

総 説

ヨーロッパにおけるコムギの収量事情

後 藤 寛 治

(東京農業大学生物産業学部)

はじめに

著者は、1961年に国際会議の後、オランダで多収コムギの実際に接して以来、ヨーロッパにおけるコムギの多収性に注目してきた。その頃から高い単収が記録されてきたが、コムギの多収性がしばしば話題に上るようになったのは、1970年代に入って単収が急上昇してからであり、特に注意を惹いたのは、1984年度にみられた特に高い記録によるところが大きいと思う。既に、後藤⁹⁻¹³⁾が、そのつどコムギの収量事情を紹介してきたが、本稿はコムギの収量に関する最近の情報を整理したものである。なお、子実収量は単収とし、単位は ha 当たり t (トン)、施肥量は ha 当たり kg とする。子実の水分含量にはふれず、引用文献の中の数字をそのまま記載した。また、ローザムステッド農試の成績は、すべて乾物率が85%に統一されており、比較が可能になっている。

1. 多収品種

Austin³⁾によると、イギリスのコムギの単収は、中世の0.5 t/haから、1850年頃四圃式輪作体系の導入により1.8 t/haに達し、1920年頃には施肥と新品種の普及により2.1 t/ha、1950年頃には増肥と除草剤の普及により2.5 t/haになった。その後半矮性品種が育成され、多肥が可能になり、さらに薬剤散布が徹底するようになって、1980年には6.0 t/haの水準をクリアした。古い品種 Squareheads Master に比し、1985年に普及に移された Brimstone は、NO (以下、無窒素を NO, 96 kg/ha を N 96 のように表す) の水準で37%、N 96で59%と、N に対する反応が高まっており、Squareheads Master が144 kg/haで最高収量を示すのに対して、Brimstone は240 kg/haまで増収を続ける。

Bingham・Lupton⁶⁾によると、実際栽培におけるNの施用量は、1972年頃は80 kg/haであったが、1985年には180 kg/haかやや多めの水準になった。このような多肥が可能になったのは、農林10号に由来する半矮性因子 (Rht₁ か Rht₂) の導入によるところが大きく、Hobbit (1977年普及) を始め、それ以降に普及された品種は、ほとんどすべてが

Rht₂ を具備している。

一方、最近の根幹品種は、良質品種 Avalon (1969年普及) と多収品種 Norman (1981年普及) の雑種に由来するもので、多収であると同時に、パン適性が向上し、1950年には国内産のコムギの20%が製パン用に使われていたに過ぎないが、1984年には各種のクラスのパンの平均で75%、白色のパンは90%以上が国内産のコムギで賄われているという。Avalon に続いて育成されたパン用品種は、Brimstone (1985年普及)、Moulin (1985年普及) および Mercia (1986年普及) である。国内産の品種については、製粉および製パン研究協会 (FMBRA) が、それらの製粉・製パン・ビスケット適性などを調査、評価して製粉関係者に情報を提供している。1988年に同協会を訪問する機会があったが、特に印象に残った点は、海外から輸入される高品質の子実とのブレンドに関する研究を強調していたことである。

Austin³⁾は、1900年以来のコムギの収量に対する品種の遺伝的な進歩について報告した。Austin³⁾は、その後の進歩を含めて、前者と同じような解析を加えている。新旧品種合わせて13品種を3年間栽培して比較しており、古い品種 Little Joss (1907年普及) と Yeoman (1916年普及) の単収に比し、最近の品種は平均して46%の増収を示している。つまり、Little Joss の6.61 t/haに対して、Norman (1981年普及) が9.48 t/ha、Brimstone (1985年普及) が9.65 t/ha、Slejpner (1986年普及) が9.89 t/haと多収化している。新品種は穂数と一穂当たり粒数が増加しており、短強稈化している。

耐病性品種については、Bingham・Lupton⁶⁾により、1例を紹介する。最近の品種は、黄銹病をはじめ主要な病害に抵抗性を具備している。例えば、眼紋病 (eye spot, *Pseudocercospora herpotrichoides* による) に対しては、すべての品種が、Cappelle Desprez か、Professeur Marchal に由来する抵抗性因子をもっている。しかし、早播、短期輪作や湿度の高い春先の気象条件の下では発病しやすいので、上記の抵抗性は十分とはいえない。新しい菌系も出現しており、より強い抵抗性をもつ品種

が必要となってきた。新品種 *Rendezvous* は、野性種 *Aegilops ventricosa* に由来する高度の抵抗性をもっており、Cambridge での試験によると、殺菌剤無散布区で、非抵抗性品種 *Armada* が 8.1 t に対して、*Rendezvous* が 11.5 t を示した。このように、抵抗性に関する育種も進行中で、薬剤散布回数の減少に貢献する一方、単収の向上に大きな役割を果たしている。

他方、ユーゴスラビアの種子生産者協会が発刊している「コムギとオオムギの品種」の中に、Novi Sad で育成された秋播コムギ品種の Vojvodina 地方における多収記録が参考資料として載せられている。それによると、品種 *Sava* (1970 年普及) の 1976 年における 9.60 t、*Jugoslavija* (1980 年普及) の 1984 年の 9.87 t、および *Novosadska Rana* (1975 年普及) の 1984 年の 10.15 t などが注目される。なお、同国の 1984 年の平均単収は 3.84 t である。

2. 多収栽培

Sturm・Effland¹⁹⁾によると、西ドイツのコムギの単収は、1980 年代に入って 5 t 台に落ち着いており、よく管理された場合には 7 t に達する。N を多投する場合、先進的な農家は 5~7 回に分けて追肥する。これをスプーン・フィーディングといっている。主要な追肥時期は、春先、分げつ終止期または節間伸長開始期および止葉期である。さらに、多収を得るための N の施用法について、堆肥のあるなし、磷酸施用、耕起の方法、播種量、病虫害防除との関係などについて詳細に記述している。

一方、Becker・Aufhammer²⁰⁾は、西ドイツの中でも多収な地方での標準栽培法として、Schleswig-Holstein システムを提示している。このシステムは、当該地方に適用されるもので、どこにでも適用できるとは言えないとしているが、その概要を紹介するとつぎのとおりである。このシステムは収量目標を 8~10 t と想定しており、10 月初旬にやや密播 (400~500 粒/m²) し、N の施用は、春先に 80~110 kg、節間伸長開始期に 60~80 kg を追肥し、伸長抑制剤 CCC (2-Chlorethyl trimethyl ammonium chloride の略称) を分げつ期と節間伸長期に散布する。なお、除草剤、殺菌剤、殺虫剤は、適期に適量を散布する。そして、30 年前に比し著しく多収になった理由は、多収品種の導入、防除の徹底、生長抑制剤の出現、N の分施技術の定着、前作に対する施肥量の増大と栽培技術の改良で

あるとしている。

オランダ・ベルギー一帯は、ヨーロッパの多収地帯である。Dilz ら²¹⁾は、10 t の子実収量を得るために要求される収量構成要素を以下のように示している。それによると、275~400 粒/m² 播種し、立毛率 60~80% として、200~250 本/m² の株立本数が得られる。個体当たり 2~3 本の分げつが確保できれば、500~600 本/m² の有効穂数が得られ、一穂粒数が 35~40 粒で、18,000~22,500 粒/m² となり、一粒重 45~55 mg として、10 t の子実収量が得られる。そして、構成要素がこのような水準に達した場合に、8~9 t の実収を得ている。

3. ローザムステッド農試の多要因試験

ローザムステッド農試では、試験場の各部門が協力して、コムギの栽培技術の確立を目指して実験を続けてきた。その成果は年報に詳しく報告されているが、プロジェクトが完了すると、学術誌に結果の概要を提示し、多収の要因について考察を加えている。以下、いくつかの関連した論文の内容を紹介する。

Prew ら¹⁵⁾は、秋播コムギ品種 *Hustler* を供試し、1978~'79 に、8 処理に 2 水準を設け、それらの処理を相互に組み合わせて、処理間の差と処理の相互作用を検出している。全試験区の平均単収は 9.7 t で、最高を示した区は 11.3 t である。有効と認められた処理は、夏期のアブラ虫と秋期の *Septoria* の防除であり、両処理区で大粒化し、処理の効果は N 160 区より N 250 区でより顕著であった。両薬剤を散布した場合、10 月 13 日播区より、9 月 21 日播区、つまり早播が増収した。その他の処理は、収量を大きく左右するものではなかった。Prew ら¹⁶⁾は、前の実験と同様、*Hustler* を供試し、1979~'80 および 1980~'81 の 2 カ年、8 要因各水準の実験を行った。その結果についてみると、最多収区は 1980 年 11.2 t、1981 年 9.9 t であった。早播と殺虫剤の散布が多収に結びついたことは、前記の実験結果と変りがない。最多収区の収量関係形質の値は、穂数 534 本/m²、一穂当たり粒数 40.7 粒、一粒重 40.4 mg、全重 18.8 t/ha、粒、茎部の N 吸収量は 214 kg/ha であった。

Prew ら¹⁷⁾は、良質品種 *Avalon* (1969 年普及) を供試して、1981~'82、1982~'83、1983~'84 と 3 年間にわたり、コムギ-オオムギ-コムギか、コムギ-エンバク-コムギという輪作区の他に 7 つの処理区を設けて実験した。その結果を単収でみると、高い

子実収量を示した16区の平均は、8.7t, 10.2t および11.1tであった。オオムギの後作の場合は、立枯病 (take all, *Ophiobolus graminis* 菌による) の被害を受け、平均0.8tの減収となったのに対して、エンバクの後作のコムギには病気が発生せずよい成績を示した。また、春と夏の殺菌剤の散布は有効であった。

以上の実験は栽培技術に関するものであったが、つぎの論文は、土壌の種類やNの吸収とコムギの生育、収量に係わるものである。

Thorne ら²²⁾は、砂質土壌と粘土質土壌の生産性の比較を主要な目的とした試験を行った。その中で、灌漑なしの早播きで9tの単収をめざした処理区と、灌漑を伴ない晩播きであるが病害を防除し、Nを分施するなど、生産資材を多投して12tをめざす処理区を対比している。1979, 1981年はHustlerを、1982年はAvalonを用い、6つの試験地で同時に実施した大規模な実験であった。早播きは、毎年粘土質土壌区で多収であった。1981年は砂質土壌区でも早播きが好成績を示した。1979年は、粘土質土壌区の平均単収が最も高く、10.82tであった。また1981年には、砂質土壌区で灌漑がプラスの効果を示した。1981年には砂質土壌区の最多収区は10.4tで、全重は18.9tに達している。一方、粘土質土壌区では、それぞれ9.9tと19.5tを示した。

Thorne ら²³⁾は、開花から成熟までのN, P, Kの吸収の推移を研究した。1969~'78年は、Capelle Desprezを供試し、N 96区で最多収を示したのに対して、1979~'84年は、Flandersを供試しており、N 144区の方がN 96区より多収であった。

Weir ら²⁴⁾は、Imperial Chemical Industriesが調査したTen Tonne Club会員の圃場約1000点について、土壌の性質と単収の相互関係を解析した。その結果、1979年にはイギリスの全国平均が5.26tであったのに対し、調査区の平均は6.8t、1980年には全国平均が5.88tに対し7.37tと、会員の栽培技術が高いことを証明した。一方、1979, '80年の2年度にわたる単収の変動に対するいくつかの要因の貢献度(%)をみると、土壌シリーズ要因18.3%, 18.7%; 品種要因で5.5%, 11.5%; 前作要因で7.8%, 5.3%; 播種日要因で3.0%, 1.2%などとなっている。また、土粒の大きさや排水の良否に基づいた土壌類型別の間には差異はみられなかった。両年とも、すべての場所の平均値に比し、よ

い成績を示したのは、Loessの地域のみであった。

一方、Porter ら¹⁸⁾は、イギリスからスコットランドにかけて10か所に試験地を設け、それぞれの場所で、Avalon (1969年普及)を播種期を変えて栽培し、生育調査をした。気象要因と形態形成の相互関係を詳細に解析したもので、1つの品種を対象としたこのように大がかりな研究は、類例がみられない。コムギの生産生態を考える上で参考になる資料といえる。さらに、Kirby ら¹⁴⁾は、上述の実験に基づき、葉と幼穂原基の形成と気温および日長との関係について検討を加えている。

4. 秋播コムギの国際収量検定試験

後藤¹⁾が既に紹介した事例であるが、ネブラスカ州立農試が担当してきた秋播コムギの国際収量検定試験の年報に基づいて、多収品種と多収な場所について気付いたことをつぎに述べる。

第9回(1977)、第10回(1978)ともに、ブルガリア産の品種Yubileyが全世界の平均単収で1位を占めた。第12回(1980)は、オーストリアのWWP 4394、第13回(1981)は、ユーゴスラビアのJugoslavijaが、また第14回(1982)は、ルーマニアのF 29-76というように、東欧諸国の育成品種が、多収性と広域性を発揮している。さらに第15回(1983)と第16回(1984)では、ポーランド産のライコムギ品種Laskoが1位を占めた。供試した品種の半数が東欧系品種であったことにもよるが、毎年上位を占めていることからみて、収量性の点で優れているように思われる。1984年は、9位までが東欧系品種で、それらの品種が一様に、ソ連の品種、Aurora, Kavkazなどを一方の親としている点が注目される。また、1980年の成績の中で、チェコスロバキアのMale Ripnanyが高収を示し、30品種平均の単収が9.66tで、10tを越えた品種は15に及ぶ。小試験区の成績ではあるが、多収品種の多収条件下での単収の上限を示すものとして興味深い。

コムギの単収に対する関心が異常に高くなったのは、前述のように、ヨーロッパとくにイギリスの単収が1984年にきわめて高かったことにもよると思われる。FAOの生産年報によれば、イギリスの作付面積194万ha、平均単収7.71t、Bingham・Lupton⁶⁾によるとそれぞれ、197万ha、7.6tである。一方、十勝増収記録会の1982年度の成績によると、1位が7.74tで、4位までが7tの水準を越えている。また、1987年十勝地方は好天に恵まれ、

8位までが7tの水準を越えたが、1位は7.95tを示している。なお、コムギの多収地帯である網走地方では、1988年に、小清水町、訓子府町、女満別町および美幌町の平均単収が、それぞれ6.34t、6.18t、6.11t、6.05tを示した。1984年におけるヨーロッパ各国の単収を参考までに調べてみると、アイルランド8.45t、オランダ7.80t、デンマーク7.32tなどと一様に高い。

5. 春播コムギの国際収量検定試験

後藤(1981)⁹⁾が、「春播の定着は多収化が先決」と題して、北海道における春播コムギの栽培法を述べた頃は、長稈品種ハルヒカリが根幹品種であった。それ故、耐倒伏性、耐肥性品種の待望が結びの部分を行なっている。さらに、「春播コムギは多収できる」という記事を後藤(1984)¹²⁾が書いた頃は、短強稈品種ハルユタカが北見春47号の名で系統適応性検定試験の段階にあった。N120の水準に耐える系統の出現は、収量性の面で確実に一歩前進したことを証明するものであった。

ヨーロッパにおけるコムギの多収性は、Nの多投に品種が耐えられたことによるといわれている。前述のようにイギリスのN施用量は1982年に162kgに達し、そのうち20%の地域では200kg以上になっているという。

つぎに、メキシコ市にある国際トウモロコシ・コムギ改良センター(International Maize and Wheat Improvement Center, 以下 CIMMYT と略す)が担当してきた春播コムギの国際収量検定試験について述べる。第14回(1977~'78)と第15回(1978~'79)の報告書によると、前者の報告では最多収品種はライコムギの Mapache で、69カ所平均4.21t、後者では Veery "S" が1位を占め、75カ所平均4.48tを示し、両年とも CIMMYT の育成系統が上位を独占した。また多収事例としては、第14回の報告ではメキシコの Guanajato で、Mexicali 75(二粒系コムギ)と Mapache が10tの水準を越え、第15回の報告では、メキシコの Sonora で、CIMMYT の育成した3品種が10tの水準を示している。

さらに、第20回(1983~'84)と第21回(1984~'85)の成績書に基づき多収事例を紹介すると以下のとおりである。1場所50品種が供試されており、必ずその場所での標準品種が含まれている。第20回で平均単収が最高を示したのは、イギリスの Cambridge で、9.38tである。播種日は

1984年3月6日、収穫日は8月29日で、春先は乾燥気味に経過したが、その後は適湿であった。生育日数がきわめて長い点が注目される。さらに、スペインの Cadiz では平均単収が9.76tで、10tを越えた品種は19点に及ぶ。1983年12月22日播種し、1984年6月27日に収穫しており、備考には多収年によるとしてある。このような成績からも、1984年がコムギ作に好適であったことがうかがえる。第21回ではチェコスロバキアの Czechia で、同国産の Yara が1位で9.07tをあげた。東欧系品種が秋播コムギだけでなく、春播コムギでも、改良が進んでいることを示すものである。なお、Veery 8が全世界70カ所の平均で1位を示したことも注目される。

CIMMYT の年報(1988)⁷⁾によると、さらに新しい品種 Kauz は、Veery の収量水準を3%越えており、好適な条件下では10tに達するという。Veery についてつけ加えると、現在開発途上国20カ国で400万haに作付けされており、1970年代に栽培されていた Siete Cerros 66などの古い品種に比し、約10%多収であり、広域性を示す。この品種の5世代にわたる系譜によると、46品種が親として関与しており、ソ連の7品種が遺伝的貢献度23.6%で最大であり、日本の2品種は6.25%を占めている。

終りに、著者らが春播コムギを供試して進めてきた実験について述べる。後藤¹²⁾によると、CIMMYT の育成品種 Jupateco 73と北海道の品種ハルミノリの雑種後代から、著者らが選抜して育成した短強稈で、高い収穫指数を示す系統「2-47」が、北大農場でN120区で、737g/m²の単収をあげた。その後、高橋ら^{20,21)}が、ハルヒカリ、ハルユタカ、「2-47」や Veery "S"などの導入品種について、乾物分配特性を解析した。

むすび

以上は、ヨーロッパ諸国が、十分なインプットの下でコムギの収量性を発揮させた事例をふり返って見たわけである。現在は低コスト化の方向へインプットの量は是正されているにちがいないが、多くの収量に関する数値からみて、単収は着実に上昇しているように思う。イギリスの多収品種は、その多くが飼料用であり、パン適性の高い品種の収量はやや劣る。Nの施用量はその水準は高いが、春先から分施をし、徒長は生長抑制剤によって制御する。多

収はどのような土壌でも得られるが、Loess の分布した場所で高収が得られる頻度が高い、灌漑の効果はまちまちで一定の結論に達していないように思われる。ローザムステッド農試の大規模な実験では、早播や病虫害の防除が顕著な効果をあげている。多数の技術の積み重ねで得られる単収は、10 t の水準を上下している。半矮性品種の多収性については、繰り返すまでもないが、それらの品種が秋播と春播コムギの遺伝資源全体から、収量性や各種の抵抗性因子を集積して育成されている点が注目される。品種の収量に関するポテンシャルは、引続き上昇しており、栽培技術は着実に進歩している。

引用文献

1. Austin, R.B. et al. 1980 Genetic improvement in winter wheat yield since 1900 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci.* 94: 675-689.
2. ——— 1982. Crop characteristics and the potential yield of wheat. *J. Agric. Sci.* 98: 447-454.
3. ——— 1988. Breeding for increased yield in wheat: Prerequisites, achievements and prospects. *Aspects of Applied Biology* 17: 289-295.
4. ——— et al. 1989. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agric. Sci.* 112: 295-301.
5. Becker, F.A. and W. Aufhammer 1982. Nitrogen Fertilisation and Methods of Predicting the N Requirement of Winter Wheat in the Federal Republic of Germany. *Fertiliser Soc. of London*. 33-66.
6. Bingham, J. and F.G.H. Lupton 1987. Production of new varieties: an integrated research approach to plant breeding. In *Wheat Breeding* (Ed.) F.G.H. Lupton. Chapman and Hall, London and New York. 487-538.
7. CIMMYT 1989. CIMMYT 1988 Annual Report.
8. Dilz, K. et al. 1982. Intensive Wheat Production as Related to Nitrogen Fertilisation, Crop Protection and Soil Nitrogen: Experience in the Benelux. *Fertiliser Soc. of London*. 93-124.
9. 後藤寛治 1981. 春まきの定着は多収化が先決. *ニューカントリー* 28(6): 12-13.
10. ——— 1982a. 農作物の収量限界 (1), (2). *農及園* 57: 321-325, 737-744.
11. ——— 1982b. 稲・麦の育種の動向. *北海道立農業試験場資料*. 第 15 号. 1-5.
12. ——— 1984. 春まき小麦は多収できる. *ニューカントリー* 31(3): 50-51.
13. ——— 1987. 収量指数の意義と限界. *育種学最近の進歩*. 第 23 集. 21-28.
14. Kirby, E.J.M. et al. 1987. An analysis of primordium initiation in Avalon winter wheat crops with different sowing dates and at nine sites in England and Scotland. *J. Agric. Sci.* 109: 123-134.
15. Prew, R.D. et al. 1983. Effects of eight factors on the growth and nutrient uptake of winter wheat and on the incidence of pests and diseases. *J. Agric. Sci.* 100: 363-382.
16. ——— et al. 1985. Some factors limiting the growth and yield of winter wheat and their variation in two seasons. *J. Agric. Sci.* 104: 135-162.
17. ——— et al. 1986. Some factors affecting the growth and yield of winter wheat grown as a third cereal with much or negligible take-all. *J. Agric. Sci.* 107: 639-671.
18. Porter, J.R. et al. 1987. An analysis of morphological development stages in Avalon winter wheat crops with different sowing dates and ten sites in England and Scotland. *J. Agric. Sci.* 109: 107-121.
19. Strum, H. and H. Eßland 1982. Nitrogen fertilisation and its interaction with other cultural measures: Experience in the Federal Republic of Germany. *Fertiliser Soc. of London*. 5-52.
20. 高橋 肇ら 1988a. 春播コムギの短稈および長稈品種の収量性と稈構成物質の消長. *日作紀* 57: 53-58.
21. ———ら 1988b. 春播コムギ長稈品種ハルヒカリおよび半矮性系統 2-47 の乾物分配特性について. *日作紀* 57: 522-526.
22. Thorne, G.N. et al. 1988a. Contrast between sandy and clay soils in the effects of various factors on the growth, nitrogen uptake and yield of winter wheat in three years. *J. Agric. Sci.* 110: 119-140.
23. ——— et al. 1988b. Variation between years in growth and nutrient uptake after anthesis of winter wheat on Broadbalk field at Rothamstead, 1969-84. *J. Agric. Sci.* 110: 543-559.
24. Weir, A.H. et al. 1984. Soil factors affecting the yield of winter wheat: analysis of results from I. C.I. surveys 1979-80. *J. Agric. Sci.* 103: 639-649.