評価手法を構築した。この評価手法により、タイ東北部13県の過去25年間の県単位収量を高精度で再現することができ、天水田地域の水循環の変動によるイネ収量への影響を地域スケールで評価することができた。また、この評価法の作付け時期、主要品種、窒素施肥投入量などの栽培環境コンポーネントをパッケージ化することにより、灌漑水田地域の県単位収量に関しても高精度で推定できた。

この成果は、いままでなかった地域スケールを考慮したイネ収量推定のアルゴリズムのひとつを提案したものであり、大きな不確実性を含んでいる気候変化影響予測の精度向上にひとつの道筋をつけたことは大きな業績といえる。

大課題 3	水循環変動と人間社会との相互影響評価プログラムのうち 農業用水と水循環変動の相互影響評価		
チームリーダー氏名 所属・役職	増本隆夫 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 水文水資源 研究室長		
研究費	167百万円	実施期間	平成15年度～平成19年度
共同研究機関	メコン河委員会、カンボディア農業開発研究所、国際水管理研究所、鳥 取大学、東京農工大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2)－②. 農業用水と水循環変動の相互影響評価 食料需給モデルに反映可能な水供給や水管理に係わるモデルを開発する。 【研究目標の説明】 水循環変動と人間社会との相互影響評価の一環として、農業用水と水循環変動の相互影 響評価を行う。具体的には、①水供給・水利用に係る食料生産変動要因の分析と影響 評価法の開発、②食料需給モデルにおける水管理・水配分因子の改善、③参加型水管理 の比較制度研究と制度設計手法の開発、を行う。			
2. 研究目標の達成度等 水供給・水利用に係る食料生産変動要因の分析と影響評価法の開発に関しては、当初 目標以上の成果が得られた。まず、そこでは食料生産に影響を及ぼす因子が抽出され、 それぞれの因子の影響度合いが検討されるとともに、統合モデルの基幹となる多様な農 業水利用を考慮した分布型の水供給・水利用モデルが開発された。このモデルは該当課 題だけでなく、プロジェクト全体の統合モデルの基幹をなすものとなった。さらに、関 連の内外の学術誌に成果を公表して高い評価を得るとともに、今後も達成度の高い成果 の発出が期待できることが分かった。次に、食料需給モデルにおける水管理・水配分因 子の改善では、研究開始時期には、国際水管理研究所が開発した食糧需給モデルを利用 していたが、JIRCASにより独自の食料需給モデルの開発が実現し、大規模水管理施設の 灌漑効率やモデル化等の分析や解析に方向を変えて灌漑効率等の研究が著しく進展し た。一方、参加型水管理の比較制度研究と制度設計手法の開発に関しては、農民参加型 水管理に関して、末端の水管理施設を対象に、末端レベルの灌漑効率等がどのように変 化するか、上記モデルにその結果をどのように取り入れるか等を調べ、参加型灌漑管理 の組織化に至る比較制度研究手法が提示された。 同時に、対策シナリオの検討が行われ、統合モデルによる検討の前段階として、個々 の課題レベルで想定できるシナリオについて分析が行われた。 また、プロジェクト全体への貢献度では、グループから優秀なモデル連絡員を送り出 し、個々の要素を組み合わせる統合モデルを組み立ていく段階で重要な役割を担うこと で、横の連携を重視した取り組みが行われる等、全体プロジェクト推進に大きく貢献し た。さらに、関連の国際会議を2年目、4年目、5年目（このうち2回が独自開催）と中心 となって実施することで、個々の課題の研究推進だけでなく、プロジェクト全体の目標 ともなり、研究推進に大きく役立った。 その結果、全ての課題で予定どおりあるいは予定を越える達成度を得ることができた。			
3. 研究推進方法の妥当性			

農業用水と水循環変動の相互影響評価の分野では、前述の3個の課題が実施されたが、相互の連携と情報交換を行うために、毎月の農工研グループ研究会を定期的実施した。しかも、5ヵ年間で途絶えることなく、この定期会合が開催された。また、毎年の最終月には、全員発表会として、個々の発表者が1年間の成果の結果をグループメンバー全員の前で行うなど、内部グループの活性化に役だった。その研究会の途中では、外部の関連専門家を招聘して講演を企画するなど、グループ内の研究推進を促す方策をとった。さらに、現地調査は積極的に国内外での国際会議や発表会に参加することで、成果の情報発信に努めた。また、最初の3年間は個々の課題の独自の研究推進を促したが、後半の2年間はプロジェクト統合モデルへの貢献や相互の連携などを重要な推進方策とした。

4. 研究成果の意義

水供給・水利用に係る食料生産変動要因の分析と影響評価法の開発に関しては、分布型の水供給・水利用モデルが開発されたことにより、対象流域内の任意の地点の任意時間で、稲作作付面積、必要水量、蒸発散量、流量等の推定が可能となり、しかも可能蒸発散量はモデルを通して精度の良い実蒸発散量として推定できるようになった。さらに、水管理・水配分因子の課題グループは大規模灌漑施設の管理問題、一方、参加型水管理の比較制度研究グループは末端レベルの灌漑施設の効率等を分担して検討したため、個々の結果それぞれを水供給・水利用モデルに灌漑効率としてのパラメータとして取り込むことが可能になり、モデル統合化への取り掛かりとなった。

また、当初、開発するモデルは農業等の人間活動による水循環変動が食料問題にどのように影響するかを明らかにすることを目的としていたが、今後は、このモデルが地球温暖化の気候変動にともなう食料への影響度評価法等にも応用できることが明らかになった。

大課題 4	水循環変動の影響を最小化するためのシナリオ策定		
チームリーダー氏名 所属・役職	多田 稔 (独) 国際農林水産業研究センター 国際開発領域長		
研究費	9 4 百万円	実施期間	平成 1 5 年度～平成 1 9 年度
共同研究機関	近畿大学、ミズーリ大学、国際熱帯農業センター、宇都宮大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (3) 水循環変動の影響を最小化するためのシナリオ策定 水資源の変動がメコン流域のコメ需給に及ぼす影響を予測・評価するための計量分析モデルを開発する。 【研究目標の説明】 水循環・水資源の変動の中・長期的な食料需給への影響を予測・評価するため、水管理技術やインフラ投資、水配分等の効率的利用に関する諸対策の評価を可能とする計量分析モデルを開発する。 具体的には、メコン川下流域であるラオス、カンボジア、ベトナム、タイを結合した食料需給モデルを構築し、ラオスの主要都市の日降雨量特性の分析と合わせて、作物モデル、水管理モデル、水供給モデルと統合させた分析を行う。			
2. 研究目標の達成度等 (1) 水循環変動に対応した食料需給・対策評価モデルの開発 a) 蒸発散量の変動を通じて水循環変動がコメ生産に及ぼす影響を分析するためメコン下流域結合コメ需給モデルを開発し、水循環変動がコメの単収、面積、価格、需要量に及ぼす影響を県別に予測することを可能とした。 b) これに基づいてシミュレーションを行った結果、雨期作の田植期の水供給量が減少するとタイ東北部の一部とカンボジア西部のコメ生産量が大きく減少し、乾期作の田植期の水供給量が減少するとベトナムとラオス南部の生産量が大きく減少するという予測結果が得られた。 c) これに基づき、水供給変動の影響を緩和する方策として、東北タイ西部とカンボジア西部では雨期作に適している在来種を基に生育期間を短くした品種が必要であり、ベトナムとラオスの乾期作については田植期あるいは播種期の水確保のため貯水に関わる施設の整備が重要である、との方策を示すことができる。 (2) ラオスにおける日降雨量特性の分析 蒸発散量を変数としたモデルは、水が不足している状況を分析できるが、水が過多である状況の分析は難しい。そこで、洪水の影響を分析するために、降水量と収穫面積および収量の関係を重回帰分析により分析し、栽培期の後半に雨が多いと収穫面積が減少すること、近年には降雨量の変動が大きくなってきていることを解明した。 (3) 食料需給モデルを作物モデル、水管理モデル、水供給モデルと統合させた分析 統合モデルを用いた分析により、a) 移植開始日の遅れによる単収低下の悪影響を緩和するためには生育期間の短い品種の普及が必要であること、b) 灌漑効率を向上させた場合、ラオス、カンボジア、ベトナムでは価格変化が小さい上に供給量が増加するため国民の経済厚生が向上すること、c) 灌漑面積の拡大は価格下落を伴うため、生産者と消費者の利害のバランスを考慮した灌漑農地拡大が必要である、等の対策シナリオを作成し			

た。

以上の分析結果から、研究目標は達成されたと考えられる。

3. 研究推進方法の妥当性

日本の食料確保との関連が深く、降水量変動の拡大が指摘されるメコン川流域を研究対象としたこと、および、蒸発散量をキーコンセプトとして個別モデルを食料需給モデルに統合したことは適切であった。

ただ、研究人員不足により、水供給過多の状況への本格的対応や北米等の穀倉地域を含めたグローバルな規模での水循環変動の影響評価まで踏み込めなかった。今後の対応を図りたい。

4. 研究成果の意義

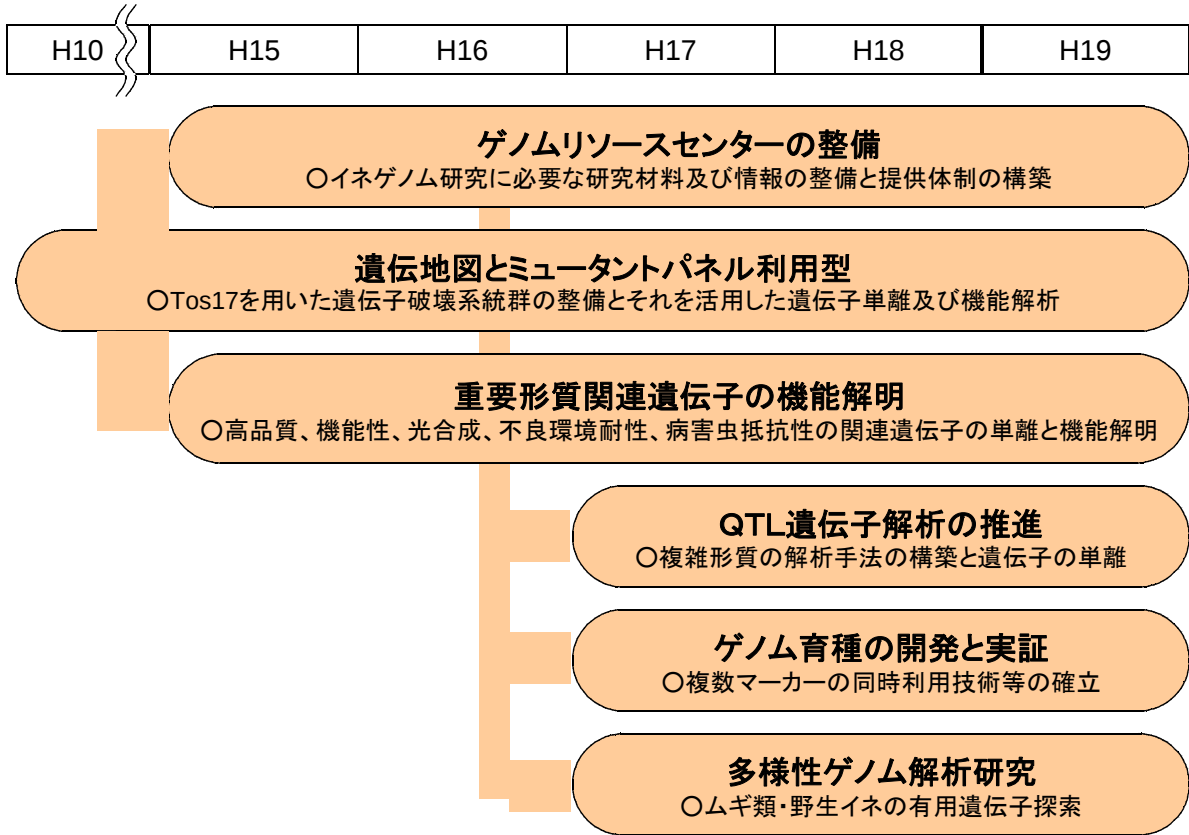
タイにおいては雨期作と乾期作の作期競合により灌漑効率の上昇による乾期作米の生産増加が必ずしも経済厚生の上昇につながらないことや、価格変動を考慮すると灌漑面積の拡大が必ずしも農家の経済厚生の上昇につながらないことなど、モデル構築によって複数の要因間の定量的関係を明確にすることによって解明された政策提言に結びつく発見があり、有意義な研究成果が得られたと言える。

プロジェクト研究推進体制

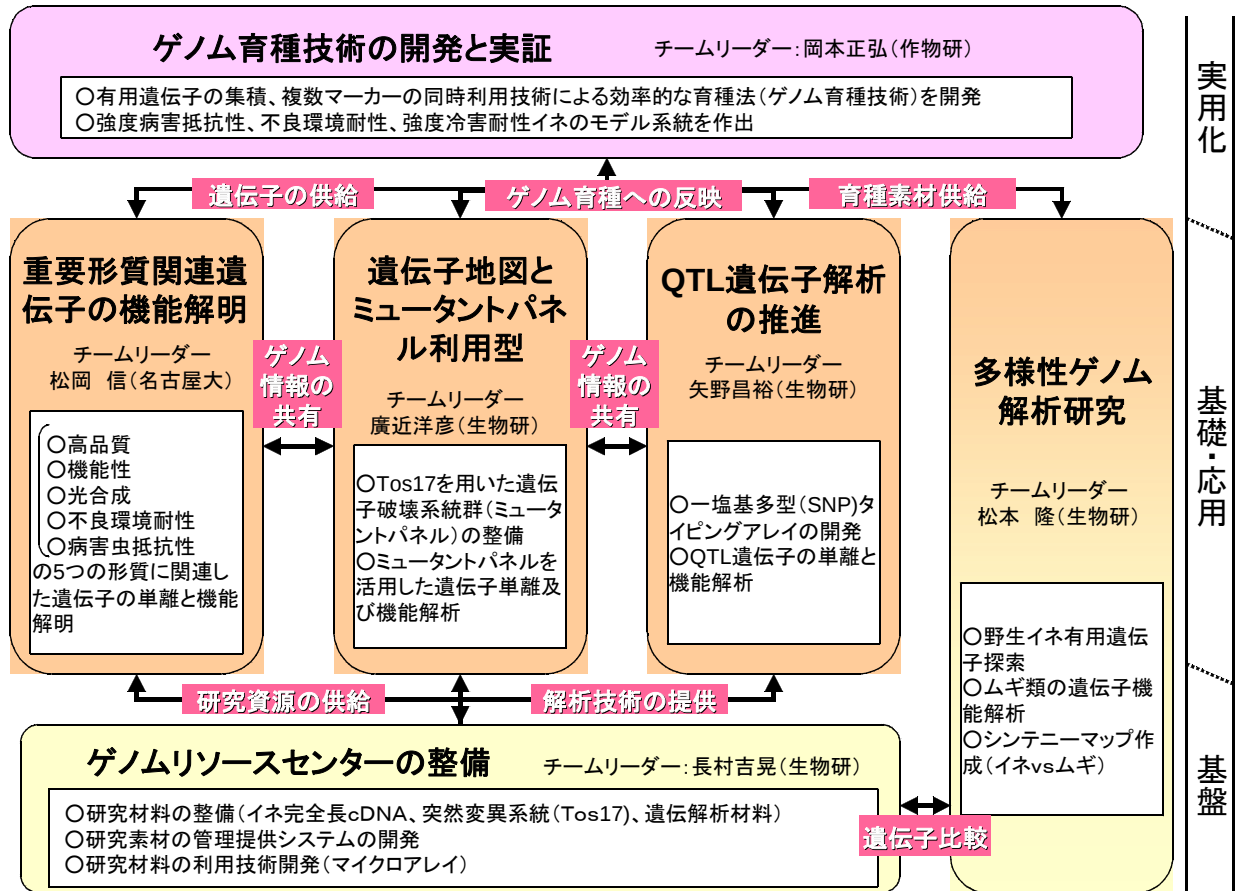
(アグリ・ゲノム研究の総合的な推進のうち、有用遺伝子活用のための植物（イネ）ゲノム研究及びゲノム育種による効率的品種育成技術の開発)

1. 農林水産技術会議事務局
事業担当課長 先端産業技術研究課長
プロジェクトオフィサー 研究開発企画官
新井 毅
門脇 光一
2. プロジェクト研究運営委員等
(1) 外部専門家
相山女学園人間学研究センター 客員研究員
かずさDNA研究所副所長
国立大学法人筑波大学生命環境科学研究科 教授
杉浦 昌弘
田畑 哲之
奥野 員敏
- (2) 関係行政部局
大臣官房企画評価課技術調整室
生産局農産振興課
3. 研究実施体制
プロジェクトリーダー
独立行政法人農業生物資源研究所 理事
佐々木卓治
チームリーダー
独立行政法人農業生物資源研究所ゲノムリソースセンター長
長村 吉晃
独立行政法人農業生物資源研究所基盤研究領域長
廣近 洋彦
国立大学法人名古屋大学生物機能開発利用研究センター教授
松岡 信
独立行政法人農業生物資源研究所QTLゲノム育種研究センター長
矢野 昌裕
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所研究管理官
岡本 正弘
独立行政法人農業生物資源研究所植物ゲノム研究ユニット長
松本 隆

評価対象課題の変遷



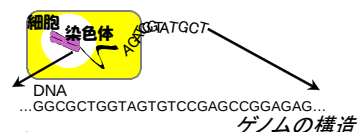
各課題の関係



イネゲノム研究のこれまでの成果 ①

◎ イネゲノム完全解読(約3億7千万の塩基配列を決定、精度99.99%)

(イネ全ゲノム塩基配列完全解読(2004)日本の寄与率55%)



◎ DNAマーカー約3万個開発 → DNAマーカー育種技術の確立により
育種期間が10年から3年へと大幅短縮 (次ページ参照)

◎ 約100の遺伝子の機能解明((例)草丈、病虫害抵抗性遺伝子等の農業上重要な遺伝子)
(うち、遺伝子機能 70、DNAマーカー 4について特許取得・出願)

◎ イネ変異系統の作出(遺伝子破壊系統(約50,000系統)、遺伝子過剰発現系統(約8,000系統))

◎ 作物開発や遺伝子機能の解明に貢献する画期的な技術の開発

○ 26の手法・プログラムについて特許取得・出願((例)目的の物質をイネの胚乳部分に効率的に蓄積させる技術)

○ マイクロアレイ(遺伝子発現解析キット)の開発

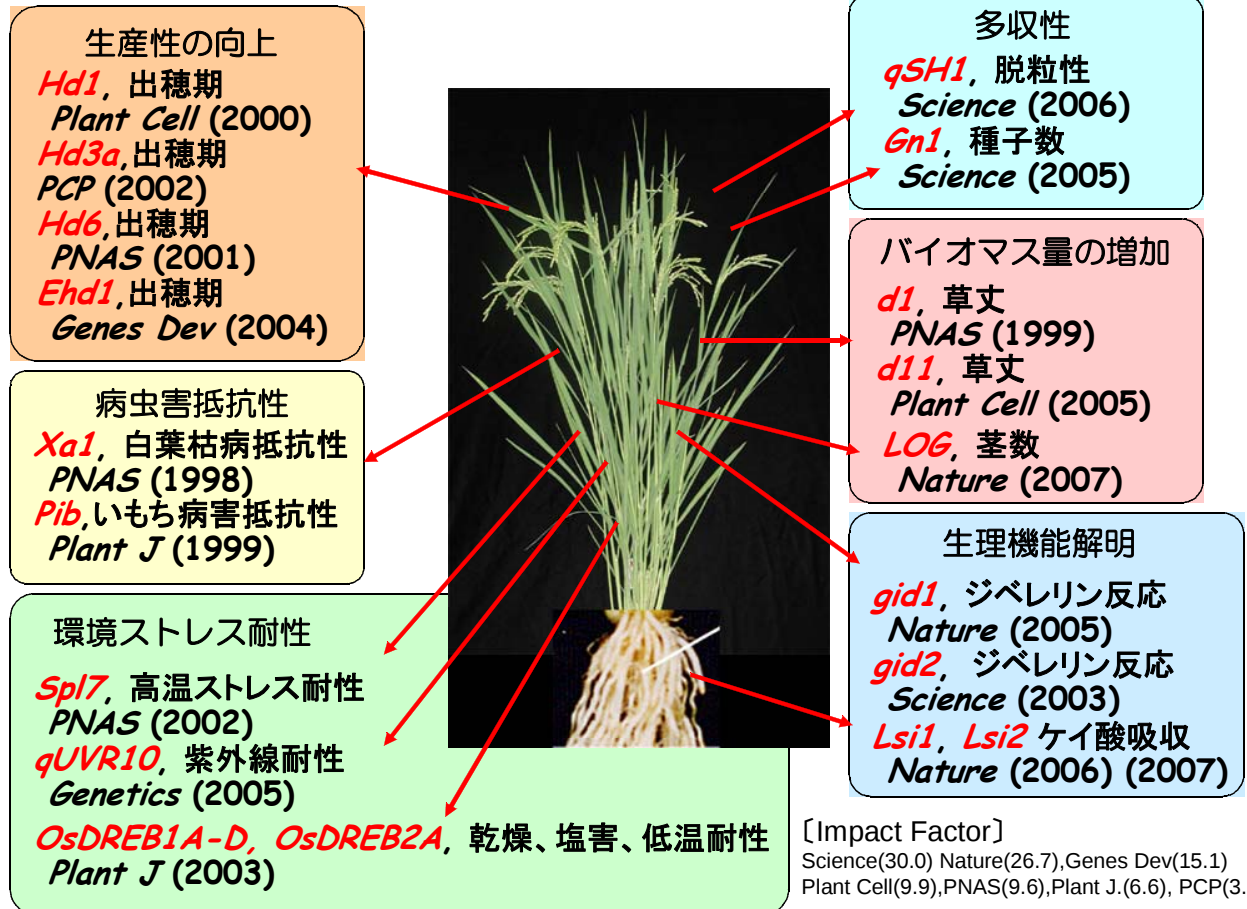


◎ イネゲノムデータベースの構築

○ 塩基配列情報、遺伝地図情報、変異系統情報等の検索システムを整備
約10万件/日のアクセス

注)特許数については19年3月末現在

イネゲノム研究のこれまでの成果 ②



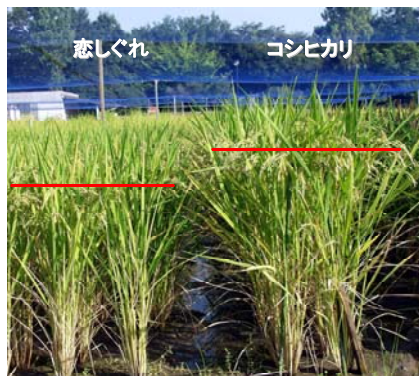
イネゲノム研究のこれまでの成果 ③

ゲノム情報を利用した新たな交雑育種法の開発

①丈が短く倒れづらいコシヒカリの作出

コシヒカリSD1号(商品名:恋しぐれ)
品種登録済(H20.2.22)

平成19年には1300haの栽培面積



②トビイロウンカ抵抗性ヒノヒカリの作出

関東IL2号:品種登録申請中



関東IL2号

現地での実証試験によりトビイロウンカの被害を受けないことを確認。

関東IL2号の抵抗性

③出穂期が違うコシヒカリの作出

コシヒカリ関東HD1号:品種登録申請中

関東IL3号:品種登録申請中

コシヒカリ関東HD1号

コシヒカリ

関東IL3号



大課題 1	イネ・ゲノムリソースセンターの整備		
チームリーダー氏名 所属・役職	長村吉晃 農業生物資源研究所 ゲノムリソースセンター長		
研究費	380百万円	実施期間	平成15年度～平成19年度
共同研究機関	(なし)		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (1)イネ・ゲノムリソースセンターの整備 【研究目標の説明】 農林水産省は、我が国の基幹穀物であるイネゲノム研究1991年に開始し、研究基盤となる遺伝子の大量解析、ゲノム全塩基配列解析、イネ完全長cDNAプロジェクト等を推進した。この間に、今後の研究に利用可能な研究材料やゲノム情報を蓄積した。本課題では、これらの研究材料を国内外の多くの研究者・研究コミュニティに提供するためのシステムを整備し、また提供事業を通してイネ及び関連する植物の基礎及び応用科学の一層の進展を図ることが目的である。研究材料及び情報の一括管理による利便性の向上を図り、研究機関等への円滑な供給体制の確立を図ること、また材料情報の整理・解析等により、高度かつ高精度の情報をもつ研究材料及び情報の管理・提供を図ることが目標である。			
2. 研究目標の達成度等 研究材料及び情報の一括管理及び利用者への円滑な供給体制を整備することを目標にプロジェクトを推進し、概ね目標を達成した。 1) イネ完全長cDNA35,139クローン、Tos17変異体5万系統、遺伝解析材料10種類の研究材料を整備し、またウェブサイトを立ち上げ、在庫管理システム構築等により、利用者に円滑に提供する体制を整えた。 2) 質の高い研究材料の提供を目指し、品質管理システムを整備した。 3) 上記整備により、農水委託プロジェクト課題担当者をはじめ、分譲依頼のあった全ての国内外の研究者に研究リソースを提供した。5年間の実績は、リクエスト2186件、配布クローン数（または系統数）19,173であった。 4) 研究支援システムとしてマイクロアレイ解析システムを構築し、5年間に469名を受け入れ、サポートした。 5) QTLプロジェクト担当者と共同でイネ44Kマイクロアレイを開発・実用化した。 6) 成果発表は、論文20、総説1、出版物2、学会発表16であった。			
3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果 本プロジェクトで整備したイネ研究材料（イネ完全長cDNA、Tos17変異体系統群、遺伝解析材料）は、付加価値の高い研究材料であり、リクエストも非常に多い（年間約450件）。 イネ研究者だけでなく、国内外のコムギ、トウモロコシ等のイネ科作物の研究者からもリクエストがあり、研究への波及効果や国際貢献に寄与している。本プロジェクトで整備した研究材料の提供は、今後配布事業の中で継続する。			
4. 研究推進方法の妥当性			

研究推進体制は妥当であり、研究計画も当初の目標どおり、概ね達成できたと考えている。研究資源は、最終年度大幅な削減があったが、概ね妥当であったと考える。

5. 研究成果の意義

本プロジェクトの推進により、国内外の研究者及び研究コミュニティに品質の高い研究リソースを円滑に提供できる体制を整備できたことは非常に大きな意義があり、今後の生命科学研究の推進に少なからず寄与できるものと考えている。

大課題 2	遺伝地図とミュータントパネル利用型		
チームリーダー氏名 所属・役職	廣近洋彦 農業生物資源研究所 基盤研究領域長		
研究費	2, 459 百万円	実施期間	平成 12 年度～平成 19 年度
共同研究機関	(株)オリノバ、(株)北海道グリーンバイオ研究所、愛知県農業総合試験場、愛媛大学、茨城大学、岡山大学、京都府立大学、九州大学、香川大学、国際農林水産業研究センター、国立遺伝学研究所、作物研究所、三重大学、三菱化学生命科学研究所、秋田県立大学、新潟大学、神戸大学、筑波大学、中央農業総合研究センター、東京大学、東京理科大学、東北大学、東北農業研究センター、奈良先端科学技術大学院大学、日本たばこ産業(株)、富山県農業技術センター、福井県立大学、北海道大学、北海道農業研究センター、名古屋大学		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) 遺伝子の単離と機能解明 ① 遺伝子地図及びミュータントパネル（遺伝子破壊系統）を利用したイネ遺伝子の単離、機能解明 【研究目標の説明】 農業上有用な遺伝子の単離及びその機能解明は、遺伝子組換え技術による新品種開発の重要な鍵として、また、特許化が可能な知的財産として極めて重要であることから、国際的に烈しい研究競争が行われている。このような情勢の中で、イネ・ゲノムの効率的塩基配列解析手法の開発と全塩基配列の解読において得られる膨大な塩基配列情報のほか、既に得られているDNA断片、遺伝地図の利用技術、多数の遺伝子が支配する形質（量的形質）の連鎖分析手法、 トランスポゾンを利用した遺伝子破壊技術等々の成果を活用し、量的形質を含む農業上有用な遺伝子の効率的単離及びその機能解明を行うとともに、本研究を通じて国際競争をリードすべく、その特許取得を積極的に推進する。また、これら遺伝子の育種への利用技術を開発し、新形質を持つ画期的な新品種の育成に資する。 研究目標 (1) イネ遺伝子の単離及びその利用技術を開発し、耐病虫性、耐冷性等の農業上重要な形質を支配する遺伝子を単離する。 (2) イネ遺伝子の効率的な機能解析技術を開発し、発現遺伝子(cDNA)の生物機能を解明する。			
2. 研究目標の達成度等 (1) に関連する課題は平成 16 年度で終了となったが、それまでに遺伝地図を利用した量的形質を含む農業上有用な遺伝子の効率的単離手法を確立するとともに、いもち病圃場抵抗性遺伝子Pi21等の量的形質遺伝子 4 個を含む 25 個の遺伝子の単離に成功した。遺伝子単離が終了していない課題については、平成 17 年度から開始されたQTLプロジェクトに引き継がれて、遺伝子単離が完遂された。 (2) については、5 万種類の遺伝子破壊系統（ミュータントパネル）を作出するとともに、関連する各種リソースの開発を完成させ、当初の目標を達成した。また、これらのリソースを利用して、40 個の遺伝子の単離・機能解明に成功している。これらイネ遺伝子単離・解析手法の確立、さらには単離・機能解析された遺伝子数を考慮すると、本			

研究目標の達成度は高い。また、本プロジェクトは、平成１２年から１６年までミレニアムイネゲノムプロジェクトの一部として推進され、本プロジェクトの目標である１００個の遺伝子の単離・機能解明の達成に大きく貢献した。

３．研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

本プロジェクトの実施により、２種類の遺伝子単離・機能解明の手法が確立され、農業上有用な遺伝子の探索の効率化が図られた。また、この手法を利用して得られた遺伝子単離・機能解明の成果は、原著論文１９０報として発表するとともに、３２件の特許として知財の確保を行った。以上のことから、本研究の成果の科学、社会・経済に及ぼす効果は大である。

４．研究推進方法の妥当性

イネゲノム解析で研究蓄積のある農業生物資源研究所が本プロジェクトの中核研究機関として、遺伝子単離・機能解析手法の開発、関連リソースの開発を行った。一方、遺伝子単離・機能解析については、日本全国の国や県の研究機関、大学の遺伝・育種学や分子生物学の研究者の参画によって実施してきた。効率的な遺伝子単離・機能解析には、中核機関である農業生物資源研究所の支援が必須であるが、円滑な研究支援により大きな成果を上げることができた。

以上のことから、研究計画・実施体制については、妥当であったと判断される。

５．研究成果の意義

本プロジェクトの実施により、遺伝子の単離・機能解明手法が確立され、ポストイネゲノム研究の推進に大きく貢献している。また、農業上有用な遺伝子の探索の効率化が図られ、特許取得の推進に大きく貢献した。

また、本プロジェクトを通じて得られた遺伝子を育種へ応用することによって、我が国の食料自給率の向上、食料の安全・安心の確保、将来に予測される食料危機の問題に対処が図られる。

以上のことから、本研究の成果の科学的、社会・経済的意義は高い。

大課題 3	イネ・ゲノムの重要形質関連遺伝子の機能解明		
チームリーダー氏名 所属・役職	松岡信 名古屋大学 生物機能開発利用研究センター 教授		
研究費	3, 372 百万円	実施期間	平成15年度～平成19年度
共同研究機関	愛知県農業総合試験場、京都大学、近畿大学、九州大学、広島大学、国際農林水産業研究センター、国立遺伝学研究所、自然科学研究機構基礎生物科学研究所、畜産草地研究所、島根大学、東京大学、東京理科大学、東北大学、奈良先端科学技術大学院大学、福井県立大学、名古屋大学、理化学研究所		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) 遺伝子の単離と機能解明 ②イネの重要形質（「高品質」等5形質）関連遺伝子の単離と機能解析 【研究目標の説明】 本プロジェクトは、イネゲノムプロジェクトで蓄積してきたすべての研究ツールや情報を利用して、イネに関わる重要な生命現象全般について理解することを目的とし推進した。本目的のために、農水系独法のみならず、大学・理化学研究所など組織を問わず本プロジェクトを推進するのに最適な課題担当者を配して、広範囲でかつ質の高い研究を展開することを目指した。このために、具体的に目標とした形質・遺伝子は次の5を設定した。1. 高品質なコメを作る遺伝子、2. 機能性物質を作る遺伝子、3. 光合成機能を高める遺伝子、4. 病害虫に強い遺伝子、5. 不良環境に強い遺伝子。さらに、これらの目標に向かって、より効率的に研究を推進させる手だてとして、「イネ遺伝子の機能解明に向けての手法の開発および研究支援」をもうけた。			
2. 研究目標の達成度等 上記5つの目標に対して以下のような成果を得た。 1. 高品質なコメを作る遺伝子、植物ホルモンの生理機能に関する研究において顕著な成果が得られた。イネの生長を制御するジベレリンの受容体を発見し、ジベレリン受容体はリパーゼ酵素を基に進化したこれまで全く知られていない構造を持つ受容体であることを解明した。 2. 機能性物質を作る遺伝子、ダニのII型アレルゲンであるDef2を発現させたコメをマウスに経口投与したところ、一週間の投与でその特異抗体IgGやIgEの誘導を抑制できることを確認した。 3. 光合成機能を高める遺伝子、C4関連遺伝子の高発現イネの光合成能力の解析を行い、炭素固定に有利な形質を観察した一方、生育遅延も観察された。 4. 病害虫に強い遺伝子、イネに対して安定的な抵抗性を付与することを目的として、抵抗性遺伝子以降の抵抗性反応に関与する因子を同定し、それを抵抗性育種に利用することを目指し研究を行った。 5. 不良環境に強い遺伝子、ケイ酸の吸収を制御する因子、Lsi1、の単離解析に成功した。Lsi1は主根と側根のみに発現し根毛では機能せず、また根の外皮と内皮細胞の外周細胞膜に局在することが確認された。			
3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果 イネの重要形質に関与する遺伝子の単離や機能解明について多くの質の高い成果が得			

られた。これらの成果はNatureなど世界のトップジャーナルをはじめとして数多くの質の高い雑誌に報告された。特にジベレリンやサイトカイニンなどのホルモン研究において大きなブレークスルーを果たすと同時に、根のミネラル吸収研究においても大きな成果を生み出した。これらは本プロジェクトのレベルの高さを証明している。また、社会に還元できる成果については、本プロジェクトが主に基礎研究を中心に行われた為に、基礎研究における論文のように、得られた成果が直ちに社会・経済等に目に見える形で現れていないが、イネ胚乳内に各種の機能性タンパク質を産出させる研究や、イネの耐病性付与において重大な機能を果たすタンパク質の発見など、今後、産業的に大きな効果が期待できる成果を得ることができた。

4. 研究推進方法の妥当性

本プロジェクトは発足当初から、毎年、厳しい審査を行い進捗の評価を行った。その結果を受けて、必ずしも順調でないと判断された課題については、その都度適切な援助や研究指導を行った。また、研究援助については、発足後その必要性が高いことが確認されたので、2年目からは支援の課題を立ち上げシステマティックな支援を行った。これらの援助の後に、それでも進捗のはかばかしい改善が見られなかった課題についてはそれを中止した。また、プロジェクト後半には、基盤的な進捗に成功したいくつかの課題について、その研究の方向性や戦略等についてきめの細かい指導を行い、農業的ニーズにも対応した展開を試み成功を収めた。

5. 研究成果の意義

本プロジェクトの目標は、我が国のイネ研究の研究的プレゼンスを世界レベルのものにすること、出された成果を応用に役立てる、という二点に設定した。第一の目標は、例えば、Science誌が2005年の自然科学全体の中で3位に位置づけて、本プロジェクトの成果をBreakthrough of the Yearに選ぶなど、極めて高い評価を得ることができたと考えている。また、応用的側面についても、いくつかの課題がエポックメイクな技術を開発しインパクトの高い成果を得ていることなど、極めて達成度は高いと確信している。

大課題 4	QTL遺伝子解析の推進		
チームリーダー氏名 所属・役職	矢野昌裕 農業生物資源研究所 QTLゲノム育種研究センター長		
研究費	1, 510百万円	実施期間	平成17年度～平成19年度
共同研究機関	ホクレン農業総合研究所、愛知県農業総合試験場、岡山大学、宮城県古川農業試験場、京都大学、九州大学、国立遺伝学研究所、作物研究所、三重大学、東京農工大学、東京理科大学、東北大学、東北農業研究センター、日本たばこ産業(株)、農業環境技術研究所、富山県農業技術センター、北海道農業研究センター、名古屋大学、理化学研究所		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (2) 遺伝子の単離と機能解明 ③イネの量的形質遺伝子(QTL)の単離と機能解析 【研究目標の説明】 イネの食味や耐冷性などの農業上有用な形質のほとんどは、複数の遺伝子(QTL)と環境との相互作用によって決定される複雑形質である。複雑形質の遺伝学的研究はDNAマーカーの作成・利用にともない著しく進展し、関与するQTLの分子レベルでの単離・同定も成功事例が報告されている。しかしながら、広範な遺伝資源を利用した、質の高い実験系統群やゲノムライブラリーの作出が要求される複雑形質の分子遺伝学的解析は、単独の研究室で容易に実行できるような一般的な手法としては確立していない。本プロジェクトでは、イネにおける複雑形質に関与する遺伝子の単離手法をより効率化するために、遺伝解析用実験系統群や完全長cDNAの拡充などの研究基盤の充実を図る。さらにはイネの複雑形質(病害虫抵抗性、耐冷性、高温耐性、発芽、食味・品質など)について、イネゲノム研究によって創出されてきたあるいは今後創出される研究資源を有効に活用した関与QTLの遺伝学的同定ならびに分子レベルでの単離・同定を推進する。 具体的には、 ① 研究基盤の充実として、遺伝資源のカatalog化、遺伝解析用実験系統群の作出、完全長cDNAの拡充、遺伝子変異遺伝子の効率的選抜手法の開発、QTL情報の効率的検索システムの開発ならびに研究支援の中核形成など、遺伝子機能解明のための研究基盤を整備・提供する。 また構築する研究基盤を活用して、 ② 生理形態形質(伸長性、出穂期、種子の寿命、生育旺盛性、細胞質雄性不稔の回復、根の形態、品質・加工適性など)、 ③ 環境ストレス耐性(穂ばらみ期の耐冷性、登熟期の高温耐性、低温発芽耐性、土中出芽性、アルミニウム耐性)、 ④ 病虫害抵抗性(いもち病抵抗性、縞葉枯病抵抗性、ツマグロヨコバイ抵抗性、トビイロウンカ抵抗性)などに関与する遺伝子を単離し、それらの遺伝的制御機構解明ならびに育種選抜への活用につなげる。また特許取得を積極的に行う。			
2. 研究目標の達成度等 ① 基盤整備においては、アジア栽培稲150品種について約1500箇所のイントロン領域の塩基配列データを得た。イネ完全長cDNAクローンの未解読分の全長配列の解読を行い、約4900件の配列を追加するとともに、イネ遺伝子発現解析用の44Kオリゴアレイアレイをデザインした。TILLINGによる約2500系統の変異体スクリーニングシステムを			

確立した。アジア栽培イネ品種あるいは近縁野生種を用いた新規遺伝解析用系統群7種類を作出し、公開分譲を開始した。イネQTL・遺伝子情報を主要表現型ごとに整理し、データベースを作成した。

- ② 生理形態形質の遺伝子解析については、根の中心柱サイズおよび深根性に関与するQTLを第9染色体にマッピングすることができた。浮きイネ性に関連する節間伸長性に関与するQTLを第1、第3および第12染色体上にマッピングし、それらの候補ゲノム領域を限定した。出穂期関連遺伝子Ef7, Eh2およびEfxについて、候補ゲノム領域を130~400kbに限定した。胚乳のタンパク組成を改変するFlo2遺伝子単離・同定した。CW型細胞質雄性不稔に対する稔性回復遺伝子Rfcwを単離同定した。LD型細胞質雄性不稔に対する稔性回復遺伝子Rf2に関しては、候補ゲノム領域を限定した。種子の寿命に関する遺伝子qLG-9の候補遺伝子を特定した。耐倒伏性に関わる稈の太さならびに折れにくさに関わるQTLを検出した。コシヒカリの良食味に関与するQTLを第3染色体の短腕上に検出した。
- ③ 環境ストレス耐性関連遺伝子の解析については、低温土中出芽性に関するQTLを第4、第5および第11染色体上に検出した。耐冷性関連遺伝子qCTB8を第8染色体短腕上に位置づけ、その候補ゲノム領域を約190Kbに限定した。耐冷性関連QTLであるCtb1がF-boxタンパク質遺伝子をコードすることを明らかにした。アルミニウム感受性突然変異体に関与する3種類の遺伝子 (Als1, Als2, Als3) を単離・同定することができた。低温発芽性に関与する遺伝子qLTG-3-1の単離・同定に成功した。乾燥耐性に関与するQTLを第11染色体上に検出し、その候補ゲノム領域を191kbに限定した。
- ④ 病虫害抵抗性関連遺伝子の解析については、いもち病菌の細胞内進展に関与するQTLを第12染色体長腕末端領域に見だし、その候補遺伝子を特定した。穂いもち抵抗性遺伝子Pb1の単離同定に成功した。いもち病圃場抵抗性遺伝子Pi34の候補遺伝子を特定するとともに、他の圃場抵抗性遺伝子Pi39(t)、Pi38(t)、およびsqBR4-2aの候補遺伝子もNBS-LRR遺伝子である可能性を明らかにした。いもち病真性抵抗性遺伝子Pik-mの候補を2遺伝子に限定した。イネ縞葉枯病抵抗性遺伝子Stvb-iの候補ゲノム領域を約20kbにまでに限定し、その候補遺伝子を特定した。ツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子Grh3, Grh4の単離・同定に成功した。また、第5染色体上に存在するツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子の候補ゲノム領域を約31kbに限定し、候補遺伝子を特定した。さらに、ツマグロヨコバイ抵抗性遺伝子Grh5とGrh6の候補ゲノム領域を絞り込んだ。トビイロウンカ強度抵抗性品種ADR52に由来するBph21(t)の候補ゲノム領域を限定した。トビイロウンカ抵抗性遺伝子bph4の候補領域を第4染色体の約2 Mbの範囲に狭めた。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

アジア栽培種のSNP情報、イネゲノム完全長cDNAの配列情報とマイクロアレイ、突然経変異パネルおよび遺伝解析用の実験系統群は、農業上有用なQTLの検出ならびに単離に利用可能である。これらの構築された研究基盤は、すでに有用遺伝子の単離に利用されてきたが、今後、農水系独立行政法人、県の防業試験場、大学等の研究者によって利用され、イネの遺伝子機能解析を大きく加速すると期待される。単離・同定された、形態形質、環境ストレス耐性および病虫害抵抗性遺伝子などの農業上重要なQTL（遺伝子）は、遺伝子組み換えによる新規作物の作出における重要なツールとして貢献するとともに、イネの重要形質の遺伝的制御機構の理解に貢献する。さらには、育種選抜用のマーカー開発が加速化され、画期的新品種の開発が促進される。

4. 研究推進方法の妥当性

3年間という短期間ではあったが、目標遺伝子の単離・同定あるいは候補遺伝子の特定が顕著に進んだ。またこれまで存在が明らかとなっていなかった有用なQTLの検出も進展した。自然変異を解析する上では、実験系統の確保が最も重要な要因である。したがって、本課題を開始するにあたり、実験系統群の作出やQTLの遺伝学的検出が既にあるレベルまで進んでいたテーマを中心に個別課題を選定したが、本課題の進捗に大

きく貢献したと考えられる。またマップベースクローニングにおいては、単独の研究機関では取り組み難い複数のステップが必要であるが、それらのステップを円滑にこなすために、研究支援を行う中核機関を設置して研究支援に当たった。これにより、各課題が目標とするQTLの検出や単離が加速されたと考えられる。このようなプロジェクト研究における研究支援の取り組みは、ほとんど例がなく、試行錯誤も見られたが、結果的に研究支援の導入は研究推進に効果的であったと考えられる。。以上のことから、研究推進方法は妥当であったと考える。

5. 研究成果の意義

単離されたQTLについては、複雑形質の発現調節機構の解明の足がかりとして、他の研究課題へと発展するとともに、形質転換育種のツール（遺伝子）としてその応用場面が考えられる。一方、単離はできていないものの、候補ゲノム領域が限定された段階で、本研究課題において解明された有用遺伝子(QTL)の染色体の位置情報は、イネ育種における個体選抜マーカーのデザインに活用され得る。実際に、既に他の委託プロジェクト「ゲノム育種」において、いもち病抵抗性や耐冷性などの選抜育種において本課題の成果が利用されている。以上のように、本課題で得られた情報は遺伝子の機能解析ばかりでなく、イネの育種においても利用されている点で、その意義は大きい。

大課題 5	ゲノム育種技術の開発と実証		
チームリーダー氏名 所属・役職	岡本正弘 農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所 研究管理監		
研究費	668百万円	実施期間	平成17年度～平成19年度
共同研究機関	愛知県農業総合試験場、茨城県農業総合センター、沖縄県農業研究センター、岐阜大学、宮崎県総合農業試験場、宮城県古川農業試験場、京都大学、近畿中国四国農業研究センター、九州沖縄農業研究センター、高知県農業技術センター、国際農林水産業研究センター、作物研究所、食品総合研究所、青森県農林総合研究センター、中央農業総合研究センター、農林水産先端技術研究所、富山県農業技術センター、北海道農業研究センター		
1. 研究目的と研究目標 【研究目標】 (3) 画期的な作物の開発 【研究目標の説明】 イネゲノム研究では、高精度塩基配列の解読が完了し、高密度遺伝地図の作製、多数の完全長cDNAの単離、有用遺伝子の単離と機能解析等が進み、遺伝子ネットワークが解明されつつある。これらのゲノム情報の活用を促進するために、QTL遺伝子の集積や、多数のDNAマーカーの同時利用、遺伝子組換えにより、多様な形質の発現を制御する効率的な育種法（ゲノム育種技術）を開発・実証するとともに、農業上有用な形質において、既存遺伝資源より有意に優れた先導的モデル系統を作出すること目的として、本研究を実施する。 1) DNAマーカー選抜による遺伝子集積系統の育成 ① いもち病など、主要病害に対する耐病性QTLを複数導入した高度耐病性イネの開発。 ② 複数の耐冷性QTLを導入し、冷害による被害を大幅に低減する高度耐冷性イネの開発。 ③ ウンカ・ヨコバイ類に対する複数の耐虫性を導入した高度耐虫性のイネの開発。 ④ 良食味・高品質に必要なQTLを導入し、食味・品質が高位安定したイネ、および、多様な作期に対応した優良イネの開発。 2) 遺伝子組換えによる実用的優良系統の育成 ① 既存の耐病性品種に、更に耐病性遺伝子を導入することによる、従来の耐病性品種より高度な耐性を示すイネの開発。 ② 既存の耐冷性品種に、更にストレス耐性遺伝子を導入することによる、従来の耐冷性品種より高度な耐性を示すイネの開発。 ③ 生活習慣病に対して予防機能を有する遺伝子を導入することによる、生理機能を示すイネの開発。 2. 研究目標の達成度等 1) DNAマーカー選抜による遺伝子集積系統の育成 トビイロウンカ抵抗性遺伝子<i>bph11</i>を持つヒノヒカリ同質遺伝子系統「関東BPH1号」、コシヒカリの極早生および中晩生同質遺伝子系統「コシヒカリ関東HD1号」、「関東HD2			

号」を品種登録出願し、現在出願公表中である。

いもち病圃場抵抗性*pi21*と食味不良の連鎖を解消した「中部125号」、「中部128号」、陸稲由来の縞葉枯病抵抗性遺伝子といもち病抵抗性遺伝子*Pi34*を集積した「中国IL1号」、「中国IL2号」、いもち病抵抗性遺伝子*Pita*を持つヒノヒカリ同質遺伝子系統「関東IL6号」を育成した。またヒノヒカリを遺伝的背景とし、トビイロウンカとツマグロヨコバイの両方に抵抗性を示すQbp4を持つ「関東241号」を育成した。さらにコシヒカリの遺伝的背景を持ち早生の「関東IL4号」、晩生の「関東IL5号」、ミルキーQueen由来の低アミロース性を有する極早生の「関東IL7号」を育成した。

上記以外にも耐病虫性、耐冷性、出穂性、高品質性について、ターゲットとしたQTLを導入した同質遺伝子系統の育成と評価が進んでいる。目標とする形質の付与に成功しなかったものも一部あるが、概ね1～3年で実用系統育成に達する見込みである。

2) 遺伝子組換えによる実用的優良系統の育成

活性酵素消去系遺伝子APXaやフルクタン合成酵素遺伝子を導入することで、導入に用いた原品種「ゆきひかり」や「おぼろづき」より穂ばらみ期耐冷性の高まった組換えイネを作出できることを示した。ナタネ由来ディフェンシンの抗菌スペクトラムを明らかにし、食品としての安全性評価を進めた。生活習慣病予防効果のある組換えイネの作出では、機能性ペプチドをイネ種子に高度蓄積させる手法を開発し、血圧調節機能のある組換えイネの作出に成功した。またダイズ貯蔵タンパク質のβコングリニニンにコレステロールや脂肪の代謝を改善する機能があることを証明し、この成分を高度に蓄積させた組換えイネの作出に成功した。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

1) DNAマーカー選抜による遺伝子集積系統の育成

品種登録出願した「関東BPH1号」、「コシヒカリ関東HD1号」および「関東HD2号」については、都道府県での奨励品種決定調査試験に供試されている。さらに平成20年に試作を希望する生産者や民間種苗会社から種苗の利用許諾の申請がすでに10件以上、寄せられている。特にトビイロウンカ耐虫性の「関東BPH1号」については、九州を中心にトビイロウンカの被害が大きくなっていることから、その対策技術としてマスメディアで度々紹介されている。実際に、佐賀県が有望視している他、九州各県の有機栽培米生産地からも作付け希望が寄せられている。また極早生の「コシヒカリ関東HD1号」については早期栽培・出荷、晩生の「関東HD2号」についてはコシヒカリの作期分散に加え、最近大きな問題となっている高温登熟の回避を目的とした活用が図られ、普及が期待される。その他の育成系統についても1～3年程度の試験栽培の後、有望なものは品種登録出願が期待できる。現在の新潟県等の情勢からすると、同質遺伝子系統の普及に当たっては、これまで以上に配慮や工夫が必要になるが、当プロジェクトでの育成品種については生産希望が数多く寄せられており、普及に努力を傾注したい。

2) 遺伝子組換えによる実用的優良系統の育成

遺伝子導入するイネ系統やプロモーターの選択、機能性ペプチドや導入方法を考慮することで、米

中に機能性ペプチドを高度に蓄積させる手法を開発できた。この手法を用いて、血圧やコレステロール値を調整できる機能性米の作出に成功した。今後、生物多様性評価や食品安全性をクリアできたなら実用化に向かう可能性がある。活性酵素消去系酵素遺伝子の一つAPXa遺伝子を発現させることで、穂ばらみ期低温耐性をはじめとする環境ストレス耐性を付与できることを示すことができた。

4. 研究推進方法の妥当性

1) DNAマーカー選抜による遺伝子集積系統の育成

平成17年からの3年間については、DNAマーカーを活用することにより目的遺伝子と

不良形質の連鎖を解消し、遺伝的背景も優良品種型となった同質遺伝子系統の育成を中心に推進した。本プロジェクトにより開発された質の高い同質遺伝子系統育成はそのままでも十分に実用的であるが、今後期待される遺伝子集積系統の開発にも応用できる。具体的には、各同質遺伝子系統の実用化に加え、交配により有用遺伝子を集積することにより、複数形質が改良された実用品種が早期に開発されることが見込める。本研究で成し得たもう一つの大きな成果は、トビイロウンカ抵抗性やいもち病抵抗性等と不良形質との連鎖を解消した点にある。マーカーを用いて染色体の目標領域について集中的にスクリーニングした結果、不良形質との連鎖を打破することができた。表現型の選抜に頼る従来の育種では成し得なかった成果であり、本研究の推進方法が適切であったことを示している。さらに、新技術のユーザーでもある公立場所をプロジェクトに参画させることにより、成果を速やかに普及させる体制を築くことができた。

2) 遺伝子組換えによる実用的優良系統の育成

耐病性や耐冷性遺伝子組換えイネの開発においては、ディフェンシンや耐冷性関連遺伝子を従来育種で作出されてきた既存耐性品種に遺伝子導入して、従来の耐性品種を超える耐性系統が作出できるかを進めてきた。耐冷性品種においてはAPxa遺伝子を緑葉プロモーターで発現させることで原品種を超える耐冷性を付与できる可能性があることが示された。この3年間に各種誘導プロモーターが単離できていることから、今後有望な耐冷性系統が作出されると期待される。一方、従来の育種では不可能な、生活習慣病予防効果を有する機能性米の開発では、血圧やコレステロール値を調整できる（動物での経口投与試験で）組換え米を作出でき、研究推進方法は妥当であった。

5. 研究成果の意義

1) DNAマーカー選抜による遺伝子集積系統の育成

本課題で育成した同質遺伝子系統は、目的形質の遺伝子と不良形質の連鎖が解消されており、それ自体の実用性もさることながら母本としても価値が高い。育成品種については生産希望が寄せられており、産地化に貢献すると見られる。

以上、得られた研究成果は、それ自体の実用性の意義が大きいだけでなく、今後の遺伝子集積品種育成のツールとしても意義が大きい。

2) 遺伝子組換えによる実用的優良系統の育成

生活習慣病を予防する機能性組換え米の開発では、動物への経口投与試験で有効性が示された。従来の育種では作出することは不可能であり、遺伝子組換え技術の有効性を十分に示すことができた。またAPxa遺伝子を導入・発現させることで耐冷性強の原品種よりさらに耐冷性を高めることが可能であることを示すことができた。

大課題 6	多様性ゲノム解析研究		
チームリーダー氏名 所属・役職	松本隆 農業生物資源研究所 植物ゲノム研究ユニット長		
研究費	2, 073 百万円	実施期間	平成 17 年度～平成 19 年度
共同研究機関	福井県立大学、国立遺伝学研究所、茨城大学、岡山大学、帯広畜産大学、香川大学、九州大学、鳥取大学、奈良先端科学技術大学院大学、北海道大学、農林水産先端技術研究所		

1. 研究目的と研究目標

【研究目標】

(4) イネ以外の作物への応用と生殖的隔離の解明

【研究目標の説明】

イネゲノムプロジェクトの成果を利用したムギ類の比較ゲノム解析によって、農業形質に係わるムギ類遺伝子の機能やネットワークを解明する。イネの生殖的隔離に係わる様々な機構を解明し、育種の材料となるイネのジーンプールを拡大する。

2. 研究目標の達成度等

ムギ類(オオムギ・コムギ)からの有用遺伝子単離については、オオムギの条性遺伝子 Vrs1 を単離し (PNAS, 2006)、花器の開閉花性遺伝子にも領域を狭めている。また皮性・裸性を支配する Nud 遺伝子についても単離し、現在論文投稿中である。またターゲット遺伝子は異なるものの、穂発芽性、休眠性という同様の形質に対してイネ・オオムギ・コムギに検出された QTL の遺伝子としての単離を進め、イネの Sdr4 を単離し (論文投稿中) オオムギも BAC 物理地図レベルまで迫っており、コムギにおいては 2 つの QTL のうち一つが 0.2cM に狭まっている。さらに、コムギの光誘導性開花パスウェイの主要な経路として花成関連遺伝子の相互作用モデル「WAP1-WFT-VRN2 トライアングルモデル」をイネやアラビドプシスの知見と比較することによって構築した。この情報はコムギの出穂期を操作するために重要な基盤情報である。

一方イネの種間・亜種間に起こる不稔現象によってジーンプールの活用が妨げられている生殖的隔離の解明と打破を目指して、多くのアプローチが行われた。個別の隔離遺伝子としては長く研究されてきたペアで働く雑種弱勢遺伝子 Hcw1, Hcw2 において片方が転写因子と同定され、他方も候補遺伝子が絞られている。栽培・野生イネ間に見られる雑種不稔遺伝子については S1, S6, S19, S21, S23, S27, S28, S22 についてそれぞれ遺伝解析によって領域を狭め、特に S1, S6 についてはその多様性を明らかにした。このようなアプローチとは別に、関与する素過程を詳細に検討する作業も行われた。一つは生殖的隔離現象を生殖過程における不全と捉え、この過程に関する遺伝子の単離と多様性の解明が行われた。この結果新しい RNA 遺伝子が関与する (Plant Cell 2007) ことを突き止めた。別なアプローチとしては、胚乳の生殖隔離がゲノムインプリンティングによるという仮説の下、イネでは初めてゲノムインプリンティングが胚乳で起きている事が検証された。

野生イネを育種に有効に利用するためには栽培化によって起こった遺伝子・ゲノムの変化・進化を明らかにする必要がある。このためゲノムに散在する転位因子 (トランスポゾン) の挿入多型を用いた栽培・野生イネコアコレクションの系統分析が行われ、AA ゲノムにおいてのアクセッション毎の系譜が明らかになった。栽培化を分子生物学で解き明かす試みとして脱粒性遺伝子 qSH1 が単離され (Science 2006) ハプロタイプ分析よりジャポニカ・インディカで異なる遺伝子の変異が栽培化 (非脱粒化) に利用された事が

明らかになった。また多くの形質遺伝子について栽培種・野生種におけるゲノム多様性が詳細に調べられ、多様化しやすい遺伝子と保存されている遺伝子が存在することが明らかになってきた。さらにチャレンジングな試みとして合成コムギの成立過程で起こった（と推定される）倍数化に関与する非還元配偶子形成遺伝子のクローニングを目指したが、当該期間では遺伝子の同定まで至っていない。

イネにおける例で明らかなごとく、マップベースクローニングを加速化するためには、交配材料作製・連鎖解析・ゲノムライブラリー作製とクローン選択・配列解読・植物形質転換・遺伝子発見に向けたデータ解析等のサポート技術が不可欠である。本課題ではプロジェクトとしてこのための諸課題を推進した。遺伝解析の材料育成では、コムギを用いて相同染色体置換系統および異種染色体断片系統を系統的に育成した。BAC libraryの整備では、Chinese Spring BAC libraryを導入し、スクリーニング、配列解読までの系を構築し、コムギ課題担当者に提供した。その他オオムギ BACクローンの配列解読、野生イネからの BAC library作製、クローン配列解読まで多くの課題を下支えした。コムギ形質転換のシステムについても整備しており、現在候補遺伝子を待っている状態である。またゲノム配列から正確な遺伝子予測を行うためには完全長cDNAの完備が欠かせないことから本課題では Cap-trapper法を用いてオオムギから総計 170000クローンからなる 完全長 cDNAライブラリーを作製し、両末端配列のクラスタリングから 36000種に分類しこのうち 20000以上の全長配列を得ている。また通常ホモロジーだけを用いる機能アノテーションではなくさらに高次アノテーションツールとして、オーソログ関係を用いる進化アノテーションと自動化ツールの開発、ドメイン予測とその類似度を指標に機能アノテーションを行うアルゴリズムの作製、これを用いた植物タンパク質の構造分類を完成した。

全体をまとめると、目標の遺伝子の内いくつかは単離され、残りも単離間近の遺伝子が多い。3年間での途中段階における成果としては十分達成したと評価できる。隔離機構の解明と打破を目指した研究についてはいくつかの遺伝子が明らかになったが、それらの共通の機構は見えておらず、さらに個別の隔離遺伝子の単離を積み重ねる必要がある。大きな成果としては取り扱うことができないが、特にイネゲノムにおいては豊富に存在したゲノムリソースや情報リソースがムギ類で整備されたことは今後ムギ類、あるいはさらに別のイネ科作物遺伝子の単離へ進む際には強力な武器であり、高く評価できる。

3. 研究成果が社会・経済等に及ぼす効果

ここで取り組んだ形質（休眠・穂や種子の形・出穂期）はムギの品質・収量に大きく影響するものであり、ゲノム育種技術を用いて有用な遺伝資源に乏しいコムギの改良に道を開くものである。また隔離現象の解明によって野生イネ遺伝子を栽培イネに導入できれば、各ジーンバンクに保存されているイネ遺伝資源は食糧危機を救う遺伝子資源となりうるものである。この結果我が国のイネや麦類に新しい技術や遺伝子が導入されて、生産量の増大や品質の向上等を通じて新たな食料産業としての農業が活性化することが期待される。

4. 研究推進方法の妥当性

本課題は基盤的な課題の上にイネ、ムギのサブチームから構成されている。イネゲノムの情報を利用してムギ類遺伝子を単離する目標にたいしては妥当な構成である。ただ企画時点ではイネとムギのサブチームが有機的に相互作用しながら進む事を期待していたが、イネの情報は現在では常識として扱われているため、イネ・ムギ間の結びつきはそれほど強くなかった。現在になってみれば基盤技術の上にムギ単独構成も可能であったと思われる。

5. 研究成果の意義

本研究はまだ中間段階ではあるが多くの遺伝子が単離された。また多くのゲノム関係リソースも作製された。これらはイネゲノムからイネ科ゲノム解析への拡大を促し、世界中でムギ類の農業上重要な遺伝子の単離が加速される。この過程でムギ類においてもイネと同じようにゲノム情報に基づいた育種が可能になる。