

# 研究の要約

## I. 研究年次・予算区分

研究年次 平成19～22年度  
予算区分 農業技術研究機構交付金プロ（地域総合  
確立研究）

## II. 主任研究者

主査場所  
北海道農業研究センター  
主査  
鈴木 修（所長、H19.4～H21.3）  
折登一隆（所長、H21.4～H23.3）  
推進リーダー兼チームリーダー  
大下泰生（北海道水田輪作研究チーム長、  
H19.4～H22.3）  
澁谷幸憲（北海道水田輪作研究チーム長、  
H22.4～H23.3）  
取りまとめ責任者  
仁平恒夫（水田作領域長、H23.4～）  
取りまとめ副責任者  
澁谷幸憲（畑作研究領域上席研究員、H23.4～）  
村上則幸（水田作領域上席研究員、H23.4～）

## III. 研究目的

北海道の代表的な良食味米産地である上川中部とこれに次ぐ北空知では水稲と野菜をこれからの基幹作物として位置付けており、産地の安定・強化を図っていくためには、担い手確保や農地集積に対応した省力・高能率な栽培技術を導入するとともに、野菜作の産地体制を強化して、収益性の高い複合経営を構築することが求められている。

そこで、稲作においては省力的で高能率な直播栽培を導入し、良食味の移植兼直播用新品種「ほしまる」を用いて低タンパク米生産のための栽培管理技術を開発し、用途拡大のために業務用米等の適性評価法を検討する。

また、施設型野菜作がさかんな上川中部の主要野菜のひとつであるミニトマトについて、半促成長期取り栽培の省力化と、有利販売を促進するための栽培技術を確立する。露地野菜が主体の北空知につい

ては、短節間カボチャの省力栽培技術を確立する。

さらに、開発した水稲直播栽培と野菜作技術を現地で実証して体系化し、経営評価を行うとともに、産地化方策を提示し、良食味産地に幅広く適用できる高収益水田営農システムを確立する。

## IV. 研究方法

### 第1章 水稲直播栽培における省力栽培および良食味米生産技術の開発

#### 1. 乾田および湛水直播栽培における省力栽培技術の開発

##### （1）資材節減と高能率化による乾田直播の省力栽培技術の開発

整地・鎮圧等の一連の播種作業を改良したより省力的な播種作業技術を開発する。さらに高速作業が可能な麦用ドリルシーダ等を活用し、無粉衣初の利用により作業能率が高くかつ初期投資コストを抑えた乾田直播のための播種技術を開発する。

##### （2）無代かき作溝湛水散播法を用いた湛水直播の省力栽培技術の開発

ケンプリッジローラによる鎮圧により漏水を抑えることにより、代かき作業を省くとともに、無粉衣初作溝型直播機による播種により、省力的かつ安定した苗立ち率を確保できる湛水直播技術を開発する。

#### 2. 新品種に対応した低タンパク良食味米生産のための栽培管理技術の開発

直播用新品種「ほしまる」の低タンパク・安定収量を目標とした窒素施肥法を明らかにするため、窒素施用量および施用時期を検討するとともに、葉色や草丈による栄養診断の導入を検討する。

#### 3. 米品質に及ぼす要因の解析と用途適性の評価

道産の直播向け品種「ほしまる」を主として、米の成分（タンパク質、アミロース）、米飯外観の評価、米飯の物理特性や炊飯後の老化性評価、精米粉による糊化粘度特性等の物理化学測定に基づき食味を主とする品質特性と品質に及ぼす要因を解明する。また、米飯利用を主とした加工適性を明らかにし、新たな用途を検討する。

## 第2章 水田地帯における野菜の省力栽培技術の確立

### 1. 施設型野菜作における夏秋ミニトマトの省力・高品質栽培技術の確立

ミニトマトの省力栽培法を確立するため、育苗・定植作業の大幅な省力化を可能とするセル成型苗直接定植による栽培法を検討する。また、摘房および側枝葉利用の効果を明らかにし、秋季（9月以降）に高品質なミニトマトを安定供給する生産技術を確立する。

### 2. 露地野菜作における短節間カボチャの省力栽培技術の確立

短節間カボチャは、株元に着果することから収穫作業の省力化が期待できる。そこで、現地に導入可能な短節間カボチャ「TC2A」の転換畑における肥培管理方法を明らかにするとともに最適な土壌水分条件を得るための地下水水位制御方法を検討する。作業においては密植栽培で懸念される移植作業負担の増大に対応した、セル成型苗、大苗の機械移植技術を開発する。これらと同時に、より品質、収量及び短節間性に優れた後継品種も育成する。

## 第3章 良食味米直播栽培および野菜作の実証と水田営農システムの確立

### 1. 上川中部地域における直播稲作及び施設型野菜作の実証と水田営農システムの確立

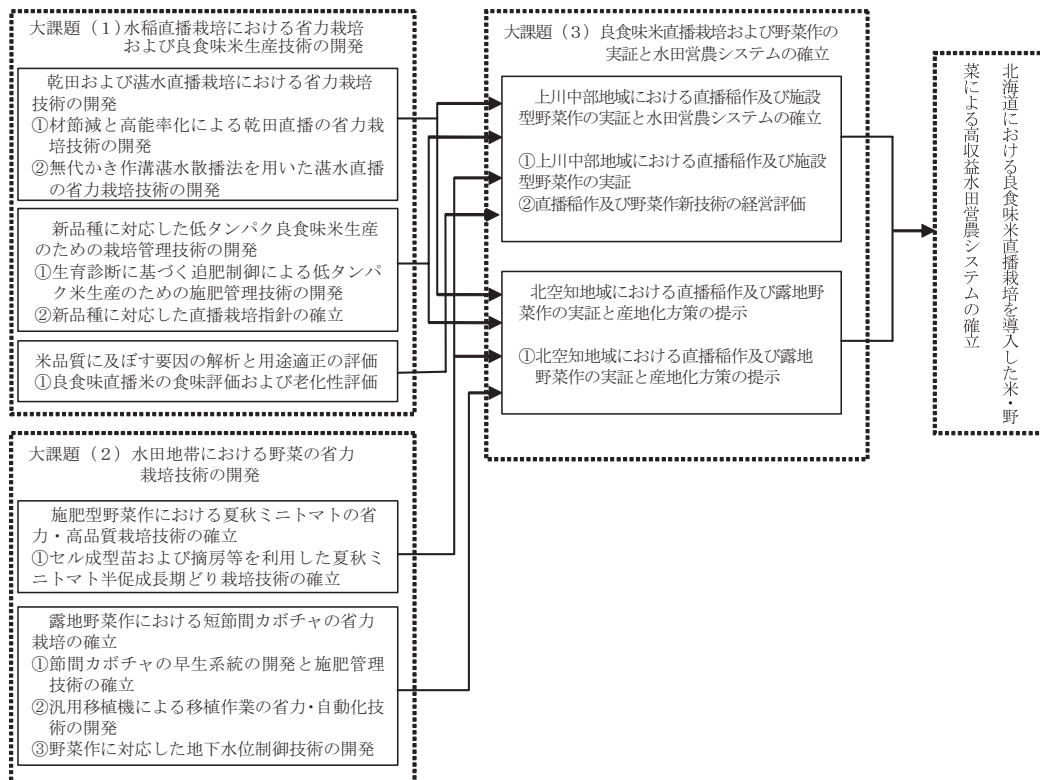
上川当麻町の農家にて、開発した乾田並びに湛水直播播種栽培技術を導入、ミニトマトについては、新たな栽培方法を導入して実証試験を行い、その技術評価と技術の改良を行う。さらに経営的な評価により技術の導入条件を明らかにする。

### 2. 北空知地域における直播稲作及び露地野菜作の実証と産地化方策の提示

空知深川市の農家にて、上川と同様に水稲については乾田並びに湛水直播に関する技術を導入するとともに、カボチャについても開発した栽培方法を導入し実証試験を行い、その技術評価と技術の改良を行う。さらに経営的な評価により技術の導入条件を明らかにする。

## 北海道における良食味米直播栽培を導入した米・野菜複合による高収益水田営農システムの確立

農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター



「北海道における良食味米直播栽培を導入した米・野菜複合による高収益水田営農システムの確立」

| 課題名  | 課題番号 | 研究実施年度 |    |    |    |    | 担当                                 | 研究の概要  |
|--|------|--------|----|----|----|----|------------------------------------|--|
|  |      | 19     | 20 | 21 | 22 | 23 |                                    |  |
| 1. 水稲直播栽培における省力栽培および良食味米生産技術の開発<br>(1) 乾田および湛水直播栽培における省力栽培技術の開発<br>1) 資材節減と高能率化による乾田直播の省力栽培技術の開発 | 111  |        |    |    |    |    | 北農研・北海道水田輪作研究チーム                   | 酸素発生剤を粉衣しない無粉衣種子を用いた播種技術を開発する。また、作業体系を簡素化した高能率で省力的な乾田直播用播種機を開発する。さらに、麦用ドリルシーダなど既存の作業機の活用技術を開発する。 |
| 2) 無代かき作溝湛水散播法を用いた湛水直播の省力栽培技術の開発   | 112  |        |    |    |    |    | 中央農試・生産研究部・水田・転作科                  | 酸素発生剤を粉衣しない無粉衣種子を用いて、ケンブリッジローラによる鎮圧と乗用型粒状物散布機による無代かき作溝湛水散播法を開発する。                                |
| (2) 新品種に対応した低タンパク良食味米生産のための栽培管理技術の開発<br>1) 生育診断に基づく追肥制御による低タンパク米生産のための施肥管理技術の開発                  | 121  |        |    |    |    |    | 拓殖大学北海道短期大学環境農学科                   | 生育時期別の追肥窒素の水稲収量・品質への影響を解明する。生育時期別の最適窒素吸収量を明らかにして、葉色による追肥診断技術を開発する。                               |
| 2) 新品種に対応した直播栽培指針の確立   | 122  |        |    |    |    |    | 北農研・北海道水田輪作研究チーム<br>上川農試・研究部・栽培環境科 | 適正な播種量や苗立ち数を示すとともに、乾田直播と湛水直播それぞれについて収量目標と適正なタンパク質含有率を得るための栽培指針を策定する。                             |
| (3) 米品質に及ぼす要因の解析と用途適性の評価<br>1) 良食味直播米の食味評価および老化性評価   | 131  |        |    |    |    |    | 食総研・食品素材科学研究領域・穀類利用ユニット            | 精米粉末の糊化特性、炊飯後の糊化澱粉の老化性を評価し、食味に関与する特性を明らかにするとともに、一般家庭食用や業務用米などへの適性を判定し、用途適性評価法を確立する。              |

| 課題名  | 課題番号 | 研究実施年度 |    |    |    |  | 担当   | 研究の概要 |
|--|------|--------|----|----|----|--|--|-------|
|  |      | 19     | 20 | 21 | 22 | 23   |  |       |
| 2. 水田地帯における野菜の省力栽培技術の確立<br>(1) 施設型野菜作における夏秋ミニトマトの省力・高品質栽培技術の確立<br>1) セル成型苗および摘房等を利用した夏秋ミニトマトの半促成長期どり栽培技術の確立<br><br>(2) 露地野菜作における短節間カボチャの省力栽培技術の確立<br>1) 短節間カボチャの早生系統の開発と施肥管理技術の確立<br><br>2) 汎用移植機による移植作業の省力・自動化技術の開発<br><br>3) 野菜作に対応した地下水位制御技術の開発 | 211  | ←      |    |    | →  | 花野菜センター・研究部・野菜科                                      | セル成型苗直接定植やUターン整枝による栽培管理作業の省力化技術、側枝利用と摘房による果実糖度の向上と収穫後期の収量増加のための技術を開発する。      |       |
|  | 221  | ←      |    |    | →  | 北農研・寒地地域特産研究チーム、根圏域研究チーム                             | 短節間カボチャの早生系統を育成する。水田転換畑における短節間カボチャ「TC2A」について、でんぷん含有率が高く高収量を得るための施肥管理技術を検討する。 |       |
|  | 222  | ←      |    |    | →  | 北農研・生産支援システム研究北海道サブチーム                               | セル成型苗と大苗の両方に対応できる汎用移植機を開発する。   |       |
|  | 223  | ←      |    |    | →  | 北農研・北海道水田輪作研究チーム<br>上川農試・研究部・畑作園芸科                   | 地下水位制御が可能な暗渠排水施設を用いてカボチャの水分要求特性に応じた水分供給技術を開発する。                              |       |
| 3. 良食味米直播栽培および野菜作の実証と水田営農システムの確立<br>(1) 上川中部地域における直播稲作及び施設型野菜作の実証と水田営農システムの確立<br>1) 上川中部地域における直播稲作及び施設型野菜作の実証  | 311  | ←      |    |    | →  | 北農研・北海道水田輪作研究チーム<br>上川農試・技術普及部<br>花・野菜技術センター・研究部・野菜科 | 当麻町の現地圃場において水稲の直播栽培および夏秋ミニトマトの半促成長期どり栽培を実証し、開発技術の体系化を行う。                     |       |

研究期間短縮終了

| 課題名                                  | 課題番号 | 研究実施年度       |    |    |    |    | 担当  | 研究の概要   |
|--------------------------------------|------|--------------|----|----|----|----|---|---|
|                                      |      | 19           | 20 | 21 | 22 | 23 |   |   |
| 2) 直播稲作及び野菜作新技術の経営評価                 | 312  | ← 研究期間短縮終了 → |    |    |    |    | 北農研・北海道農業経営研究チーム  | 開発技術の作業性及び収益性について営農モデルを作成して経営評価を行う。   |
| (2) 北空知地域における直播稲作及び露地野菜作の実証と産地化方策の提示 |      |              |    |    |    |    |   |   |
| 1) 北空知地域における直播稲作及び露地野菜作の実証と産地化方策の提示  | 321  | ← 研究期間短縮終了 → |    |    |    |    | 北農研・北海道水田輪作研究チーム<br>中央農試・生産研究部・水田・転作科、経営科<br>上川農試・研究部・栽培環境科、畑作園芸科 | 水稲の直播栽培、短節間カボチャ栽培、汎用移植機、暗渠排水施設を用いた地下水水位制御技術など、新技術を現地に投入して実用性や適応性を検討し、経営評価を行う。さらに、野菜産地形成に向けた条件を明らかにし、産地化方策を提示する。 |



## V. 研究結果

### 第1章 水稲直播栽培における省力栽培および良食味米生産技術の開発

#### 1. 乾田および湛水直播栽培における省力栽培技術の開発

「ほしまる」の目標収量を500kg/10aとしたときの生育指標は乾田直播、湛水直播ともに穂数750本/㎡である。

乾田直播については籾数27千粒/㎡であり、それには、苗立ち本数150本/㎡以上、幼穂形成期の窒素吸収量4～5kg/10a、茎数で850本/㎡程度の生育を確保する必要がある。麦用ドリルシーダ利用で40%の発芽率を得るための土壌硬度（矩形板沈下量）は10mm、最適な播種機の播種深度は5～10mmである。

湛水直播については籾数25千粒/㎡、成熟期窒素吸収量は9kg/10aであった。また、苗立ち本数は150本/㎡程度で目標収量を確保することが可能である。落水期間終日の目安を簡易有効積算温度で80～90℃まで短縮しても苗立ちに影響はなく、施肥窒素の損失が抑制される傾向にあった。

#### 2. 新品種に対応した低タンパク良食味米生産のための栽培管理技術の開発

「ほしまる」における落水出芽法では、落水により再入水直後から幼穂形成期にかけて土壤中無機態窒素の損失が生じる。北空知における玄米タンパク質含有率7.8%以下、玄米収量530kgを確保するために、出穂期の窒素吸収量が8.6kg/10a必要であった。

#### 3. 米品質に及ぼす要因の解析と用途適性の評価

直播栽培による「ほしまる」精米のタンパク質含量は、2つの直播栽培法において、移植栽培法に対して低く、含量を低減した生産ができることを確認した。タンパク質含量は、土壌、気象条件により変動が見られること、また、追肥を実施した一部の栽培区で含量が高い傾向が見られ、栽培管理上の検討点であると考えられた。炊飯米としての品質特性は、炊飯米外観や硬さ、粘り具合といった物理特性等の複数の食味に関わる評価値から良質性が確認された。

### 第2章 水田地帯における野菜の省力栽培技術の確立

#### 1. 施設型野菜作における夏秋ミニトマトの省力・高品質栽培技術の確立

摘房および側枝葉を利用した栽培技術により、いずれの作型についても単価の安い8月上中旬の収量を減少させ、価格の回復する9月以降の収量を増加させて更に果実も肥大させることが可能であった。

#### 2. 露地野菜作における短節間カボチャの省力栽培技術の確立

早生、短節間性のF1系統「TC12」並びに種子殻がない種子を多く生産できるF1ペポカボチャ系統「豊平交1号」が開発された。

「TC2A」の転換畑での栽培において、窒素施肥法が基肥4kg+追肥4kg 10a<sup>-1</sup>で収量や品質は高まる傾向がみられると同時に、果実の日焼けを抑制する効果があった。また、追肥前の分枝葉柄汁液中の硝酸濃度から地上部の窒素吸収量の推定が可能であることが示された。

アタッチメントの交換でセル成型苗と大苗の両方の移植が可能な移植機構を開発した。作業速度は、13cm/秒であり、慣行セル成型苗移植機には劣るものの大苗では人力による移植に比べて省力的である。

溢水式とサイホン式の水位制御装置を暗渠排水口に設置しその性能を比較した結果、サイホン式は溢水式よりも、排水量が多く、暗渠から離れた地点における地下水位の降下が速いことが分かった。また、サイホン式は地下水位のピークカット効果があることが明らかになった。

### 第3章 良食味米直播栽培および野菜作の実証と水田営農システムの確立

#### 1. 上川中部地域における直播稲作及び施設型野菜作の実証と水田営農システムの確立

乾田直播水稲の精玄米重収量は、移植水稲のおよそ76%であったが、その中で生産の安定化をはかるには150本/10a以上の苗立ち本数を確保し、側条施肥中心の施肥から全層施肥を中心とした基肥に変えることが有効と考えられた。

湛水直播栽培の現地実態調査を行った結果、苗立ち本数は目標本数に達しない場合でも、収量は確保されていた。安定生産を図るためには、適正な生育量を確保するための施肥管理技術と追肥技術の開発、雑草対策、病害対策、倒伏軽減対策が必要である。

農家による実証試験をもとに水稲直播栽培及びミ

ミニトマト新技術の導入効果を検討した。その結果、作業時間、コストの削減効果が明らかになるとともに、ミニトマトの新技術については、新規技術を導入した作型を組み合わせることで作付可能面積が拡大し所得増加が図られることが試算結果より示された。

## 2. 北空知地域における直播稲作及び露地野菜作の実証と産地化方策の提示

乾田直播での収量は周辺の移植水稻の収量のおよそ83%で、その収量格差の原因は圃場均平の不良であった。2007年と施肥を全量側条施肥とした2008年に大きかった。短節間カボチャ「TC2A」は、セル苗の機械定植を導入し、補植と手直し作業を省略した作業体系で定植作業時間が大幅に短縮され、欠株は2%以下で欠株による減収は認められなかった。

地下灌漑処理（地下水位制御）は、施肥窒素の溶脱増加が懸念されるが、カボチャの初期生育を高め、生育期間全体あるいは8月の果実成熟期に乾燥する年には収量、品質の向上に有効であった。

湛水直播栽培の現地実態調査の結果、落水出芽法の導入により苗立ち本数は目標を概ね達成していた。しかし、収量の圃場間差が大きく、施肥窒素利用効率の向上による初期生育の確保と落水出芽法に合わせた合理的な除草方法の開発が必要であった。

実証地区は、水稻直播栽培の単収が低い実態にあり、所得形成と60kg当たり生産費の低減が阻害されている。ただし、戸別所得補償制度下では、移行前に比べて、所得を形成するのに必要な単収は低下し、直播栽培の収益性は向上する。短節間かぼちゃは従来品種よりも生産費は低いものの、物財費は高い。実証地区では、新品種の単価が低く、小ロットのもと流通経費が高い実態にあり、収益性が得られていないことを明らかにした。

## IV. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 岡田佳菜子、太田和成、金本仁志、石田潔、直井弘典：北海道における水稻湛水直播栽培（落水出芽法）の生育特性、北農75, 219-223, 2008
- 2) 嘉見大助、村上則幸、杉戸智子、杉山慶太、辻博之：草姿特性の異なるカボチャ品種における収穫作業性の評価、農作業研究,46 (2), 69-74, 2011

- 3) 辻博之、村上則幸、杉山慶太、杉戸智子、嘉見大助、大下泰生：短節間カボチャ'TC2A'のセル成型苗機械定植栽培による作業の省力化、農作業研究, 46 (2), 59-67, 2011
- 4) 仁平恒夫：「水田地帯における高齢化と担い手の展開方向」『北海道と沖縄の共生農業システム』（共生農業システム叢書第7巻）、11-51, 2011
- 5) 仁平恒夫「良食味米産地・当麻町における水稻直播栽培農家の現状及び今後の意向と課題－アンケート調査結果を中心に－」、北海道農業研究センター農業経営研究98, 15-30, 2008

### 2. 学会発表

- 1) 大久保進一、田中静幸：ミニトマトセル成型苗直接定植法の6月定植における仕立て法の検討、北海道園芸研究談話会報、41, 8-9, 2008
- 2) 大久保進一、福川英司：ミニトマト半促成長期どり栽培における摘房、主枝更新技術が生育・収量・果実品質に与える影響、北海道園芸研究談話会報、42, 52-53, 2009
- 3) 大久保進一、福川英司：ミニトマト栽培における摘房と側枝葉利用が生育・収量・果実品質に与える影響、北海道園芸研究談話会報、43, 84-85, 2010
- 4) 岡田佳菜子、舟崎泰広、金本仁志：水稻直播栽培（落水出芽法）における窒素施肥法の検討、日本土壤肥料学会講演要旨集55, 238, 2009
- 5) 岡田佳菜子、太田和成、古屋誠：水稻湛水直播栽培における窒素施肥方法の検討 第2報 落水出芽による土壤中無機態窒素への影響、日本土壤肥料学会講演要旨集56, 238, 2010
- 6) 岡田佳菜子、岩渕周平、納村憲明、久保田和伸：水稻湛水直播栽培における窒素施肥方法の検討 第3報 稲体の窒素栄養診断方法、日本土壤肥料学会講演要旨集57, 291, 2011
- 7) 楠目俊三、熊谷 聡、二門 世、柳原哲司：異なる水稻直播栽培圃場における硝化作用の測定、日本土壤肥料学会講演要旨集57, 291, 2011
- 8) 坂口雅己、藤田正平、柳原哲司：地下灌漑による土壤水分制御がカボチャの生育収量に与える影響、日本土壤肥料学会講演要旨集54, 245, 2008
- 9) 坂口雅己、藤田正平、柳原哲司、五十嵐俊成：降雨量の異なる年次における地下灌漑処理がカ

ポチャの生育収量に与える影響、日本土壤肥料学会講演要旨集56, 150, 2010

- 10) 島 義史、大久保進一、仁平恒夫：ミニトマトの省力・秋季安定生産技術導入の経済効果－北海道旭川市水稲・ミニトマト複合経営を対象として－、地域農林経済学会個別報告、<http://www.soc.nii.ac.jp/arfe/taikai/2011/summaries/arfe2011.pdf>、2011
- 11) 杉戸智子、杉山慶太、村上則幸、辻博之、信濃卓郎、建部雅子：短節間カボチャTC-2Aの水田転換畑栽培における最適窒素施肥量の検討、日本土壤肥料学会講演要旨集, 54, 109, 2007
- 12) 辻博之、林怜史、君和田健二、宮浦寿美、澁谷幸憲 寒地における水田乾田直播へのグレーンドリル利用時の直播深度の重要性と調整 農作業研究46(別1) 23-24, 2011
- 13) 杉戸智子、杉山慶太、村上則幸、辻博之、信濃卓郎、建部雅子：短節間カボチャTC-2Aの水田転換畑栽培での最適窒素施肥量の提示と汁液診断法の検討、日本土壤肥料学会講演要旨集, 55, 107, 2008
- 14) 宮浦寿美、大下泰生、君和田健二、辻博之、林怜史：GPSを利用した施肥播種量制御装置の開発、第59回農業機械学会北海道支部大会講演要旨集、42-43, 2008
- 15) 宮浦寿美、大下泰生、君和田健二、辻博之、林怜史：ブロードキャストにおける均一散布技術の開発、農業環境工学関連学会2009合同大会講演要旨集、CD-ROM, 2009
- 16) 宮浦寿美、君和田健二、辻博之、林怜史、澁谷幸憲、大下泰生：ブロードキャストにおける均一散布技術の開発(第2報) 肥料排出ガイドによる有効散布幅の拡大、第69回農業機械学会年次大会講演要旨、308-309, 2010
- 17) 村上則幸、辻博之、建部雅子、杉戸智子、杉山慶太、喜多孝一、伊藤淳士：カボチャの汎用機械移植技術の開発(セル成型苗の移植方法と生育の関係)、農業機械学会北海道支部第58回年次大会講演要旨集、66-67, 2007

### 3. 研究成果情報、会議資料(成績会議)等

- 1) 大久保進一、島義史：摘房および側枝葉利によるミニトマト秋季安定生産技術と経営評価、北海道農業試験会議(成績会議)資料1-59, 2011
- 2) 大久保進一、福川英司、田中静幸、島義史、仁

平恒夫、坂本英美：摘房と側枝葉利用によるミニトマト秋季安定生産技術と経営評価(技術・普及)、平成22年度北海道農業研究成果情報, 2011

- 3) 鈴木啓太郎：直播栽培法による道産水稲品種「ほしまる」のタンパク質含量の低減(研究・参考)、2009年度食品試験研究成果情報, 2010
- 4) 村上則幸、辻博之、杉山慶太、杉戸智子、嘉見大助：カボチャのポット苗とセル成型苗の植え付けが可能な移植機構(技術・参考)、平成22年度北海道農業研究成果情報、2011

### 4. 普及誌、商業誌発表等

- 1) 大久保進一：摘房と側枝葉利用、セル成型苗直接定植を導入した新作付け体系、ニューカントリー、687, 50-51, 2011
- 2) 大久保進一：摘房と側枝葉利用によるミニトマトの新栽培法、農家の友、42-43, 2011
- 3) 辻博之 寒地における水田乾田下播へのグレーンドリル利用 北農78(4) 421-425
- 4) 村上則幸：省力的なカボチャのセル苗移植機、ニューカントリー季臨時増刊号(北海道共同組合通信社)、111-114, 2008
- 5) 村上則幸：マルチ栽培大苗用半自動野菜移植機、機械化農業、5月号(新農林社)、8-10, 2007

### 5. 講演、HP、その他

- 1) 大久保進一：ミニトマトの新栽培法、平成23年農業新技術発表会、2011
- 2) 大久保進一：ミニトマトの新栽培法、上川農試新技術発表会、2011
- 3) 大久保進一：ミニトマトの新栽培法、道央圏農業新技術発表会、2011
- 4) 大久保進一：ミニトマトの新栽培法、北海道種苗協同組合平成22年度冬季研修会、2011
- 5) 鈴木啓太郎：米、米飯の品質特性とおいしさ評価、炊飯プロセスの科学と米飯のおいしさ講演会、2010
- 6) 松田周、向弘之：サイホン式地下水位制御装置、特願2009-102871, 2009