

平成 29 年 9 月 25 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450350

研究課題名(和文) 施肥溝切り機を用いた新型作業技術が長ネギ栽培の作業性と生育に与える影響の解析

研究課題名(英文) Productive Improvement of Welsh Onion Cultivation Using a Fertilizer-applicator Ditcher

研究代表者

片平 光彦 (KATAHIRA, Mitsuhiro)

山形大学・農学部・准教授

研究者番号：20390940

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：開発した施肥同時溝切り機を用いた実験では、作溝チゼルを施工し土壌硬度が減少した区で根長と根長密度が増加する傾向にあった。施肥位置については、苗の近傍に側条施肥した区で根が早期に肥料に達することができることになり、根長分布割合が減少した。作溝チゼルを施工した区では下層への根長分布が増加したが、施肥オープナを施工して肥料を落下させなかった位置では、整形板による埋戻しの際に空隙率に変動が生じて発根量の偏差を大きくした。

研究成果の概要(英文)：We developed a chisel and two fertilizing openers for a fertilizer-applicator ditcher to improve the work rate and nitrogen absorption. This study investigated the influence of a softened ditch bottom and drill fertilizing positions on Welsh onion root growth when using drill fertilizing cultivation systems with a prototype fertilizer-applicator ditcher. Results show that prototype fertilizer-applicator ditcher increased root length and root length density and decreased soil hardness on the ditch bottom of the soil because of its chisel action. The drill-fertilized block showed a lower rate of root distribution to reach the fertilizer position quickly. Each test block processed with a chisel showed a higher rate of root distribution in deep locations in the ditch. However, in non-fertilized areas left by a fertilizer-opener, gas phase was present in large quantities in soil buried by a fertilizer-applicator ditcher.

研究分野：農業機械学

キーワード：ネギ 側条施肥 施肥溝切り機 根 根長密度

1. 研究開始当初の背景

ネギは沖縄県を除く日本全国で生産出荷されており、葉鞘部を伸長・軟白させる根深ネギと葉身部を食用とする葉ネギに分類され、前者が関東・東北地域、後者が関西地域での消費を主流とする。2011年度産ネギの全国作付面積は23,100ha、そのうち東北地域で3,270ha、関東・東山地域で9,730ha、中国地域で1,460ha、九州地域で2,890haである。収穫量は全国で485,100t、東北地域で62,800t、関東・東山地域で235,600t、中国地域で25,100t、九州地域で43,100tとなっている(農林水産省、農林水産統計、2011)。ネギの販売価格は2001~2004年で1kgあたり平均299円と同時期のキャベツが1kgあたり89円であることと比較して高く、収益性が高い農産物といえる(農林水産省、農林水産統計、2007)。しかし、ネギを含む農産物の生産地は、65歳以上の基幹的農業従事者が60%を占めるなど高齢化が進んでおり(農林水産省、農林水産統計、2012)、高能率な農業機械導入による作業能率の向上や作業工程の統合による省力化が望まれている。また、肥料価格は近年の尿素やリン鉱石などの輸入価格の高騰に伴い、2003年度の肥料価格を100と指数化した場合に2008年度指数が196と約2倍に高騰している(農林水産省、農林水産統計、2008)。その結果、生産地では生産性改善の観点から作業の効率化と施肥量の削減が急務な現状にある。

長ネギ栽培では、ほ場への定植前に肥料散布、耕うん・整地、植溝切りの各作業が行われる。定植後は、複数回の培土と追肥、病害虫防除作業に続き収穫作業が行われる。この作業体系では、定植までに要する作業時間が全体の42%(片平ら、農機誌66(5)、97-106、2004)を占めるため、作業能率の向上や作業工程の同時化による省力化が望まれている。従来の研究では、植溝切り作業の改善についてトラクタ装着式のリジャの利用による効率化(伊藤ら、農作業研究25(2)、155-161、1990)、溝切り同時移植機を利用した作業の複合化(齋藤、機械化農業、7-9、1994)が検討されている。

施肥作業では、追肥の省略による省力化に加えて、生産者の環境保全型農業に対する意識の向上や輸入長ネギへの対応で、キャベツ等で普及している全量基肥施肥技術による施肥量削減や低コスト栽培に対する要望が高まりを見せている。長ネギの全量基肥施肥技術については、加賀屋(加賀屋、農耕と園芸53(5)、188-190、1998)が肥効調節型肥料を定植前のほ場に全量施用することで、慣行と同等以上の収量が得られることを明らかにしている。

これらの知見に対し、提案者と研究分担者は、植え溝切りと施肥の両作業を改善するため、以下の研究を行い、新たな知見(片平・進藤ら、農機誌68(2)、94-99、2006)を得た。

(1) 施肥溝切り機の開発

(2) 溝底への側条(局所)施肥。

これらの作業技術では作業の効率化を可能としたが、トラクタでけん引して植え溝を作成する技術であるため、これまでの課題に加えて新たな課題も明らかになった。すなわち、この技術では、地表から15~20cm程度の植え溝を作成するため、多様な定植苗に対する定植精度に安定性を欠くこと、施肥チゼルによって植え溝底が膨軟化される新たな現象が生じたため、それが土壌と長ネギの生育や根の伸長にどのような影響を与えるのか不明であった。また、開発された作業技術は作型の違いが生育に与える影響、土壌物理性に与える影響、損益分岐点面積を含めた機械の経済的運用など各分野を横断した総合的な研究が必要である。

2. 研究の目的

本課題では提案者がこれまで開発してきた施肥溝切り機と側条施肥を利用した作業技術で発現した植え溝底の膨軟化現象を数学的に解析すると同時に長ネギの生育に与える影響を解明し、長ネギの生産性改善に有効な溝底同時作溝を用いた新型作業技術を開発する。実験はほ場レベルで研究分担者と協力して作溝チゼルの有無と施肥位置が作業機の作業特性、土壌物理性、作物の窒素吸収量と生育、根の伸長に与える影響を2作型で解明し、従来の作業技術以上の生育と収量を確保する溝底同時作溝を用いた長ネギの新型作業技術を確立する。新型作業技術を導入することで、長ネギの生産額は全国で36億円増加すると試算される。

3. 研究の方法

(1) 実験場所

実験は秋田県秋田市にある秋田県農業試験場と山形県鶴岡市高坂にある山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場のほ場で2014年から2015年に行った。作付けは秋田農試で夏どり作型と秋冬どり作型の2作型で計3回、高坂農場で秋冬どり作型1回を行った。

(2) 供試機械

施肥溝切り作業は、乗用トラクタ(秋田農試:クボタ、KL3450型、出力:25kw 高坂農場:クボタ、KL34R型、出力25kw)とロータリに施肥溝切り機(マメトラ、R47型、全長700mm、重量25kg)を条間隔100cmで2基組み込み、その上部に肥料散布機(タイショー、PS-50F型)を取り付けて行った。施肥溝切り機には機体内部に作溝チゼルと2個の施肥オープンナを組み込んだ(図1)。作成した植え溝には簡易移植器(日本甜菜製糖株式会社、HP-6型)でチェーンポット苗を定植した。

(3) 耕種概要

実験には両作型ともチェーンポット育苗した長ネギ(夏扇パワー)を用いた。夏どり作型での施肥は基肥を9kg-N/10aの設定で各試験区に75kg/10a、追肥4回分125kg/10aの合計

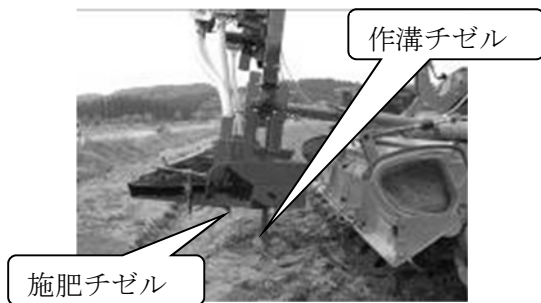


図1 施肥同時溝切り機と作溝チゼル

200kg/10aを投入した。なお、夏どり作型での全層施肥区は化成肥料を基肥として窒素成分量15kg/10aの設定で125kg/10a、追肥4回分125kg/10aの合計250kg/10a投入した。秋冬どり作型での施肥は肥効調節型肥料を基肥として23kg-N/10aの設定で各試験区に92kg/10a投入した。秋冬どりの作型では全層施肥区も同じ施肥設定とした。
 なお、施肥オープナは植え溝の底から深さ3cm、植え溝の中央から水平位置5cmの位置に設定した。作溝チゼルは植え溝底から15cmの深さになるように設定した。

(4) 試験区と実験項目

①試験区の構成

本研究では施肥オープナと作溝チゼルの組み合わせ及び、施肥位置の違いが長ネギの根と生育に与える影響を調べるため、「Ar区：施肥オープナ1本、作溝チゼル、片側側条施肥」、「Br区：施肥オープナ1本、片側側条施肥」、「Cr区：施肥オープナ2本、作溝チゼル、片側側条施肥」、「全層区：施肥オープナ2本、作溝チゼル、全層施肥」、「無施肥区：施肥オープナ2本、作溝チゼル、無施肥」の6区を設け、実験計画法に基づき各試験区を割り付けた。

②調査項目

根のサンプリングは2014年夏どりが定植後21日、2014年秋冬どりが定植後17日、2015年夏どりが30日、2015年秋冬どりが定植後21日に行った。

根は図2に示す苗6本を含んだ奥行き15cm、幅21cm、深さ14cmのブロックを幅3等分、深さ2等分の計6等分(1サンプリングブロックは15cm×7cm×7cm)にして土壌ごと根を採取し、ルートスキャナー(Comair、LOOT LENGTH SCANNER)で根長(mm)を調査し、測定値から根長密度(mm/cm³)、根長分布割合(%)を算出した。根長分布割合の算出には以下の式を用いた。

$$\text{根長分布割合}(\%) = \frac{\text{1ブロック総根長}(\text{mm})}{\text{全ブロック総根長}(\text{mm})} \times 100$$

なお、試験区全体の調査点数は36点である。

4. 研究成果

(1) 根長及び根長密度

作型と施肥体系の違いが総根長と根長密度に与える影響を図3と図4にそれぞれ示す。根長は全層区が最も長く、次いでCr区、無施

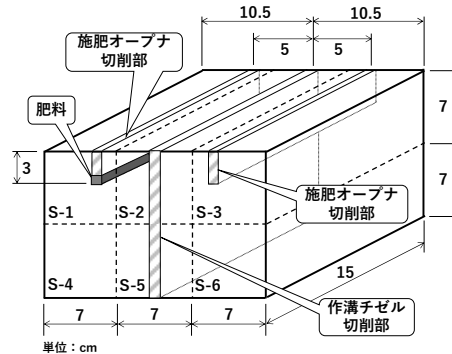
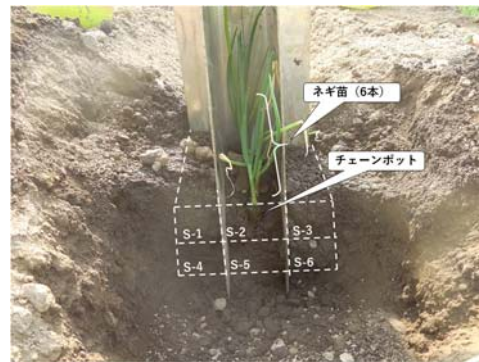


図2 根のサンプリング概要

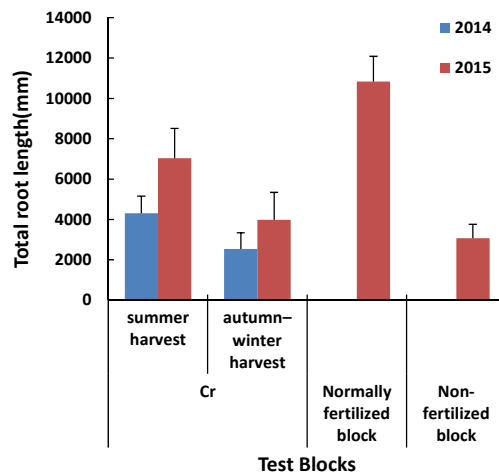


図3 施肥体系の違いが総根長に与える影響

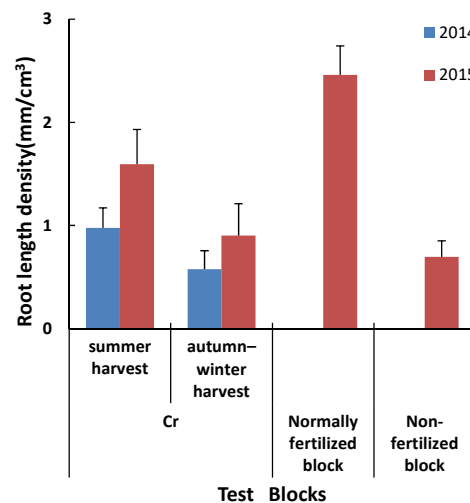


図4 施肥体系の違いが根長密度に与える影響

肥区であった。全層区は根長が約 10800mm となり、他の試験区と比較して 2 倍程度になった。根長密度は総根長と同様に全層区で最も高くなり、次いで Cr 区、無施肥区であった。総根長と根長密度は、肥料の分散が大きい試験区ほど総根長が長くなり、根長密度も高くなる傾向にあった。

施肥オープナと作溝チゼルの組み合わせが総根長と根長密度に与える影響を図 5 と図 6 にそれぞれ示す。総根長と根長密度は Ar 区が Cr 区よりも長くなった。Br 区は最も総根長が短かったが、2014 年の夏どりは他の試験区と比較して総根長が長くなった。

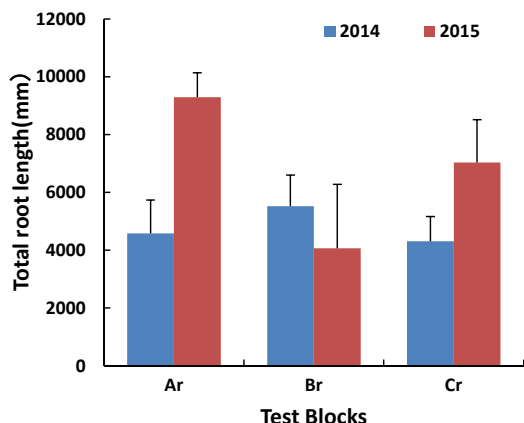


図 5 各試験区での総根長 (夏どり)

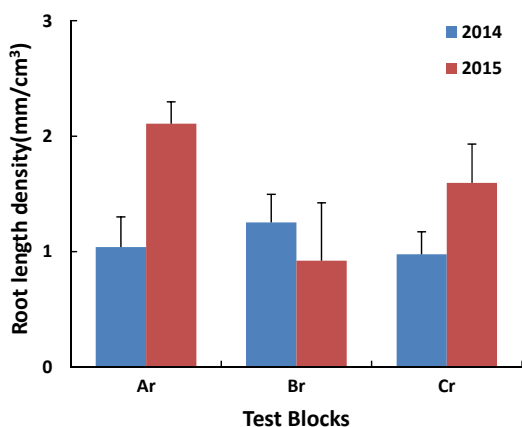


図 6 各試験区での根長密度 (夏どり)

(2) 根長分布割合

作型と施肥体系が根長分布割合に与える影響を図 7 に示す。根長分布割合は全ての試験区で定植位置に相当する S-2 で最も分布割合が多くなった。側条施肥 (Cr) 区は S-2 と作溝チゼルが施工された S-5 での分布割合が多く、その他の部位では 2014 年で S-1、2015 年で S-3 への分布が多くなった。また、S-5 への分布割合は全層区と比較して側条施肥区が 2 倍以上であった。全層区は S-2 以外の範囲に対してほぼ均等に根長が分布しており、側条施肥 (Cr) 区や無施肥区と異なる組成であった。無施肥区は他の試験区と比較して植え溝表層にあたる S-1 ~S-3 への分布割合が減少し、下層の S-4 や S-6 への分布割合が多くなったが、分布の傾

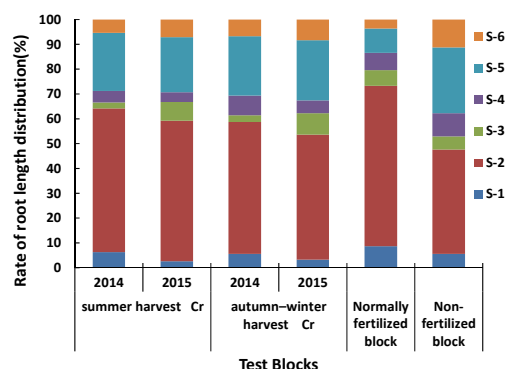


図 7 各施肥法での根長分布割合

向は側条施肥区に近似した。

側条施肥は S-1 にのみ肥料がある状態であり、そこに分布する根はすぐ肥料に達することができるため根長は短くなる。しかし、S-1 以外の部分には肥料が無いため根を伸長させ、特に施肥オープナを施工して土壌が膨軟化した S-5 へと伸長する。全層施肥では、表層であればどの部分でも根が肥料に近いので、一本当たりの根長は伸びず、下層への伸長も少ない。

施肥オープナと作溝チゼルの組み合わせが根長分布割合に与える影響を図 8 に示す。根長分布割合は全試験区で定植位置の S-2 で最も多く、次いで S-5 の分布が多くなった。Ar 区と Cr 区は作溝チゼルが施工されているため、Br 区と比較して 2015 年の夏どりを除いて S-5 への分布割合が大きく、特に秋冬どりでその差が拡大した。

施肥オープナと作溝チゼルの組み合わせでは土壌表層の S-1、S-2、S-5 への根の伸長割合が高くなっている。特に、肥料の存在する S-1 で短く、肥料の存在しない S-3 に対して長く伸ばす傾向にある。作溝チゼルの施工は土壌を膨軟化するため、下層土への根の伸長を誘引したといえる。Cr 区の S-3 は施肥オープナが配置されているが、植え溝の整形板によって埋め戻される際、肥料が充填されていないため S-1 と比較して空隙率に変動が生じやすくなり、発根量がばらついたと考えられる。

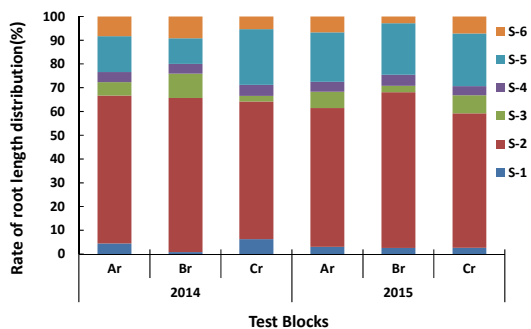


図 8 各試験区での根長分布割合 (夏どり)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

①大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、本庄求、片

平光彦、夏賀元康、施肥溝切り機を用いたネギ栽培における生産性改善に関する研究(第2報)、農業食料工学会誌、査読有り、78(4)、2016、317-325

②T Power Farming Systems for Welsh Onion Cultivation, 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRENDS IN AGRICULTURAL ENGINEERING, 査読有り、2016、6、447-452

③大竹智美、平瀬隼人、増山知也、片平光彦、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培に関する研究(第4報)、農業食料工学会東北支部報、査読なし、2016、63、17-20

④大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、片平光彦、夏賀元康、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培に関する研究(第3報)、農業食料工学会東北支部報、査読なし、2015、62、25-28

⑤大竹智美、進藤勇人、片平光彦、夏賀元康、施肥同時溝切り機を用いた長ネギ栽培の効率的作業技術に関する研究、農業食料工学会東北支部報、査読なし、61、2014、31-34

⑥進藤勇人、大竹智美、片平光彦、本庄求、齋藤雅憲、夏賀元康、施肥溝切り機を用いたネギ栽培における生産性改善に関する研究(第1報)、農業食料工学会誌、査読有り、76(6)、2014、533-540

[学会発表](計12件)

①大竹智美、平瀬隼人、増山知也、片平光彦、生研センター、埼玉県さいたま市、農作業学会大会、2017年3月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの側条施肥栽培に関する研究—土壌槽を用いた作溝チゼルと施肥オープンによる土壌破碎範囲の計測—、口頭(一般)

②Tomomi OTAKE, Mai SATO, Hayato SHINDO, Motomu HONJO, Masanori SAITO, Mitsuhiko KATAHIRA, Shoji KOIDE, Motoyasu NATSUGA, CZECH UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES PRAGUE, Prague, Czech Republic, 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRENDS IN AGRICULTURAL ENGINEERING, 2016年09月、Power Farming Systems for Welsh Onion Cultivation、ポスター(一般)

③大竹智美、平瀬隼人、増山知也、片平光彦、北里大学獣医畜産学部、青森県十和田市、農業食料工学会東北支部会、2016年08月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培技術に関する研究(第4報)—土壌槽内での作溝チゼルによる土壌破碎範囲の計測—、ポスター(一般)

④大竹智美、片平光彦、進藤勇人、齋藤雅憲、夏賀元康、京都大学、京都府京都市、農業食料工学会第74回年次大会、2016年05月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培技術に関する研究(第4報)—施肥位置と土壌膨軟化がネギ根の伸長に与える影響—、口頭(一般)

⑤大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、本庄求、片平光彦、夏賀元康、宮城大学、宮城県仙台市、農作業学会大会、2016年03月、簡易移植器を

用いた長ネギ苗定植の現地調査、口頭(一般)

⑥大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、本庄求、片平光彦、夏賀元康、岩手大学、岩手県盛岡市、農業食料工学関連5学会2015年合同大会、2015年09月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培技術に関する研究(第2報)—施肥位置が長ネギの伸長と生育量に与える影響—、口頭(一般)

⑦大竹智美、片平光彦、増山知也、進藤勇人、齋藤雅憲、夏賀元康、岩手大学、岩手県盛岡市、農業食料工学関連5学会2015年合同大会、2015年09月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培技術に関する研究(第3報)—作溝チゼルによる土壌の破碎効果—、口頭(一般)

⑧大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、本庄求、片平光彦、夏賀元康、秋田県立大学、秋田市、農業食料工学会東北支部会、2015年08月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培技術に関する研究(第3報)—土壌の物理性が根の伸長と生育に与える影響—、口頭(一般)

⑨Tomomi OTAKE, Mai SATO, Hayato SHINDO, Motomu HONJO, Masanori SAITO, Mitsuhiko KATAHIRA, Motoyasu NATSUGA, New Orleans, Louisiana, 2015 ASABE Annual International Meeting, 2015年07月、Studies of Power Farming Systems of Welsh Onion Cultivation (Part 1)—Optimization of chain pot connection—、ポスター(一般)

⑩大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、本庄求、片平光彦、夏賀元康、千葉大学園芸学部、千葉県柏市、農作業学会春季大会、2015年03月、施肥同時溝切り機を用いた栽培が長ネギ根の伸長に与える影響、口頭(一般)

⑪大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、片平光彦、夏賀元康、福島県農業総合センター、福島県郡山市、農業食料工学会東北支部会、2014年08月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギ栽培の効率的作業技術に関する研究—チェーンポット連結の効率化—、口頭(一般)

⑫大竹智美、進藤勇人、齋藤雅憲、本庄求、片平光彦、夏賀元康、琉球大学、沖縄県那覇市、農業食料工学会第73回年次大会、2014年05月、施肥同時溝切り機を用いた長ネギの省力栽培技術に関する研究、口頭(一般)

[図書](計0件)

[産業財産権]

○出願状況(計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

片平 光彦 (KATAHIRA Mitsuhiko)
山形大学農学部・准教授
研究者番号：20390940

(2) 研究分担者

進藤 勇人 (SHINDO Hayato)

秋田県農林水産部 (農業試験場、果樹試験場、畜産試験場、水産振興センター及び森林技・農業試験場・研究員)

研究者番号：10578272

齋藤 雅憲 (SAITO Masanori)

秋田県農林水産部 (農業試験場、果樹試験場、畜産試験場、水産振興センター及び森林技・農業試験場・研究員)

研究者番号：50390969