

氏名	及川 誠司
本籍（国籍）	岩手県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 850 号
学位授与年月日	令和 6 年 3 月 2 2 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 生物生産科学専攻
学位論文題目	水稻の初冬直播き栽培における品種と採種地が出芽率に及ぼす要因の解明 (Effect of the cultivar of rice and the environment in which the seeds were harvested on seeding establishment after overwintering in Early-winter Direct-sowing Cultivation)
学位審査委員	主査 岩手大学教授 下野 裕之 副査 岩手大学准教授 松波 麻耶 副査 弘前大学教授 石川 隆二 副査 山形大学教授 片平 光彦

論文の内容の要旨

わが国の水稻生産では、農業従事者の高齢化に伴うリタイアを背景に、農地集約が急速に進んでおり、省力かつ作業分散できる技術の導入が必要である。近年、前年の積雪前の冬に播種する「初冬直播き技術」が開発され、春の作業分散の有効な切り札として徐々に普及が進んでいる。しかし、各地に適した異なる品種が初冬直播きで出芽率がどの程度異なるのか、また採種地による影響があるのか不明である。本研究では、水稻の初冬直播き栽培のそれぞれの地域での品種また採種地の違いが初冬直播き栽培の出芽率に及ぼす影響とその違いを決定するメカニズムを解析した。

まず、品種と採種地が初冬直播き栽培における出芽率に与える影響について全国 11 地点（北海道、青森、岩手、秋田、山形、鶴岡、福島、新潟、三重、広島、福岡）で採種した品種と採種地が 60～72 種類の組み合わせ種子を、岩手県（滝沢市）で 3 シーズン（2018/19 年、2019/20 年、2020/21 年）について評価したところ、出芽率は品種と採種地の違いにより大きな変異がみられた（1 シーズン目 0～64%、2 シーズン目 0～33%、3 シーズン目 0～49%）。同一品種においても採種地により出芽率が異なり、品種ならびに採種地が初冬直播きの出芽率に影響することを明らかにした。

次に、出芽率の品種と採種地による変動要因として、籾の長さは 6.53～8.35mm、籾幅は 3.03～3.64mm、籾の厚みは 2.12～2.53mm、玄米の長さは 4.70～6.03mm、幅は 2.66～3.23mm、厚みは 1.95～2.36mm の変異が、品種特性としての成熟期に 1～8、最長芒の長さに 1～5、胚乳のアミロース含量に 4～6、穂発芽性に 4～8、蛋白質含量に 3～7 の変異がみられたが、これらは出芽率の変動を説明することができなかった。一方、それぞれ播種時に計測

した休眠程度（25℃で浸種培養後の4日目の発芽率）と出芽率の間に有意な相関関係がシーズンを超えて認められ、休眠程度が深い種子ほど初冬直播きでの出芽率が高いことを明らかにした。

種子休眠に着目し、初冬直播き栽培での品種と採種地の違いを評価する分子生物学的なマーカーを探索するために、休眠を有する「ひとめぼれ」の種子に休眠打破処理（50℃、5日間、乾籾）を行い、25℃で浸種後0時間、6時間、24時間、48時間での網羅的な発現解析を行い、種子休眠に関わる候補遺伝子を探索した。有意に休眠打破で変化する遺伝子は、0時間でupregulationした遺伝子数は28、downregulationした遺伝子は0、6時間でupregulationした遺伝子数は359、downregulationした遺伝子は74、24時間でupregulationした遺伝子数は330、downregulationした遺伝子は144、48時間でupregulationした遺伝子数は4682、downregulationした遺伝子は906あった。その中で、発現程度の違いから、特に浸種初期の遺伝子に着目し、5つの候補遺伝子（RA5B, OsMAPKKK63, OsSUR1, AMY1, AMY3D）を明らかにした。

最後に、初冬直播き栽培でのそれぞれの品種と産地における適切な播種量を種子コストの視点から議論し、提案した。以上、本研究は、体系的に初冬直播きにおける出芽率の変動要因における種子の品種と採種地について様々な視点から解析し、初冬直播き栽培を各地において導入する際に基礎知見となる基礎的な成果と考える。

論文審査の結果の要旨

わが国の水稲生産では、農業従事者の高齢化に伴うリタイアを背景に、農地集約が急速に進んでおり、省力かつ作業分散できる技術の導入が必要である。近年、前年の積雪前の冬に播種する「初冬直播き技術」が開発され、春の作業分散の有効な切り札として徐々に普及が進んでいる。しかし、各地に適した異なる品種が初冬直播きで出芽率がどの程度異なるのか、また採種地による影響があるのか不明である。本研究では、水稲の初冬直播き栽培のそれぞれの地域での品種また採種地の違いが初冬直播き栽培の出芽率に及ぼす影響とその違いを決定するメカニズムを解析した。

まず、品種と採種地が初冬直播き栽培における出芽率に与える影響について全国11地点（北海道、青森、岩手、秋田、山形、鶴岡、福島、新潟、三重、広島、福岡）で採種した品種と採種地が60～72種類の組み合わせ種子を、岩手県（滝沢市）で3シーズン（2018/19年、2019/20年、2020/21年）について評価したところ、出芽率は品種と採種地の違いにより大きな変異がみられた（1シーズン目0～64%、2シーズン目0～33%、3シーズン目0～49%）。同一品種においても採種地により出芽率が異なり、品種ならびに採種地が初冬直播きの出芽率に影響することを明らかにした。

次に、出芽率の品種と採種地による変動要因として、籾の長さは6.53～8.35mm、籾幅は3.03～3.64mm、籾の厚みは2.12～2.53mm、玄米の長さは4.70～6.03mm、幅は2.66～3.23mm、厚みは1.95～2.36mmの変異が、品種特性としての成熟期に1～8、最長芒の長さに1～5、胚乳のアミロース含量に4～6、穂発芽性に4～8、蛋白質含量に3～7の変異がみられたが、これらは出芽率の変動を説明することができなかった。一方、それぞれ播種時に計測した休眠程度（25℃で浸種培養後の4日目の発芽率）と出芽率の間に有意な相関関係がシー

ズンを超えて認められ、休眠程度が深い種子ほど初冬直播きでの出芽率が高いことを明らかにした。

種子休眠に着目し、初冬直播き栽培での品種と採種地の違いを評価する分子生物学的なマーカーを探索するために、休眠を有する「ひとめぼれ」の種子に休眠打破処理（50℃、5日間、乾籾）を行い、25℃で浸種後0時間、6時間、24時間、48時間での網羅的な発現解析を行い、種子休眠に関わる候補遺伝子を探索した。有意に休眠打破で変化する遺伝子は、0時間で upregulation した遺伝子数は 28, downregulation した遺伝子は 0, 6時間で upregulation した遺伝子数は 359, downregulation した遺伝子は 74, 24時間で upregulation した遺伝子数は 330, downregulation した遺伝子は 144, 48時間で upregulation した遺伝子数は 4682, downregulation した遺伝子は 906 あった。その中で、発現程度の違いから、特に浸種初期の遺伝子に着目し、5つの候補遺伝子（*RA5B*, *OsMAPKKK63*, *OsSUR1*, *AMY1*, *AMY3D*）を明らかにした。

最後に、初冬直播き栽培でのそれぞれの品種と産地における適切な播種量を種子コストの視点から議論し、提案した。

本研究は、体系的に初冬直播きにおける出芽率の変動要因における種子の品種と採種地について様々な視点から解析し、初冬直播き栽培を各地において導入する際に知見となる基礎的な成果である。

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。

【以下、学位論文の基礎となる学術論文】

学位論文の基礎となる学術論文

主論文

1. 及川誠司・松波麻耶・下野裕之（2023）

水稻の初冬直播き栽培における出芽率に品種ならびに採種地が及ぼす影響

日本作物学会紀事 92 (3) :209-219