品種・遺伝資源

北海道におけるマメ類とコムギ品種の普及速度と寿命

佐藤久泰^{*1)}・沢田壮兵²⁾・伊藤繁²⁾

(¹⁾岩手大学・²⁾帯広畜産大学)

要旨: 品種の育成方法や育成過程については多くの報告があるが、育成後の普及過程についての報告は非常に少ない。本研究では大規模な畑作農業が行われている北海道におけるマメ類とコムギ品種の普及過程について分析した。普及後の品種別作付面積が明らかなダイズ、アズキ、インゲンマメおよびコムギの4作物合計29品種を対象にした。年次毎の普及率をロジスティック曲線にあてはめ、天井水準（普及率の最高値）と普及速度を求めた。普及過程には各作物特有の傾向はみられず、品種ごとに特徴があった。供試した品種の普及率の推移は3つのパターンに分類された。第1のパターンは、普及開始とともに急激に普及し、天井水準が43～98%と高い値を示したグループで、4作物の基幹品種8品種が含まれていた。第2のパターンは普及直後の普及率が低く、また天井水準も20～34%と低かったが、長い寿命を保っている品種である。第3のパターンは天井水準が5～15%と低い品種で、しかし一部を除き長い寿命を保っていた。このグループには14品種と最も多くの品種が含まれていた。1品種を除く28品種は普及開始後4年以内に普及率が5%に達していた。天井水準と5%到達年数には負の相関関係があり、普及開始後の普及率が高い品種ほど天井水準が高かった。しかし、普及速度と天井水準には有意な相関関係はみられなかった。寿命が12年と短い品種もあったが、ダイズでは30年以上、アズキ、インゲンマメおよびコムギで25年以上の長命品種が現在も普及している。

キーワード: コムギ, 寿命, 天井水準, 品種, 普及速度, マメ類, ロジスティック曲線。

作物の新品種開発は農業技術のかなめであり、近代農業においては技術革新の中心的な役割を果たしている。このため品種の育成方法や育成過程については多くの報告がなされているが、育成後の普及経過や評価に関する報告は非常に少ない。新品種普及についての代表的な研究として、アメリカのGriliches (1957) による雑種トウモロコシ普及過程の分析と、わが国の崎浦 (1984) によるイネ品種改良の経済分析があげられる。Griliches は、ロジスティック曲線を用いて普及パターンを始発点、普及速度および天井水準の3つの指標で捉え、普及速度と天井水準はいずれもトウモロコシ生産の中心地が周辺地より大であること、および始発点、普及速度および天井水準のいずれもが収益性の関数であることを指摘している。崎浦の報告は多岐にわたっているが、その中で近代品種とその一部を構成する人工交配品種の普及経路を跡づけるのにロジスティック曲線を用いた。また老農品種が減退して歴史のなかに埋没していく過程を、ロジスティック曲線を減衰曲線に適用して老農品種の終息年次を推定している。このように両者とも品種の普及ならびに減衰過程をロジスティック曲線にあてはめ、推定したパラメータで品種の普及と評価に成功している。品種の普及には品種の作物的特性、自然環境および社会的要因が複雑に関与している。また普及過程についてもいろいろな角度からの分析が可能である。本研究は北海道の代表的な畑作物であるマメ類とコムギ品種の普及過程について、ロジスティック曲線を応用して分析したものである。また北海道というわが国を代表する大規模畑作地帯

の畑作物について、近代的な方法で育成され、正確な統計資料が得られる1960年代以降の品種に限って分析を行った。

材料と方法

解析には、第1表に示したダイズ10品種、アズキ8品種、インゲンマメ5品種およびコムギ6品種の合計4作物29品種を用いた。これらの品種はいずれも北海道において育成され、優良品種に指定されたものである。また普及後の品種別作付面積が明らかな品種で、1964年以降に普及が始まり普及率が5%以上を記録した品種である（北海道農業試験場1977, 北海道農務部1979, 1989, 北海道農政部2001）。なお、1995年以降に育成された品種は普及年数が短いので対象としなかった。

崎浦 (1984) の方法に準じ、各品種の年次毎の普及率を用いて、つぎのロジスティック曲線の式よりパラメータを求めた。

$$P = K / (1 + e^{-(a+bt)}) \quad (1)$$

ただし、 P は普及率、 K は天井水準、 a は定数項、 b は普及速度、 t は時間である。

(1) 式より $\ln \frac{P}{K-P} = a + bt$ で、いま攪乱項 u を付して (2) のごとくあらわす。

$$\ln \frac{P}{K-P} = a + bt + u \quad (2)$$

このうち K の値を0から100の範囲で変化させ、それ

第1表 供試品種名と普及開始年, ロジスティック曲線のパラメーター, 寿命および普及面積。

品種名	普及 開始 年	天井 水準 (%)	天井水 準到達 年数	5% 到達 年数	普及 速度	T 値	決定 係数	寿命 (年)	延べ普 及面積 (万ha)	2000年 普及面積 (ha)
ダイズ										
トヨスズ	1966	53	10	4	0.570	3.311*	0.525*	35+ α	9.1	12
キタムスメ	1968	32	16	4	0.280	6.731**	0.747**	33+ α	8.7	855
ユウヅル	1971	6	24	24	0.077	3.119**	0.275**	30+ α	1.2	325
キタコマチ	1978	21	7	2	0.807	7.103**	0.892**	20	3.0	0
キタホマレ	1980	9	7	6	0.848	6.914**	0.886**	21	0.8	0
スズヒメ	1980	6	8	8	0.515	2.632*	0.458*	21+ α	0.8	65
トヨムスメ	1985	29	11	3	0.607	3.177*	0.476*	16+ α	4.6	4,171
トヨコマチ	1988	20	13	3	0.278	5.068**	0.673**	13+ α	2.5	3,043
スズマル	1988	16	9	5	0.337	1.361	0.096	13+ α	1.6	2,070
カリユタカ	1991	6	9	3	0.346	2.824*	0.466*	10+ α	0.6	770
アズキ										
光小豆	1964	11	7	5	0.957	9.446**	0.936**	12	2.1	0
栄小豆	1973	7	7	4	0.505	2.004	0.334	16	1.3	0
寿小豆	1971	32	6	3	1.067	4.812**	0.816**	29	12.3	0
アカネダイナゴン	1974	15	13	5	0.319	5.206**	0.685**	27+ α	7.9	1,830
ハヤテショウズ	1976	34	5	3	2.239	7.480**	0.932**	20	7.4	0
エリモショウズ	1981	87	15	2	0.456	0.821**	0.892**	20+ α	44.2	18,194
サホロショウズ	1989	5	3	3	0.084	1.732	0.182	11+ α	0.8	775
きたのおとめ	1994	26	7	3	0.987	3.103*	0.590*	7+ α	3.3	7,718
インゲンマメ										
姫手亡	1976	98	17	2	0.339	4.660**	0.564**	25+ α	8.7	1,102
雪手亡	1992	56	8	2	1.372	3.502**	0.652*	9+ α	1.4	1,517
福白金時	1973	9	5	5	0.795	1.317	0.155	28+ α	1.0	86
北海金時	1978	15	4	3	1.593	1.366	0.224	23+ α	1.7	281
福勝	1994	43	7	3	0.946	2.695*	0.511*	7+ α	0.9	3,094
コムギ										
タクネコムギ	1974	13	8	4	0.709	3.480*	0.613*	26+ α	11.3	661
ホロシリコムギ	1974	84	8	2	0.930	6.748**	0.864**	26+ α	84.8	2,523
チホクコムギ	1981	80	12	3	0.879	1.121**	0.918**	19+ α	84.8	4,101
ハルユタカ	1985	11	10	3	0.396	2.929**	0.457*	16+ α	9.6	6,003
タイセツコムギ	1990	5	6	6	1.121	0.651**	0.957**	10+ α	2.1	1,416
ホクシン	1994	87	7	3	1.255	4.490**	0.762**	6+ α	36.4	74,359

*は5%, **は1%水準で有意, 寿命の数値は2000年までの年数, + α は現在普及中を表す。
コムギの寿命は収穫年度を初年度とした。

ぞれの K について算出される (2) 式左辺に対して, 普及初年を $t=1$ として回帰式を計算し, そのなかで最も高い決定係数 (R^2) を示した場合の a , b を求め, それらをパラメータの推定値とした。なお, パラメータの有意性については, t 検定で判断した。また, ロジスティック曲線の適合については決定係数によって判断した。第1表に示したパラメータのうち, 天井水準は普及率がもっとも高くなった時点の値である。5%到達年数は普及率が5%に到達した年数である。普及速度は天井水準に至るまでの速度で, 数値が大きいほど天井水準に至る年数が短いことを表わしている。寿命は普及開始から普及率がゼロになるまでの年数で, 現在も普及している品種には+ α を付けた。

結 果

1. 普及率の推移

本研究に供試した品種の普及開始年は, 1964年のアズキ品種の光小豆から, 1994年のアズキ品種のきたのおとめ, インゲンマメ品種の福勝およびコムギ品種のホクシンまで30年の差がみられた。普及開始を暦年ではなく開始後年数で表した各品種の普及率の推移を第1図に示した。普及率の推移には各作物に特有の傾向はなかった。すなわち, 各作物に固有の普及率パターンはみられず, むしろ各品種が特有の推移を示した。普及率の推移には3つのパターンが認められた。

第1のパターンは, ダイズのトヨスズ, アズキのエリモショウズ, インゲンマメの姫手亡, 雪手亡および福勝, コ

第1図 マメ類およびコムギ品種普及率の推移。

第2表 普及率に関するパラメーター間の相関係数。

	天井水準	天井水準 到達年数	5%到達 年数	普及速度
天井水準	—	0.392	-0.543**	0.114
天井水準到達年数		—	-0.158	-0.725**
5%到達年数			—	-0.181
普及速度				—

ロジスティック曲線の適合が低かった5品種と天井水準到達年数の長かったユウヅルの合計6品種を除いた23品種間の相関係数。

**は1%水準での有意性を示す。

ムギのホロシリコムギ, チホクコムギおよびホクシンにみられたもので, いずれも各作物の基幹品種である。これら8品種は普及開始後に急激に普及しはじめ, 天井水準が43%から98%と高いことが特徴である(第1表)。第2のパターンは, ダイズのキタムスメ, キタコマチ, トヨムスメ, トヨコマチ, アズキのハヤテショウズ, 寿小豆, きたのおとめの7品種に共通するもので, 普及直後の普及率が低く, 天井水準も20~34%と低いものの, すぐに消えることなく長い寿命を保っている品種である。第3のパターンは, 各作物に最も多いタイプでダイズのユウヅル, スズヒメ, スズマル, キタホマレ, カリユタカ, アズキのアカネダイナゴン, 栄小豆, 光小豆, サホロショウズ, インゲンマメの福白金時, 北海金時およびコムギのタクネコムギ, タイセツコムギ, ハルユタカの14品種にみられたものである。天井水準は5~15%と低い, 一部を除き長い

寿命を保っている品種である。

普及率をロジスティック曲線にあてはめて得られたパラメータを第1表に示した。ロジスティック曲線への当てはまりは決定係数で検定し, 普及速度(偏回帰係数)の有意性はT値で判定したが, スズマル, 栄小豆, サホロショウズ, 福白金時および北海金時を除く24品種の決定係数とT値はいずれも有意に高い値であった。しかし, ユウヅルはT値と決定係数こそ有意であったが, 天井水準到達年数と5%到達年数の両者がともに24年と長く他の品種とは異なっていた。天井水準が最も高かったのは姫手亡の98%で, 最も低かったのはサホロショウズとタイセツコムギの5%であった。ユウヅル, スズヒメ, 栄小豆の天井水準もそれぞれ6%, 6%, 7%と低かった。ダイズではすべての品種の天井水準が53%以下で他の作物とは異なっていた。80%以上の天井水準を示した品種がアズキとイ

第3表 北海道における主要畑作物およびイネ優良品種の寿命(年)。

作物名	品種数	最短	最長	平均
ダイズ	18	11	67	26.8
アズキ	9	11	76	35.4
インゲンマメ	15	6	88	29.1
コムギ	6	14	31	20.0
イネ	35	6	46	17.1
オオムギ	2	21	22	21.5
トウモロコシ	46	3	52	13.0
バレイショ	8	4	35	15.5
テンサイ	23	6	42	14.2

三分一(1998)から作成。値は優良品種決定から廃止までの年数。
現在も作付されている品種は含まれない。

ンゲンマメに各1品種、コムギで3品種あった。80%以上の天井水準を示した5品種のうち、エリモショウズと姫手亡が天井水準に到達した年数はそれぞれ15年と17年であった。一方、コムギの3品種は7~12年と短く、ホクシンは同じ天井水準のエリモショウズに比べて天井水準到達年数が7年と著しく短かった。天井水準と天井水準到達年数との間には有意な相関関係はなかった(第2表)。しかし、天井水準到達年数と普及速度には負の有意な相関関係($r=-0.725^{**}$)があり、天井水準到達年数が長い品種ほど普及速度が遅いことを示している。

普及開始直後の普及過程を知る目的で普及率が5%になる年数を求めた。ユウヅルが24年と極端に長い年数であったほかは、2~5年で5%に達していた(第1表)。2年目がキタコマチ、エリモショウズ、姫手亡、雪手亡およびホロシリコムギの5品種、3年目が12品種と最も多く、4年目が4品種であった。5年目が4品種、6年目が2品種、8年目1品種であった。ユウヅルを除く28品種の5%到達年数の平均値は3.6年であった。すなわち、ほとんどの品種が普及開始後4年以内に普及率5%に達していた。天井水準と5%到達年数には負の有意な相関関係($r=-0.543^{**}$)があり、普及開始直後の普及率が高い品種ほど天井水準が高いことを示した。

2. 普及速度と寿命

T値と決定係数が低かった5品種とユウヅルを除く23品種において、普及速度が最も大きかったのはハヤテショウズの2.239で、最小はトヨコマチの0.278であった。ダイズ8品種の普及速度が0.278~0.848と小さかったのに対し、ハルユタカを除くコムギ5品種では0.709~1.255と大きかった。一方、アズキ8品種では0.084~2.239と大きな変異を示し、インゲンマメの5品種も0.339~1.593と大きな差がみられた。普及速度が最大であったハヤテショウズの天井水準は34%と低く、反対に最小に属する姫手亡の天井水準は98%と最も高かった。普及速度と天井水準との相関係数は $r=0.114$ で両者間には有意な相関関係はなかった。このことは普及速度が速くとも天井水準が

高くなるとは限らないことを示している。すなわち、普及速度は天井水準の年当たりの普及の速さであるから、供試した品種では最大の普及率になるまでの過程が品種によって同じではないことを示している。最大の天井水準を示した姫手亡は普及開始後5年目ですでに80%以上の普及率となり、その後天井水準までの12年間は80~98%の普及率で推移したため普及速度が低い値となった。一方、ハヤテショウズは普及開始後速い速度で普及したが低い天井水準に達したあと衰退している。

前述した3つの普及率推移パターンのうち、第1パターンに含まれる天井水準が高い8品種においてもそれらの普及速度は必ずしも速いとは限らなかった。エリモショウズの普及速度は0.456と遅く、同じ程度の天井水準であるホロシリコムギの普及速度は0.930と2倍以上であった。このことは第2および第3のパターンの品種群でも同様であった。普及速度は天井水準到達年数と有意な負の相関関係($r=-0.725^{**}$)にあったことから、普及速度の指標として天井水準までの到達年数を用いることができる。また、天井水準到達年数が5%到達年数と有意な相関がなかったことは、先に述べた供試した品種の普及過程が一律でないことを追認するものである。

供試29品種のうちダイズ2品種(キタコマチ、キタホマレ)とアズキの4品種(光小豆、栄小豆、寿小豆、ハヤテショウズ)は2000年には作付されなかった。これらの品種の寿命は12~29年であった。これら以外の品種は現在も栽培されており、この先作付される年数は予測が困難であるが、普及開始からの年数をみると、ダイズの3品種(トヨスズ、キタムスメ、ユウヅル)が30年以上作付されており他の品種と比べて長い寿命を保っている。次いでコムギのタクネコムギ、ホロシリコムギ、アズキのアカネダイナゴンが26年以上、インゲンマメの姫手亡が25年以上と長命である。

考 察

本研究では、北海道の畑作物のうちマメ類とコムギの4作物29品種について、普及率をロジスティック曲線に当

てはめ、得られたパラメータにより品種の普及過程を明らかにしようとした。当てはめを決定係数でみると、5品種で有意性がなく、有意ではあるものの5品種は0.5以下の低い値であった。残りの19品種は0.525~0.961の高い値を示した。ロジスティック曲線から求めた天井水準は5~98%、普及速度は0.077~2.239であった(第1表)。

Griliches (1957) が報告したアメリカ合衆国における雑種トウモロコシの普及過程では、天井水準が州単位でみるとコーンベルトではほとんど100%に近く、その周辺の州では30~60%であった。また、崎浦(1984)によるわが国のイネ人工交配品種の府県別にみた天井水準は21~100%であった。これらはいずれも本研究で対象にした1品種毎の普及過程とは異なり、前者では自然受粉品種に対する一代雑種品種の普及過程を、後者では府県毎に新旧品種を大きく区分し、老農品種に対する近代品種の普及過程を追求したという違いはある。また、両者では普及過程が共通してS字型を示したが、本研究では、S字型を示す品種もあれば、そうでない品種もあった。概括すると、S字型の普及過程を示した品種には、各作物とも天井水準が高い品種が当てはまり、天井水準が5~10%程度の普及率を示した品種はそうではなかった。このように天井水準の高い品種はアメリカ合衆国における雑種トウモロコシの普及過程に似ているとみなされた。天井水準の低い品種は、ダイズの極大粒品種やアズキの大納言品種のような特定用途品種、早生品種などの地域限定品種にみられるように、品種特性が普及率に影響するのではなく、社会的(制度・価格・需給関係等)や自然環境的な要因が普及過程に大きく影響していると考えられる。

一方、普及速度をみると、コーンベルトの中心地アイオワ州やイリノイ州の普及速度は1.000 (Griliches 1957) で、イネ人工交配品種の普及速度は0.142~1.236 (崎浦1984) であった。本研究で供試した品種には普及速度が1.000を越える品種が7品種あり、これらの普及速度は雑種トウモロコシやイネより遅いものではない。しかし、前述したように、供試29品種では天井水準の高い品種は、必ずしも普及速度が速いとは限らなかったが普及過程ではS字型を示し、アメリカ合衆国の雑種トウモロコシの普及過程と同様の傾向を示すことが伺えた。とくにコムギは北海道でもっとも作付面積の多い作物であるが、ホクシンは普及開始7年で普及率87%を占め、普及速度も1.255とアメリカ合衆国の雑種トウモロコシ以上の普及過程とたどり、90%以上の普及率を超えてまだ伸びる勢いである。

供試4作物品種の寿命を他の作物品種の寿命と比較するために、これら4作物とともに北海道で作付されているイネ、オオムギ、バレイショ、テンサイおよびトウモロコシ品種の寿命を三分一(1998)の資料をもとに作成した(第3表)。優良品種の寿命は優良品種決定年から廃止年までの年数であり、廃止年を普及の終わりとしているため、廃止年以後も作付される品種もあるので、実際の普及年数よ

り短くなっていることは避けられない。インゲンマメには88年間普及した品種があり、最長の寿命であった。アズキには76年、ダイズには67年の品種があり、マメ類は他の作物より長命な品種があることを示している。現在も作付されているため第3表には含まれない品種にバレイショの男爵いもとメークインがあり、いずれも1928年に優良品種に指定されている。両品種が北海道に導入されたのは男爵いもが1907年、メークインが1917年であり(浅間1978)、現在までそれぞれ95年間と85年間以上の寿命を保っている。これは北海道における品種寿命の最長記録である。

岡部(2003)は北海道における水稻品種改良の歩みを考察し、極めて多くの品種が現れては消えていった理由として次の5点を指摘している。1. 北海道内の稲作環境とくに自然環境が多様であること。2. 収量性、熟期、耐冷性、いもち病耐病性、耐倒伏性、品質、良食味性などの諸特性について、ある一定の水準以上の能力を持つバランスのとれた品種を育成できなかったこと。3. 米の流通、消費、販売制度などを含む「川下条件」が、国の食糧需給状況の変化によって大きく変わってきたこと。4. 品種改良のやり方に問題があったのではないかと。5. 個別の特性を支配する要因間に、互いに拮抗あるいは相容れない遺伝的ないし生理的な関係があるのではないかと。

これらの指摘は、水稻と畑作物で、さらに畑作物の中でも作物によって、国の制度・振興施策により作付面積、作付体系および需給事情が異なってくるので、本研究で供試したすべての作物、品種に該当するものではないと考えられる。しかし、畑作物の中でも育種を取り巻く事情は異なるが、北海道の自然環境や品種のもつ特性においては作物を越えて共通する部分があり、本研究で供試した畑作物品種の育成や普及においても同じことが考えられる。とくに本研究の対象期間に奨励品種となったが、作物にも多少の差はあるがわずかに普及して数年で消滅したり、ほとんど普及しなかったりと、ロジスティック曲線の分析に供試材料とできなかった普及率5%以下等の品種がダイズで11品種、アズキで5品種、インゲンマメで10品種、コムギで5品種がある。これらの作物、品種は岡部(2003)が指摘している事項のいくつかに該当しているものと判断されるものである。このことは新品種の育成に関わる者はもちろんのこと、奨励品種の認定に当たっても、品種の環境適応性、諸特性、制度等需給状況、特性等の遺伝的問題などを慎重に検討、審議のうえ認定することが大変重要であることを示唆するものと考えられる。

引用文献

- 浅間和夫 1978. ジャガイモ 43 話. 北海道新聞社, 札幌. 105, 112.
Griliches, Z. 1957. Hybrid corn: An exploration in the economic of technological change. *Econometrica* 25. 501-522.
北海道農業試験場 1977. 北海道における麦類に関する研究集録. 札

- 幌. 161—163.
北海道農務部 1979. 豆類・雑穀便覧. 札幌. 61—63.
北海道農務部 1989. 麦類・豆類・雑穀便覧. 札幌. 10—11, 60—62.
北海道農政部 2001. 豆類・麦類・雑穀便覧. 札幌. 124—125, 150—152.
岡部四郎 2003. 北海道における水稻品種改良—その歩みと担い手たち—. 北農 70:2—27.
崎浦誠治 1984. 稲品種改良の経済分析. 養賢堂, 東京. 10—194.
三分一敬 1998. 北海道における作物育種. 北海道農業協同組合通信社, 札幌. 402—431.

Rate of Acceptance and Longevity of Pulses and Wheat Cultivars in Hokkaido.: Hisayasu SATOH^{*,1)}, Souhei SAWADA²⁾ and Shigeru ITOH²⁾ (¹⁾*The Unit. Grad. Sch. of Agr. Sci., Iwate Univ., Morioka 020-8550, Japan,* ²⁾*Obihiro Univ. of Agr. and Vet. Med., Obihiro 080-8555, Japan*)

Abstract: A considerable amount of information on the procedure of crop breeding and characteristics of cultivars developed has been published, but very little information is available about the process of diffusion of cultivars released. We analyzed the diffusion process of 29 cultivars of soybean, adzuki bean, kidney bean and wheat cultivated in Hokkaido, northern part of Japan. The equilibrium level and the rate of acceptance of each cultivar were obtained by substituting yearly diffusion percentage into the logistic growth curve. Three patterns were found in the process of diffusion. The first pattern included eight leading varieties of the four crops which rapidly diffused immediately after release and had a high level of equilibrium (43~98%). The second type had an intermediate level of equilibrium (20~34%) and had a long longevity. The third type included 14 cultivars in which level of equilibrium was 5~15% and that kept long longevity except for few cultivars. All cultivars except one had reached a rate of acceptance of 5% within 4 years after release. A significant negative relationship was observed between the years to the 5% acceptance rate and the equilibrium level. This shows that cultivars with a higher rate of acceptance just after release had a higher equilibrium level. However, there was no significant relationship between rate of acceptance and the equilibrium level. Three cultivars of soybean had a longevity of more than 30 years and four cultivars of adzuki bean, kidney bean and wheat had a longevity of more than 25 years from the acceptance.

Key words: Acceptance rate, Cultivar, Equilibrium level, Logistic curve, Longevity, Pulses, Wheat.