

研究

コムギの品質向上を目指した根系の遺伝的制御
—研究の考え方と実験方法の検討—

農業研究センター 小柳敦史・乙部(桐淵)千雅子

生産に結びつかない根の研究だけで満足してもらっては困る(阿江, 1998)という厳しい意見に応えるため、私たちは、新しい実験を始めることにした。ここでは、根の研究をコムギの品質向上に役立てようとする私たちの基本的な考え方とそのために必要な実験の方法の検討結果を紹介し、読者の助言と批判を仰ぎたい。

1. 問題の所在と研究の考え方

現在、農林水産省は、昭和 36年に制定された農業基本法の改定に向けた作業を進めている。その議論の中で、低下している食料自給力の向上を目指して、輸入依存率が高いムギの国内生産力と品質の向上を求める声が強くなっている。国産コムギは、主に、うどんなどの製麺用に用いられるため、実需者はコムギのタンパク質含有率が 10%に近い値になることを強く求めている。しかし、図 1 上図のように、タンパク質含量が実需者の求める範囲におさまっている地域もあるが、図 1 下図のように、タンパク質含量のばらつきが大きく、問題となっている地域もある。タンパク質含量が低い場合は、精密な生育診断に基づくきめ細かな窒素追肥の実施、逆にタンパク質含量が高くなりすぎる場合には、稲わらや麦わらの畝込みなどによる土壌の窒素肥沃度の抑制等の対応策が考えられる。しかし、これらの作業を繰り返し実施することは、省力化による低コスト生産を求める動きには必ずしも合致しない。このため、品種で問題解決を図るため、窒素肥沃度の高い圃場には遺伝的にタンパク質含量が低くなりやすい軟質系の品種、逆に窒素肥沃度の低い圃場には硬質系の品種を作付することによりタンパク質含量の中庸化を実現することが考えられる。しかし、両品種から得たコムギ粉は、タンパク質含量が同様であってもコムギ粉の物理的性質が異なるなどの加工利用上の問題を生じかねない。

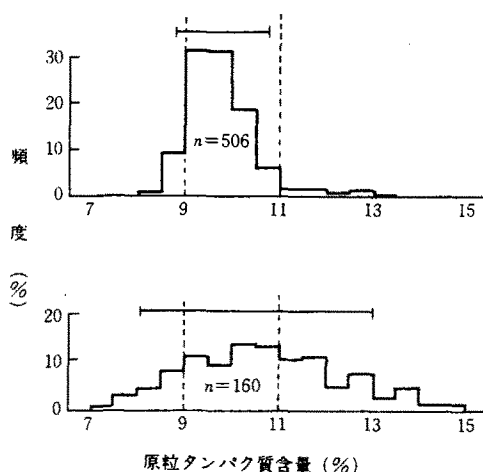


図1 コムギの原粒タンパク質含量の頻度分布
上図に示した県ではタンパク質含量が適性範囲(9~11%)におさまっているが、下図の県では、ばらつきが大きい(佐藤, 1991より改変)。

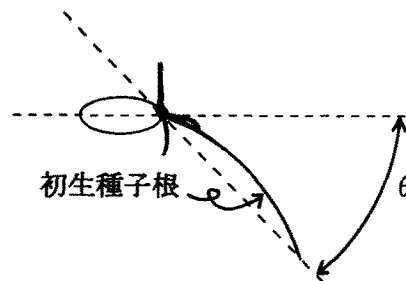


図2 コムギの初生種子根の発根角度の測定方法

そこで、私たちは、コムギ粉の特性を含む地上部の特性が同じで、根系のみが異なる同質遺伝子系統を作出する計画を立て、栽培する圃場の肥沃度に合った根系及び窒素吸収特性を持つ同質遺伝子系統を栽培することで、地域としてタンパク質含量が揃った斉一なコムギ粉を生産することを目指すことにした。すなわち、窒素肥沃度の高い圃場における栽培でコムギの子実のタンパク質を低く抑えるためには、肥沃な作土層に分布する根の量が少なく根系が深い品種が有効で、窒素肥沃度の低い圃場では逆に作土層に分布する根の量が多く根系の浅い品種が有効ではないかという仮説を立て、この仮説を検証するため、根系の分布のみが異なる同質遺伝子系統を作出する計画を立てた。

2. 実験方法の検討

ある品種が圃場において形成する根系の深さは、ポット試験で種子根の下向きの伸長角度を測定することで推定できることが分かっている (Oyanagi et al., 1993)。また、寒天培地を用いることにより、種子根の重力屈性の強さの品種間差異や遺伝的性質を知ることができることも分かっている (Oyanagi et al., 1991)。しかし、根系の深さに関する同質遺伝子系統を作出しようとする場合、戻し交雑を行う各段階で、繰り返し根の伸長角度または重力屈性を測定する必要があるが、ポット試験や寒天培地法では実験に時間と労力がかかりすぎるため、より簡便な根の観察方法が必要となる。そこで、シャーレを用いた一般的な発芽試験で、根の伸長角度の品種間差異や遺伝性を調べることができるかどうか検討した。

材料及び方法

作出する同質遺伝子系統を、根系分布と窒素吸収量の関係の解明などの基礎的な実験に用いるだけでなく、実用的な品種としても利用することが出来るように、今後品種として現場に普及する可能性の高いコムギ系統を材料に用いることとした。予備試験の結果、農業研究センターで育成中の A 系統の根系が浅く、九州農業試験場で育成中の B 系統の根系が深いと考えられたため、両系統を同質遺伝子系統を作出するための交配親に選定し、これら両系統と交雑後代個体の発根角度をシャーレを用いた簡便な方法で測定した。

シャーレにろ紙(No.2)を2枚敷き、水道水を約 8 ml 加えて、親の2系統と雑種第2代の種子を各シャーレに約 20 粒ずつ胚のある側を上にして置いた。室温、暗黒下で2~3日置き、根が 15 ~ 25 mm に伸びた個体をピンセットで持ち上げ、初生種子根の水平から下向きの発根角度を分度器で測った(図2)。実験は繰り返して行い、親は約 30 個体、雑種第2代は 114 個体を供試した。

結果と考察

図3に測定結果、図4に写真を示した。種子根の下向きの発根角度は、A 系統が $23.5 \pm 11.6^\circ$ (標準偏差)、B 系統が $48.3 \pm 16.8^\circ$ (同)であった。すなわち、系統内の個体変異は必ずしも小さくないが、系統間の発根角度の違いはシャーレを用いた簡単な試験でも検出できることが分かった。

雑種第2代の伸長角度は、 $0 \sim 90^\circ$ の広い範囲に分布し 60° を境とした2頂分布を示した。それぞれの個体数は 60° 未満が 97 個体、 60° 以上が 17 個体で、 60° 未満の個体が多かったことから、発根角度が浅い方が優性的な遺伝を示したといえる。 60° を区切りとして、期待値 3:1 でカイ自乗検定を行なったが、カイ自乗値は 6.19、 $P < 0.01$ で適合しなかった。また、期待値 15:1 や 63:1 にも適合しなかった。次に、雑種第2代のデータを仮に 50° または 40° を区切りとしてカイ自乗検定を行ったところ 50° を境とした場合に期待値 3:1 に適合した(カイ自乗値は 0.292、 $0.50 < P < 0.75$)。雑種第2代のヒストグラムからすると 50° を発根角度の大小の境と考えることは必ずしも適切ではないが、両親のデータの平均値が大きく離れていないことや両親系統の標準偏差が大きいことからして、 50° または 40° を角度の大小の区切りと考えることも不可能ではない。このため、シャーレで観察された根の発根角度は、寒天培地を用いた既報 (Oyanagi et al., 1991) と同様に、発根角度が小さい方が優性の主働遺伝子の支配を受けていると考えることもできると思われる。

以上のように、コムギの種子根の発根角度の遺伝解析においては、シャーレを用いた発芽試験は、検出力が必ずしも高くないが、発根角度の品種の特徴を簡便に測定することが可能で、同質遺伝子系統を作出する際の根の形質の選抜には有効な方法であると考えられた。今後は、この方法を利用して作出する同質遺伝子系統を様々な土壌条件で栽培し、コムギ粉のタンパク質含量の変動を調べるとともに、窒素吸収や環境ストレス耐性に関する作物の栽培生理的研究の材料としたいと考えている。

謝辞：供試種子を分譲いただいた九州農業試験場麦育種研究室及び農業研究センター小麦育種研究室にお礼申し上げます。

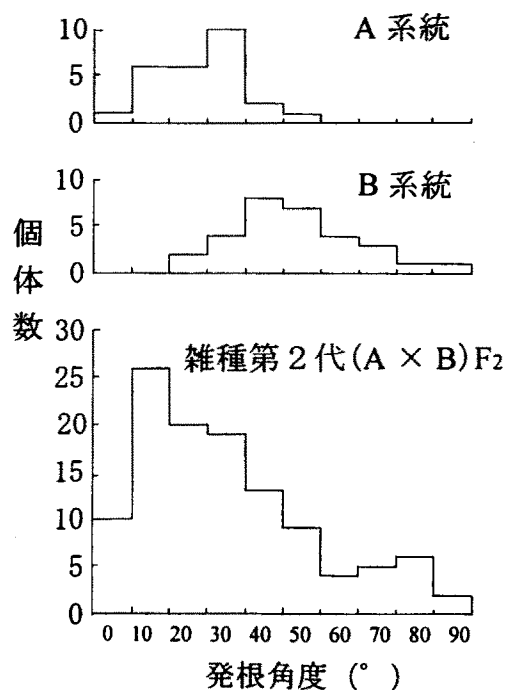


図3 A 系統, B 系統及び雑種第 2 代 (A × B) F₂ の発根角度別の個体数

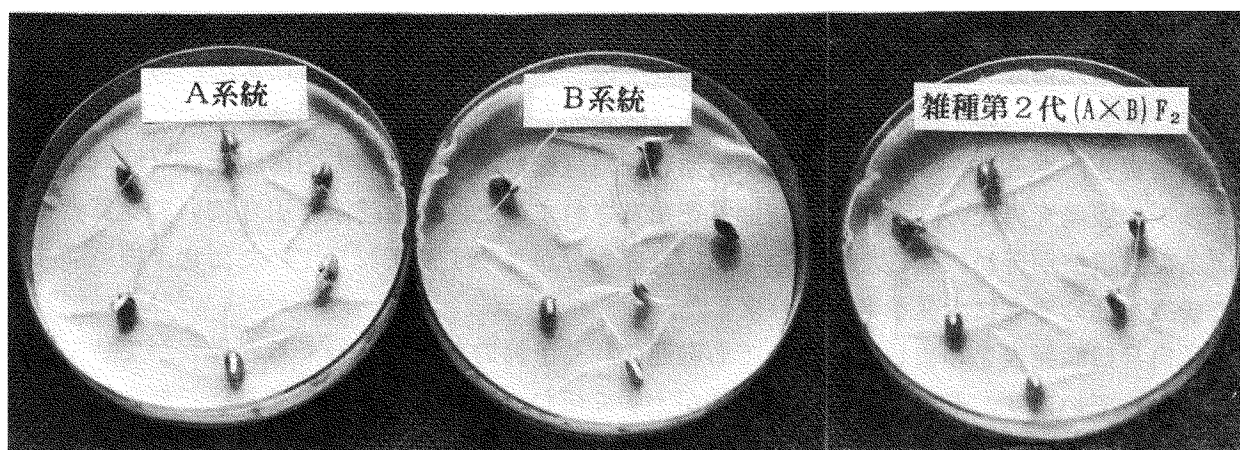


図4 シャーレにおける A 系統, B 系統及び雑種第 2 代 (A × B) F₂ の発根状況
A 系統の根は、ろ紙に沿って横方向に伸びる個体が多く、B 系統は根が下に伸びる力で種子を上へ押し上げているものが見られる。なお、雑種第 2 代の種子には両タイプが混在している。

引用文献

阿江教治 1998. 根の研究 7: 46-47.
 Oyanagi, A. et al. 1991. Japan. J. Breed. 41: 181-184.
 Oyanagi, A. et al. 1993. Jpn. J. Crop Sci. 62: 565-570.
 佐藤暁子 1991. 農及園 55: 567-574.

Title: Genetic Control of Root System for Wheat Grain Quality - Conception and Method -
 Authors: A. Oyanagi and C. Kiribuchi-Otobe (Natl. Agric. Res. Ctr.)