

東北地域における多収・高品質水稲栽培のための品種特性の解明と最適栽培技術確立への貢献
福嶋陽（農研機構）

水稲の多収・高品質栽培を実現するために、栽培地域の環境に適合した遺伝的形質を明らかにし、それに応じた栽培技術を採用することが重要である。福嶋氏は、農研機構東北農業研究センター（以下、東北農研）の水稲育種グループの一員として、水稲8品種の育成に係わりながら、幅広い遺伝的背景を持つ品種の発育形態の特徴を比較し、多収性と高品質性が要求される業務用・飼料用水稲の品種特性を解明し、優良品種を開発・栽培していくための方向性を明らかにした。さらに、それらの品種の特性を解明し、その最適な栽培方法を提示するとともに、品種育成の方向性を示した。その内容は以下のように要約される。

1. 品種特性の解明

東北地域において1892年から2014年に育成された計19品種を対象に、収量・品質・食味特性を比較した。少肥条件（窒素施肥量3g/m²）で栽培した本実験においては、育成年次に伴う収量の増加は認められなかったが、1950年代以降に育成された品種は短稈化した（業績17）。実際の地域単収はこの間に3倍近くにも増加したことから、東北地域の水稲収量の増加には、耐倒伏性の向上と施肥、土壌改良、病害虫・雑草防除などの栽培管理の影響が大きいことを示した。一方、品質・食味に関しては明瞭な品種改良の効果が認められた（業績17）。

東北地域に適した多収品種の形質を明らかにするために、形態特性が大きく異なる5品種の詳細な比較から、多収品種に共通する特性として、シンク容量（＝穂数×1穂粒数×粒サイズ）が大きいことや、登熟に関しては出穂20日後までが、それ以降より収量を決定する上で重要であることを明らかにした。また、東北地域では「べこあおぼ」のように粒サイズが大きいためにシンク容量が大きい品種が有望であること（業績1, 4）、しかし、追肥時期や栽植密度などの栽培管理技術を工夫して「べこあおぼ」を多肥栽培しても、さらに収量を向上させることは難しいことを示唆した（業績2）。

さらに、育種事業において継続的に実施される生産力検定試験の結果を利用して、より多くの環境条件あるいは品種比較から多収・高品質品種育成のための形質を解析し、まず、「ふくひびき」、「べこあおぼ」が安定的に多収を示すことを明らかとした（業績8）、しかし、生産力検定試験では、収量成立要因の中で極めて重要な粒数および登熟に関するデータは含まれていない。そこで、福嶋氏は1穂粒数と登熟歩合を簡易に測定する方法を考案したうえで、生産力検定試験のデータを収量構成要素に分解して解析する手法を確立した（業績13）。その結果、秋田県大仙市で725g/m²以上の多収を得た品種は、1穂粒数が77以上で千粒重がやや大きめ（22.9-24.3g）の範囲にあること、さらに、比較的大粒でも高品質の系統があることから、大粒で多収と高品質の両立が可能であることを示した（業績13）。

生産力検定試験を用いて、東北農研が育成した飼料用米品種の特性評価を行ったところ、対象とした飼料用10品種は、主食用7品種に比べて穂数は平均で34%少ないが、1穂シンク容量（＝1穂粒数×1粒重）が77%大きいことを明らかにした。また、既存の多収品種「ふくひびき」、「べこあおぼ」より顕著に多収な品種を育成することは難しいが、耐冷性やいもち病耐性を改善した安定多収品種を育成することは可能であると推察した（業績15）。イネ発酵粗飼料用品種については、乾物生産と飼料成分の品種比較を行い、食用品種より先に収穫可能な早生品種として「べこげんき」、食用品種後に収穫できる晩生品種として「たちあやか」が有望であることを示した（業績10）。

2. 新たな遺伝資源導入の検討

東北地域における中長期的な優良品種の育成を目指して、新しい遺伝資源の導入について検討した。中国の遼寧省では、直立穂品種が多収品種として普及しているが、粒が小さいこと、および食味が良くない欠点があった。そこで、日本の東北地域における直立穂品種の適応性を評価するとともに、日本品種と交配することによって大粒直立穂系統および良食味直立穂系統の作出に成功した（業績3, 5）。また、1穂粒数を多くする遺伝子TAWAWA1およびAPO1を導入したコシヒカリ準同質遺伝子系統の特性解明と東北地域への適応性試験を実施した（業績6, 19）。これらの研究の成果は、東北地域に適した新品種の育成には至らなかったが、多収素材の問題を明確にすることに役立った。さらに、耐冷性の強い品種を効率的に育成するための端緒として、耐冷性QTLを導入した系統を作出した結果、それらの系統は花粉数が多い傾向にあることを明らかにした（業績9）。

3. 栽培管理法の検討

近年需要が増加している業務用品種を対象に、多収・高品質栽培の条件を検討した。具体的には、東北農研が育成した業務用3品種「ちほみのり」、「萌えみのり」、「えみのあき」は、追肥に対する反応性に普及品種の「あきたこまち」、「ひとめぼれ」と大きく異なること、早期の追肥は粒数が過剰となり登熟歩合が低下する危険性があること、後期の追肥は玄米タンパク質が増加し食味が低下する危険性があることから、普及品種と同様に追肥25～20日前の追肥が望ましいことを解明した（業績11）。また、業務用3品種は、普及品種だと倒伏しにくい標肥条件で栽培すると、普及品種との収量差は小さいが、普及品種だと倒伏する多肥条件で栽培すると倒伏が少なく多収を示すことを明らかとした。この点を踏まえて、今後は短稈穂数型品種から、やや大粒の短稈穂重型品種へ育種目標を転換する必要があると考察した（業績14）。

東北地域における水稲生産のコスト・労力の削減を目指して、業務用品種や飼料用品種を用いた晩植栽培、疎植栽培・直播栽培について検討した。作期分散を目的とする晩植栽培では収量が低下するが、品質・食味は低下しないこと明らかにした（業績16）。また、苗箱数を削減できる疎植栽培では、収量・品質・食味は標植栽培と同等であること、疎植適応性に品種間差異は認められないことを明らかにした（業績18）。さらに、直播栽培では、とくに東北地域で問題となる低温条件での出芽・苗立ちについて、休眠性、低温発芽性、低温伸長性、湛水耐性などに着目して解析し、品種による出芽・苗立ちの差異を整理した（業績11）。この他、飼料用品種で問題となっている発芽不良の原因解明に取り組み、飼料用品種は温湯消毒や極低温浸種で発芽不良となり易いことを示した（業績7）。

以上のように、福嶋氏は品種育成の現場において、作物学的な視点から多岐にわたる品種の品種特性と東北地域における環境条件との関係を解明し、そこで得られた知見を踏まえて栽培技術開発を行った。これらの成果は、水稲生産の向上に大きく貢献するものであり、日本作物学会賞を授与するに値する研究業績と評価される。

研究業績

1. Fukushima, A., Shiratsuchi, H., Yamaguchi, H., Fukuda, A. 2011. Varietal differences in morphological traits, dry matter production and yield of high yielding rice in the Tohoku region of Japan. *Plant Production Science* 14: 47-55.
2. Fukushima, A., Shiratsuchi, H., Yamaguchi, H., Fukuda, A. 2011. Effects of nitrogen application and planting density on morphological traits, dry matter production and yield of large grain type rice variety Bekoaoba and strategies for super high rice yield in Tohoku region of Japan. *Plant Production Science* 14: 56-63.
3. 福嶋陽・太田久稔・梶亮太・中込弘二・山口誠之・徐正進 直立穂水稻品種の収量性および形態的特性. 2011. 日本作物学会東北支部会報 54: 21-22.
4. Fukushima, A. 2012. Yield potential of high-yield rice varieties in the Tohoku region of Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 46: 199-204.
5. 福嶋陽・唐亮・太田久稔・梶亮太・津田直人・徐正進 良食味および大粒の直立穂水稻系統の作出および評価. 2014. 日本作物学会東北支部会報 57: 47-48.
6. 福嶋陽・経塚淳子・前川雅彦・太田久稔・梶亮太・津田直人・吉田明希子・徳永浩樹 2015. TAWAWA 遺伝子および APO1 遺伝子がイネの分けつ性に及ぼす影響. 日本作物学会東北支部会報 58: 17-18.
7. 福嶋陽・太田久稔・梶亮太・津田直人 2015. 東北地域の飼料用水稻品種における温湯消毒および低温浸種が種子の発芽率に及ぼす影響. 日本作物学会紀事 84: 439-444.
8. 福嶋陽・太田久稔・梶亮太・津田直人 2015. 生産力検定試験成績を利用した水稻の収量形成要因の解析. 日本作物学会紀事 84: 249-264.
9. Fukushima, A., Hayashi, T., Ohta, H., Kaji, R., Yokogami, H., Tsuda, N. 2017. Effects of the number of pollen grains on cold tolerance at the booting stage in rice lines with QTLs for cold tolerance. *Plant Production Science* 20: 149-155.
10. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2017. 東北地域におけるイネ WCS 用水稻品種の乾物特性および飼料成分. 日本作物学会紀事 86: 1-6.
11. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2017. 東北農研が育成した水稻品種における窒素追肥時期が生育・収量・外観品質・食味に及ぼす影響. 日本作物学会紀事 86: 7-14.
12. 福嶋陽・横上晴郁・津田直人 2017. 東北農研が育成した水稻品種における低温条件下の発芽性, 伸長性, および出芽・苗立ち性. 日本作物学会紀事 86: 219-228.
13. 福嶋陽・横上晴郁・津田直人 2017. 東北地域における多収・高品質の水稻品種を育成するために着目すべき形質の解析. 日本作物学会紀事 86: 236-242.
14. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2017. 東北農研が育成した水稻品種における多肥栽培および直播栽培の収量・品質. 日本作物学会紀事 86: 339-346.
15. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2018. 東北地域における飼料用米向け水稻品種・系統の収量性. 日本作物学会紀事 87: 30-36.
16. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2018. 東北地域における水稻品種の晩植適性. 日本作物学会紀事 87: 37-42.
17. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2018. 東北地域的水稻新旧品種の収量・品質・食味. 日本作物学会紀事 87: 43-52.
18. 福嶋陽・太田久稔・横上晴郁・津田直人 2018. 東北地域における水稻品種「ちほみのり」, 「いわいだわら」および「えみのあき」の疎植栽培適性. 東北農業研究センター研究報告 120: 60-72.
19. Fukushima, A., Ohta, H., Yokogami, H., Tsuda, N., Yoshida, A., Kyozuka, J., Maekawa, M. 2017. Effects of genes increasing the number of spikelets per panicle, TAW1 and APO1, on yield and yield-related traits in rice. *Plant Production Science* 20: 485-489.