

氏名	キムラ トシキ 木村 利行
本籍（国籍）	青森県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 727 号
学位授与年月日	平成 31 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学
学位論文題目	<b>青森県における水稲疎植栽培の収量ならびに品質の高位安定に関する研究（Strategy for high grain-yield and quality of rice under sparse-planting cultivation in Aomori prefecture, Japan）</b>
学位審査委員	主査 岩手大学准教授 下野 裕之 副査 川崎 通夫(弘前 准教授),黒田 榮喜(岩手 教授),藤井 弘志 (山形 教授)

### 論文の内容の要旨

青森県の稲作において、省力性（労力・経費削減）と生産性（収量・品質の高位安定化）の両立は、労働力不足対策や激化する市場競争を勝ち抜くために必須である。本論文では、水稲移植栽培の省力・低コスト技術である疎植栽培について、栽植条件に品種、作期、施肥法を組み合わせて体系的にその実用性を検討した。

まず、青森県における疎植栽培の収量性と変動要因について検討した。2010～2013 年の 4 年（2 作期，2 品種）において、栽植密度 21.2 株  $m^{-2}$ （以下，標準栽植）と 15.2 株  $m^{-2}$  の疎植条件（以下，71%疎植）の収量を比較した結果，標準栽植に対する 71%疎植の収量比は 99～100%であった。栄養成長期の平均気温と標準栽植に対する 71%疎植との関係は無相関であり，71%疎植は収量の変動が少ない疎植栽培であることが示唆された。一方，栽植密度を 11.2 株  $m^{-2}$  とする疎植栽培（以下，53%疎植）の収量比は 96～98%と一定の収量性を示したが，栄養成長期の平均気温が低いほど標準栽植との収量差が拡大する傾向であった。2010～2016 年の 7 年の試験事例に基づく解析では，移植後 11～30 日の平均気温と標準栽植に対する 53%疎植の収量比に有意な正の相関関係が認められた。ヤマセは，分けつの発生始期～盛期に当たる 6 月に吹走することが多いため（二部 1989），青森県における 53%疎植は，分けつ期の温度条件次第で収量が不安定になることが示唆された。なお，青森県内において実施された現地圃場試験成績をみると，栽植密度を 15 株  $m^{-2}$ 程度とする疎植条件では，地域慣行の栽植条件と同程度の収量比を確保している。また，栽植密度を 11 株  $m^{-2}$ 程度とする疎植条件では，同収量比が同等からやや低く，青森県内でも気温が低い地域であるむつ市やおいらせ町で減収程度が大きい傾

向であった。すなわち、これら現地圃場における疎植栽培の収量性は、本論文における結果と一致した。

次に、疎植栽培が玄米品質に及ぼす影響を評価した。本論文における疎植栽培の玄米品質は、標準栽培と概ね同等で品質は良好であった。なお、両疎植条件において胴割れ耐性の低い「つがるロマン」では2012年において胴割れ過多により落等する事例がみられた。ただし、これに関しては「まっしぐら」を作付けするなど、品種選択により解決できると考えられた。

以上の結果から、71%疎植は収量・品質面からみて、青森県の広範囲で導入を推奨できる省力・低コスト技術であることが示された。一方、53%疎植については一定の収量が確保されたものの、そのメリットを十分発揮させるには収量性を安定し得る技術開発が必要と考えられた。53%疎植の収量高位安定には、下位節から発生する分けつを主体とした初期生育の早期確保が重要と考えられる。第4章では、初期生育に係わる一つの要因として基肥窒素条件を取り上げ、53%疎植における基肥窒素の増肥（以下、53%疎植増肥）が収量、品質、食味に及ぼす影響を評価した。基肥窒素の増肥効果によって、53%疎植区の分けつ数、穂数、粒数は多くなる傾向であり、特に、分けつ発生始期の低温年において、基肥の増肥による増収効果が確認された。また、53%疎植区は増肥に伴う玄米品質や食味の低下は認められなかった。増肥に伴い肥料費は約2000円/10a増加したが、疎植による資材費等の削減や増肥による増収により、53%疎植増肥の収益性は53%疎植区ならびに標準栽培を上回った。

以上、ヤマセの影響を受けやすい青森県において、栽植密度を15.2株/m<sup>2</sup>とする疎植栽培は収量の安定性が高い省力・低コスト技術として有効であり、11.2株/m<sup>2</sup>とする疎植栽培は基肥窒素量の増肥等による対策技術を講じることで有効な技術になり得ることを明らかにした。

青森県は、ヤマセの影響等で生じる地域差が大きい。このことから、気象の地域性ならびに地球温暖化に伴う気温上昇（現在気候：1989～2010年、近未来：現在気候+1.2℃、将来気候：現在気候+3℃）を踏まえた疎植導入条件について評価した。現在気候ならびに近未来において、疎植栽培で所得向上を優先した場合、53%株疎植が導入可能な地域はみられなかった。つまり、青森県において所得向上を目的に疎植栽培を導入する場合は、71%疎植が推奨された。一方、53%疎植の導入により省力性を優先させる場合、現在気候では津軽平野南部において53%疎植増肥が推奨され、近未来ではこれが津軽平野、青森平野、南部地方南方の内陸部に拡大した。つまり、経営の規模拡大などの理由で、育苗箱数を節約して作付面積を増加する場合は、基肥窒素の増肥による対策技術を講じることで11.2株/m<sup>2</sup>とする極端な疎植栽培に取り組める地域が近い将来に向けて拡大していくことが示唆された。

以上、青森県の疎植栽培について、気象条件や栽培条件に伴う収益性を評価し、青森県で疎植栽培に取り組むための導入指標を提唱した。

### 論文審査の結果の要旨

水稻の生産現場において農業従事者の高齢化など厳しさが増す環境の中、省力・低コストは重要な課題である。土地面積当たりの植付け密度を少なくする疎植栽培は、省力・低コストの有力な手段に位置付けられる。本論文は、寒冷地である青森県の気象条件下で、疎植栽培が水稻の収量と玄米品質に及ぼす影響ならびに経営への影響を7カ年のフィールドでの評価とそれに基づいて作成した数理モデルを用いた解析から明らかにした。

まず、青森県における疎植栽培の収量について2品種（「まっしぐら」と「つがるロマン」）を用いた4カ年（2010～2013年）の試験から検討した。標準栽培（栽植密度21.2株 m<sup>-2</sup>）と比較して71%疎植にした場合（15.2株 m<sup>-2</sup>）、収量の低下が認められず、安定して導入可能であることを示した。一方、標準栽培の53%疎植とした場合（11.2株 m<sup>-2</sup>）、2～4%の収量の低下がみられた。この要因として、初期分けつの発生時期にあたる栄養成長期（移植後11～50日）の気温が関与し、1℃の気温低下が2%の収量低下をもたらすことを明らかにした。なお、玄米品質はほとんどの疎植条件で標準栽培と同等であり、落等した2例（2例/32例）も品種の変更で対応可能であることを明らかにした。

次に、53%疎植とした場合に初期生育の確保が重要と考えられるため、施肥窒素の増肥の効果も3カ年（2014～2016年）の調査から検討した。基肥窒素を増肥することで穂数が増加し、平均4%の増収効果が認められた。経営収支で見ると、53%疎植かつ基肥窒素の増肥は、肥料経費が増加するものの、増収効果と育苗費の削減により収益性が標準栽培を上回った。

最後に、数理モデルを用いて、気象の地域性ならびに地球温暖化（現在気候：1989～2010年、近未来：現在気候+1.2℃、将来気候：現在気候+3℃）に適応した最適な栽植密度と栽培管理について評価した。現在気候において、71%疎植は青森県全域で導入可能である一方、53%疎植では増肥と組み合わせることにより導入可能な地域が津軽地方などでみられること、近未来にはさらにその地域が拡大することを示した。

以上、青森県において水稻の疎植栽培の導入指針として、71%疎植が現在の気象条件で有効であり、53%疎植を導入する場合は、基肥窒素の増肥が必要となることを明らかにした。

本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文  
主論文

- (1) 木村利行・下野裕之(2017) 青森県における水稻疎植栽培の子実収量と玄米品質の変動要因. 日本作物学会紀事 86:329-338
- (2) 木村利行・下野裕之(2019) 基肥窒素の増肥条件が青森県における水稻疎植栽培の子実収量・玄米品質・食味に及ぼす影響. 日本作物学会紀事 印刷中（掲載証明付）

#### 参考論文

- (1) 木村利行(2018)青森県津軽地域における水稻の移植栽培と直播栽培の登熟気温の経年変動.  
東北の農業気象 62:1-6
- (2) 木村利行(2018)青森県における水稻V溝乾田直播栽培での雑草防除の現状と今後の課題.  
東北の雑草 17:1-4
- (3) 木村利行(2018)ノビエの葉齢進展予測式から推定した青森県における水稻湛水直播栽培の一発処理剤散布適期. 東北の雑草 17:13-17