

米国のとうもろこし供給力の動向

中 川 光 弘

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 1. はじめに | (4) 単収上昇と供給力の拡大 |
| 2. 米国産とうもろこしの需要動向 | (5) 技術進歩の動向 |
| (1) 国内飼料用需要の動向 | ① 種子改良 |
| (2) 食用・種子・工業用需要の動向 | ② 化学肥料 |
| (3) 輸出需要の動向 | ③ 農薬, 除草剤 |
| ① 主要輸入国の動向 | ④ 農業機械 |
| ② 主要輸出競争国の動向 | ⑤ 土壌 |
| 3. 米国のとうもろこし供給動向 | ⑥ 管理労働力 |
| (1) 生産立地の移動 | ⑦ 研究開発投資 |
| (2) とうもろこし生産農場の規模拡大の動向 | ⑧ 経済制度 |
| (3) 農場規模拡大の背景 | 4. おわりに |

1. はじめに

粗粒穀物は、元来は、自国の畜産部門への飼料供給を主目的に生産されていたが、第2次大戦後の各国の旺盛な畜産物需要の急増に支えられて、その流通性が急速に高まり、貿易作物としての性格も合わせもつようになってきた。ちなみに世界の粗粒穀物生産量は、1950年の2億9,450万トンから1984年には8億1,100万トンに増大したが⁽¹⁾、この間、生産量に占める輸出量の構成比は3.7%から12.4%に高まった⁽²⁾。

世界の粗粒穀物生産の構成は、1950年のとうもろこし43.6%、ミレット・ソルガム17.5%、燕麦16.7%、大麦15.6%、ライ麦6.6%から1983年にはとうもろこし50.7%、ミレット・ソルガム13.6%、燕麦6.4%、大麦24.6%、ライ麦4.7%に変化し、とうもろこしと大麦の構成比が高まった反面、ミレット・ソルガム、燕麦、ライ麦の構成比が低下した。このなかで、とうもろこしは、1983年には、世界の粗粒穀物生産量の約半分、輸出量の約8割を占めており、飼料作物として極めて重要な地位を占めてい

る。

米国は、1984年には、世界の粗粒穀物生産量の約3割に相当する2億3,710万トンの粗粒穀物を生産し、そのうち5,850万トンを輸出した⁽³⁾。このうちとうもろこしの占める構成比は、米国粗粒穀物生産量の82.0%、同輸出量の85.0%に達しており、とうもろこしは米国の粗粒穀物生産においても極めて重要な地位を占めている。米国のとうもろこし輸出量は、1984年の世界の粗粒穀物輸出量の48.8%を占めており、その輸出動向は、世界粗粒穀物市場の動向に大きな影響を与えている。

一方、わが国は、1984年には世界の粗粒穀物輸入量の20.7%に相当する2,100万トンを輸入したが、その構成は、とうもろこしが68.0%と約7割を占めており、以下、ソルガム22.4%、大麦7.7%、ライ麦1.4%と続いている⁽⁴⁾。このうち、とうもろこし輸入量1,398万トンの95%、ソルガム輸入量461万トンの53%は米国からの輸入で、特にとうもろこしは米国にほぼ全面的に依存しているのが実情である。最近では、米の過剰による水田転作の一環として、えさ米や飼料作物の作付け拡大による国内飼料基盤の拡充が農政上の重要課題となっているが、これを進める上でも、飼料供給においてわが国と最も深い関係にある米国の供給動向を無視するわけにはいかない。

本稿の課題は、以上のように、世界粗粒穀物市場において支配的地位を占め、わが国畜産業の発展に直接的影響を与えている米国のとうもろこし供給力の動向を検討する点にある。米国のとうもろこし供給力はこれまでどのように推移し、その推移に影響を与えてきた諸要因は何であったのか、さらに、これら諸要因の最近の動向から判断して、米国のとうもろこし供給力は今後どのように展開することが予想されるのか、について検討を行なう。

以下、第2章では、供給と表裏の関係にある需要について、その動向を国内飼料用需要、食用・種子・工業用需要、輸出需要に分けて検討し、第3章では、供給力について、それを担っている地域および生産農場の動向、供給力拡大の主因であった単収上昇の推移とその安定性、それを支えてきた技術進歩について検討する。最終章では、それまでの分析よりえられた知見を整理するとともに、米国のとうもろこし供給力の今後の動向を総括する。

注(1) FAO, *Production Yearbook*, 1951, Rome, 1951 および FAO, *Food Outlook*, No.10, Rome, 1985. ただし、1950年の生産量にはソ連の生産量は含まれていない。1984年の生産量は推定値でソ連の生産量8,400万トンが含まれている。

(2) FAO, *Trade Yearbook*, 1951, Rome, 1951 および FAO, *Food Outlook*,

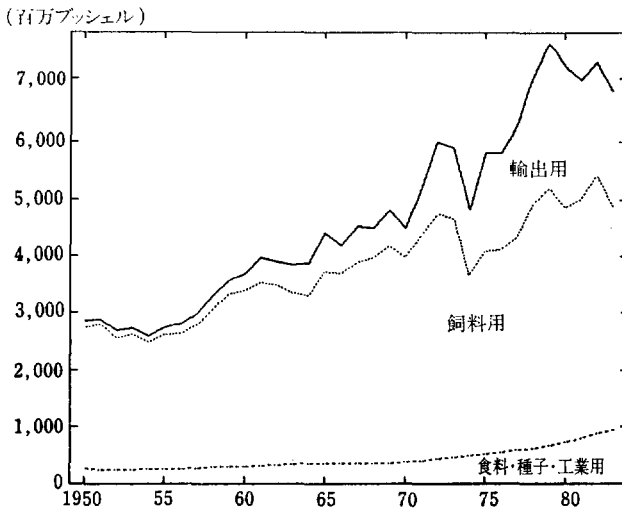
No. 10, 1985.

- (3) USDA, ERS, *Feed: Outlook and Situation Report*, No. 296, Washington, D. C. 1985.
- (4) 農林水産省畜産局流通飼料課『飼料月報』（東京、日本飼料協会）各月版。ただし、ここでの年度は会計年度（4月～翌年3月）である。FAOの文献の穀物年度は7月～翌年6月、USDAの文献のとうもろこし作物年度は10月～翌年9月である。

2. 米国産とうもろこしの需要動向

既に述べたように、とうもろこしは米国穀作農業部門の中心的作物の1つであり、1984年のとうもろこし作付面積3,248万haは、主要畑作物作付面積全体の28%に相当し、農場段階での生産額234億ドルは、作物生産額全体の34%に相当する⁽¹⁾。

米国産とうもろこしの需要は、大きくは国内需要と輸出需要に区分される⁽²⁾。国内需要は、さらに、国内畜産部門での飼料用需要と食用・種子・工業用需要に区分される。第1図には、1950年以降の米国産とうもろこし需要内訳の推移が示されている。これによると、米国産とうもろこしの需要は、旺盛な内外の飼料穀物需要の増大に支えられて着実に増大し、1950年代初めの7,300万トンから1980年代初めの1億8,500万トンへ、



第1図 米国産とうもろこし需要内訳の推移

資料：USDA, *Agricultural Statistics* 各年版より。

2.5倍に拡大した。特に、1970年代の拡大が顕著で、この間に需要量は1.7倍に急増した。これは、1972年のソ連の大量穀物買付けを契機に始まった輸出量の急増によるものである。この間、輸出量は実に4.7倍に拡大した。

米国のとうもろこし生産は、元来は国内の畜産部門での飼料用として生産されてきたが、1960年代半ばごろより、輸出用としての生産の比重を高めることになった。この背景には、海外諸国の所得上昇に伴う畜産物需要の増大、人口増加の著しい途上国への食料援助、生産過剰傾向の下での価格支持水準の抑制による輸出競争力の高まり等があったが、これが1972年のソ連の穀物大量買付けで加速化され、1970年代にはドル安傾向もあって輸出量の急増をもたらした。

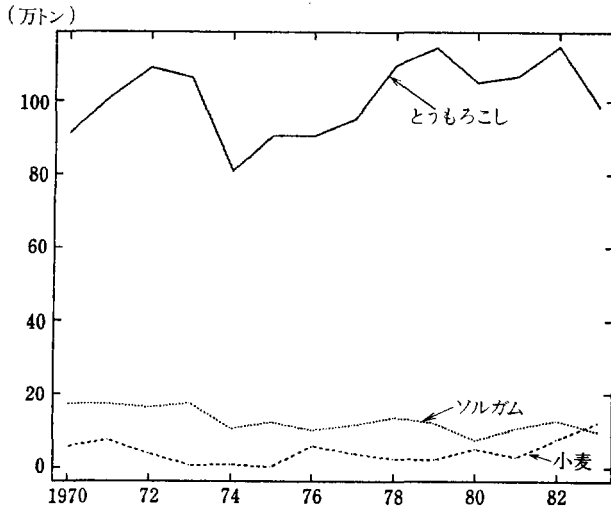
これを反映して、1950年から1983年にかけて輸出需要は需要全体の4.1%から28.0%に急上昇し、国内飼料用需要は86.5%から57.9%に低下した。こうして、米国のとうもろこし生産は、国内畜産部門への飼料供給を主目的とした国内市場指向型生産から、その3割を輸出する輸出依存を高める生産へとその性格を変えてきている。また、食用・種子・工業用需要は、同期間に、9.4%から14.0%に上昇した。

以下、米国産とうもろこしの国内飼料用需要、食用・種子・工業用需要、輸出需用について、もう少し詳しくその動向をみてみることにする。

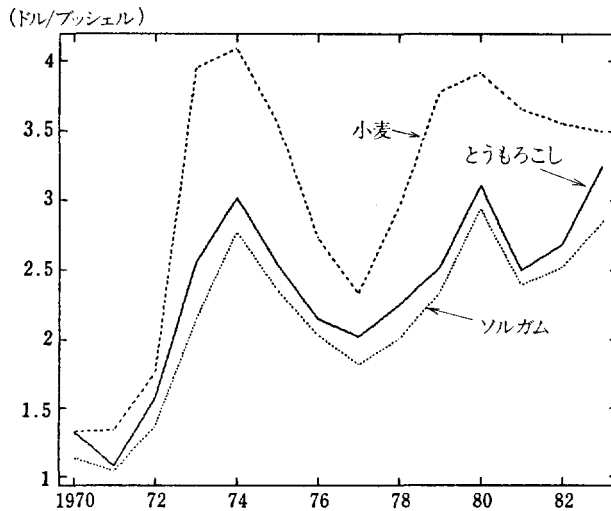
(1) 国内飼料用需要の動向

米国産とうもろこしの国内飼料用需要は、1950年代初めの6,220万トンから1980年代初めの1億880万トンへ、1.75倍に増大した。しかし、この間の年率の増加テンポは一様ではなく、1950年代は2.87%、1960年代は2.54%で増加したのに対して、1970年代のそれは0.83%にすぎなかった。1970年代の増加率が小さかったのは、石油ショック以降の経済成長の鈍化に伴って畜産物消費の増加が抑えられたこと、米国の畜産物消費そのものが飽和水準に近づきつつあること、1972年の食料危機以降のとうもろこし価格の上昇により飼料用需要が抑制され、海外の旺盛な輸入需要に支えられて増産分のほとんどが輸出にまわされたこと等の理由による。

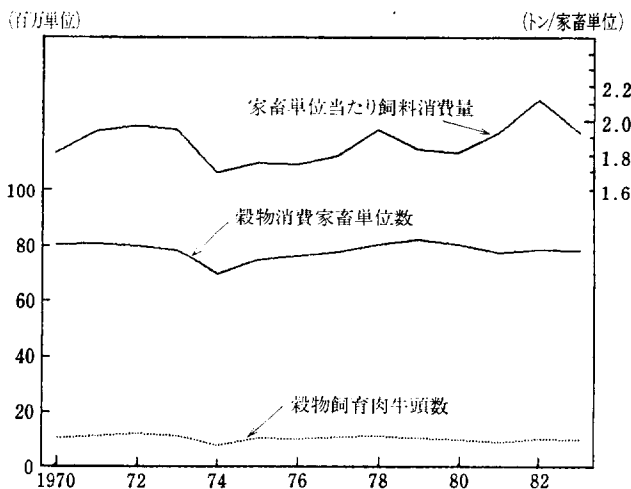
各年のとうもろこしの国内飼料用需要量は、主として、その年の穀物消費家畜単位数、家畜単位数当たりの飼料消費量、飼料消費量全体の中に占めるとうもろこし構成比等で決まる。穀物消費家畜単位数は、その年の肉牛頭数、乳牛頭数、豚頭数、鶏羽数、七面鳥羽数等にその家畜の飼料消費性向より推計された換算係数を掛けてそれを合計したものである。穀物消費家畜単位数は、ほぼ10年周期のビーフサイクルとほぼ4年周期のピッグサイクルとともに、国内の畜産物需要動向、畜産物価格/飼料価格比率、牛肉輸入



第2図 とうもろこし、ソルガム、小麦の国内飼料用消費量の推移
資料：USDA, *Feed: Outlook and Situation Report* 各年版より。



第3図 とうもろこし、ソルガム、小麦の平均価格の推移
資料：第2図に同じ。



第4図 穀物消費家畜単位数、家畜単位当たり飼料消費量、穀物飼育肉牛頭数の推移
資料：第2図に同じ。

注．穀物飼育肉牛頭数は主要13州の合計頭数。

動向等に応じて変化する。家畜単位当たり飼料消費量の変化に最も大きな影響を与えるのは、肉牛のうち飼料穀物で肥育される頭数の構成比の変化である。飼料消費量に占めるとうもろこしの構成比は、他の粗粒穀物のソルガム、大麦、燕麦や食用穀物の小麦、油料種子粕、ピーナッツ粕等との相対価格関係に応じて変化する。

第2図には、1970～83年間のとうもろこし、ソルガム、小麦の国内飼料用消費量の推移が示されており、第3図には、これら穀物の平均価格の推移が示されている。さらに第4図には、同期間の穀物消費家畜単位数、家畜単位当たり飼料消費量、穀物飼育肉牛頭数の推移が示されている。これらの図によると、とうもろこしの国内飼料用消費量は、穀物消費家畜単位数、家畜単位当たり飼料消費量の変化にほぼ対応して推移しており、また、家畜単位当たり飼料消費量は、穀物飼育肉牛頭数の変化にほぼ対応して推移していることがわかる。

例えば、1974年のとうもろこし消費量は、前年に比べて24%も激減したが、これはこの間に穀物消費家畜単位数が11%減少したのが主因である。しかし、1974年のとうもろこし消費量の激減は、穀物消費家畜単位数の減少だけでなく、この間にとうもろこし価格が1ブッシェル当たり2.55ドルから3.02ドルに上昇したことも影響したと考えられる。とうもろこし価格の上昇によるとうもろこし消費量の減少は、早ばつの発生し

た1980年、大規模なP I K（現物支給生産調整）計画の実施と早ばつの発生とが重なった1983年にもみられる。

1982年から1983年にかけて、小麦の国内飼料用消費量は780万トンから1,180万トンに急増したが、これは、この間にとうもろこし価格/小麦価格比率が0.75から0.93に上昇したのが主因である。ソルガムの平均価格は、とうもろこしの平均価格とほぼ連動して推移しており、これを反映して、とうもろこし価格/ソルガム価格比率は1.2前後でほぼ一定している。

（2）食用・種子・工業用需要の動向

米国産とうもろこしの食用・種子・工業用需要は、1950年代初めの640万トンから1983年の2,410万トンへ、3.8倍に拡大した。特に、1970年代の増加テンポが著しく速く、1950年代、60年代の年率の増加率は、それぞれ2.2%、3.3%であったのに対して、70年代のそれは9.7%の高率であった。この傾向は80年代に入っても衰えず、1985年には2,820万トンの需要が予想されている⁽³⁾。これは同年のとうもろこし需要全体の15.6%に相当する。

このように最近、食用・種子・工業用需要が急増しているのは、高果糖コーン・シロップ（High Fructose Corn Sirup）とエタノール製造用とうもろこし需要が急増しているのが主因である。第1表には、1971～83年間の米国産とうもろこしの食用・種子・工業用需要内訳の推移が示されている。これによると、この間、種子用、料理・菓子用とうもろこし需要は伸び悩んでいるのに対して、高果糖コーン・シロップ、アルコール用とうもろこし需要は、それぞれ、25.5倍、8倍に急増した。

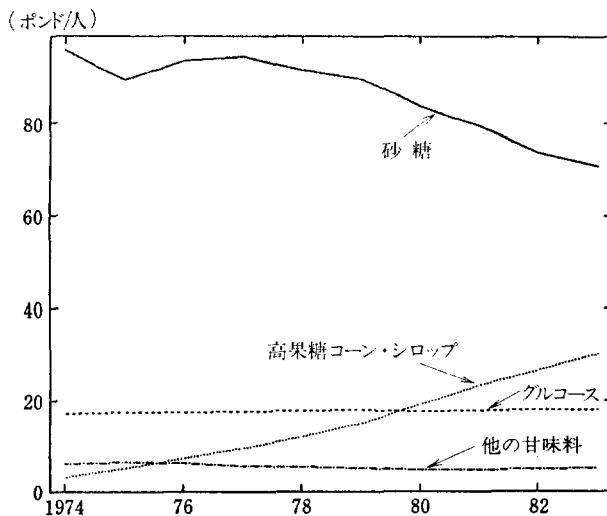
第5図には、1974～83年間の国民1人当たり甘味料消費量内訳の推移が示されている。これによると、この間、国民1人当たり砂糖消費量は95.6ポンドから71.0ポンドへ25.7%減少したのに対して、高果糖コーン・シロップ消費量は3.0ポンドから30.3ポンドに急増した。これは、砂糖計画の下での輸入数量制限（1975～81年間は実施されなかった）、輸入課税、国内生産者価格支持等のため、第6図に示されているように、国内精製糖価格が高く引き上げられてきたため、価格水準がその半分近くの高果糖コーン・シロップへの代替が起こったためである。高果糖コーン・シロップ需要は、ソフト・ドリンク用砂糖の代替を中心に急増しており、1984年には2大ソフト・ドリンク会社のコカ・コーラ社、ペプシ・コーラ社も高果糖コーン・シロップへの代替をおこなった⁽⁴⁾。

燃料用、工業用、飲料用エタノール製造用のとうもろこし需要も1978年から急増し

第1表 米国産とうもろこしの食用・種子・工業用需要内訳の推移

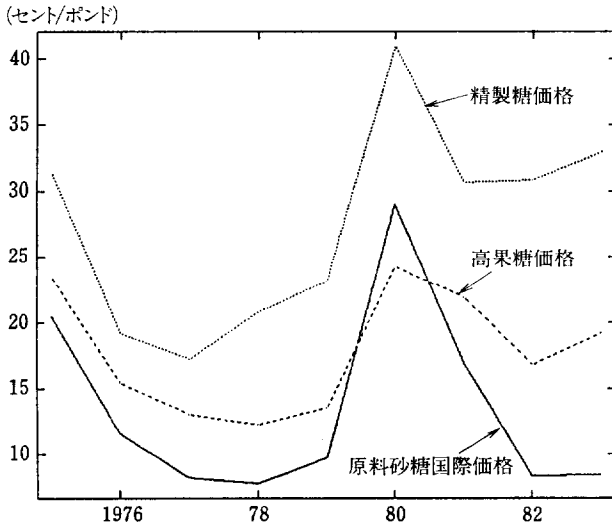
(単位: 百万ブッシェル)

	ウェット・ミルド製品					ドライ・ミルドおよびアルカリ性食品	種子	合計
	高果糖コーン・シロップ	グルコースおよびデキストロース	スターチ	ウェット・ミルド・アルコール	ドライ・ミルド・アルコール			
1971	10	125	100	10	15	135	15	410
72	15	145	110	10	18	136	16	450
73	20	155	110	10	20	139	18	472
74	30	160	115	10	17	147	19	498
75	45	165	115	10	15	153	20	523
76	65	165	120	10	15	155	20	550
77	80	170	130	15	15	160	20	590
78	105	170	135	15	20	155	20	620
79	140	175	130	30	20	160	20	675
80	165	185	125	40	35	165	20	735
81	190	185	135	85	35	163	19	812
82	215	185	135	130	50	168	15	898
83	255	190	145	150	50	164	19	973

資料: J. Livezey, *ibid.*, p. 13 より.

第5図 国民1人当たり甘味料消費量内訳の推移

資料: USDA, ERS, "Corn: Background for 1985 Farm Legislation", p. 11より.



第6図 甘味料価格の推移

資料：第5図に同じ。

ており、1983年には500万トンを上回り、食用・種子・工業用需要全体の20.5%を占めるに至っている。これは、石油ショック以降の石油価格の上昇、枯渇が予想される化石燃料への過度の依存への危惧の観点から、連邦政府、州政府によって、エタノール混入ガソリン課税優遇制度、ガソリン鉛含有率規制等を介してコーン・エタノールの生産奨励が図られてきたためである。

燃料用エタノールの需要は、今後の石油価格の推移によっては、無尽蔵といっていいほどの潜在需要があるだけに、将来の米国産とうもろこしの食用・種子・工業用需要の動向に影響を与える重要な要因となるであろう。高果糖コーン・シロップの需要は、1980年代末にはほぼ飽和水準に達することが予想されるので、1980年代後半の食用・種子・工業用需要の増加テンポは、砂糖計画、天然ガス・ガソリン課税政策、石油価格等に大きな変化がない限り、若干減速することが予想される。

(3) 輸出需要の動向

米国のとうもろこし輸出量は、1950年の300万トンから1984年の4,950万トンへ、16.5倍に拡大した⁽⁵⁾。特に1970年代の増加が著しく、1950～84年間の増加量の約8割は1970年代の増加によるものである。最近、経済成長の鈍化に伴う主要輸入国で

第2表 とうもろこしの主要国別生産量, 消費量, 貿易量

(単位: 百万トン)

	1979	1980	1981	1982	1983
生産量:					
米 国	201.4	168.6	206.2	209.2	105.8
中 国	60.0	62.6	59.2	60.3	66.3
東ヨーロッパ	34.5	29.7	32.2	36.3	32.6
ブラジル	20.2	22.6	22.9	19.5	21.0
消費量:					
米 国	131.7	123.7	127.3	137.7	123.8
中 国	61.9	63.4	60.2	62.8	66.4
西ヨーロッパ	41.5	38.9	39.6	37.1	34.4
ソ 連	22.9	21.3	25.3	19.8	25.1
日 本	11.8	13.7	13.6	14.2	14.1
輸出货量:					
米 国	61.8	59.8	50.0	47.5	48.3
アルゼンチン	3.4	9.1	5.8	6.1	6.0
南アフリカ	3.4	5.0	4.0	0.3	0.3
タ イ	2.2	2.1	3.3	2.1	2.8
輸入量:					
日 本	11.9	14.0	13.0	14.5	13.8
ソ 連	14.6	11.8	17.3	6.3	9.6
E C ¹⁾	16.9	15.0	13.6	11.5	10.9
メキシコ	3.9	3.8	0.6	4.1	3.5
スペイン	3.8	5.1	5.6	4.0	4.5

資料: FAO, *Production Yearbook*, FAO, *Trade Yearbook* 各年版より.

注. 1) EC内貿易も含む.

の畜産物需要の停滞, 1980年初めの対ソ連穀物輸出規制を契機とするソ連の輸入先の多角化, 1985年の夏まで続いたドル高傾向, 途上国および東ヨーロッパ諸国の累積債務の増大による購買力の低下, 若干の輸入国における飼料作物の増産傾向等のため, 米国のとうもろこし輸出货量は1979年の6,180万トンをピークにその後は低迷している。

1982年の世界のとうもろこし生産は, 第1位の米国が全体の47.8%とほぼ半分を占めており, 以下, 中国の13.8%, 東ヨーロッパ8.3%, ブラジル4.5%であった(第2表)。米国は, 世界最大のとうもろこし消費国でもあり, 同年の消費量は世界全体の約3割を占めている。次いで消費量が大きいのは中国で15%を占め, また, 西ヨーロッパ, ソ連, 日本は合わせて約3割を占めている。

1983年の世界のとうもろこし輸出量のうち、米国は73.1%と3/4を占めており、他にアルゼンチンの9.1%、タイ3.5%といった内訳であった。一方、同年の世界とうもろこし輸入量の20.7%は日本が占めており、以下、ECの16.5%（EC内貿易も含む）、ソ連14.5%、スペイン6.8%、メキシコ5.3%といった内訳であった。とうもろこし輸出国は、圧倒的ウエートを占める米国の他にアルゼンチン、タイ、南アフリカの数カ国に偏っているのに対して、輸入国の方は、多数の国に分かれているのが特徴である。

以下、米国のとうもろこし輸出動向を理解する上で重要な主要輸入国の輸入動向と主要輸出競争国の輸出動向を簡単にみてみよう。

① 主要輸入国の動向

既に述べたように、米国のとうもろこし輸出量は1960年代半ば以降急増してきたが、その輸出相手国の構成は、ECの比率が低下したのに対して、日本の比率の一貫した上昇、途上国、石油産油国、EC以外の西ヨーロッパ諸国の比率上昇、1970年代以降の計画経済諸国の比率上昇、70年代後半以降の東アジア中進国の比率上昇といった変化がみられる。

第3表には、1978～83年間の米国産とうもろこし輸出の主要輸出相手国別内訳が示されている。これによると、1983年の米国産とうもろこしの輸出割合が最も高いのは日本

第3表 米国産とうもろこしの輸出内訳

(単位：千トン)

	1979	1980	1981	1982	1983
メキシコ	3,834	3,790	554	3,987	3,300
E C	13,387	10,699	8,150	6,267	5,259
スペイン	2,503	2,651	5,686	2,871	2,800
ポルトガル	2,514	2,668	2,219	2,208	2,000
東ドイツ	2,480	1,452	1,549	882	500
ソ連	5,342	4,947	7,646	3,159	6,500
日本	11,193	12,586	10,588	13,179	13,600
韓国	2,130	2,304	2,690	3,904	2,800
中国	1,788	725	1,117	2,161	200
台湾	2,113	1,502	1,718	3,000	2,800
エジプト	874	1,129	1,348	1,638	1,500
小計	44,324	40,888	41,626	37,119	41,259
合計	61,801	59,820	49,965	47,500	48,260

資料：USDA, *Agricultural Statistics* 各年版より。

の28.2%で、以下、ソ連の13.5%、EC 10.9%、メキシコ6.8%、スペイン、韓国、台湾の5.8%、ポルトガル4.1%、エジプト3.1%と続いている。ECは1960年代には米国にとって最も重要な輸出先であったが、1965~83年間にその構成比を44.5%から10.9%に低下させた⁽⁶⁾。一方、日本は、同期間に、その構成比を13.8%から28.2%へ一貫して上昇させている。1980年1月の対ソ連穀物輸出規制の影響を受けて、ソ連の構成比は1978年の27%から1980年には8%に低下した。また、東アジアの中進国である韓国と台湾は、1978~83年間にその構成比を6.9%から11.6%に上昇させている。

EC向け輸出比率の低下は1960年代以降続いているが、この傾向は最近特に顕著で、ECへの輸出量は、1979~83年間に、1,300万トンから600万トンに半減した。これは、EC共通農業政策による高い域内支持価格の下で大麦や飼料用軟質小麦、とうもろこしが増産されたこと、輸入規制の対象となっていないキャッサバ、柑橘類パルプ等の非穀物飼料の輸入が増えたこと等のためである。ECの非穀物飼料輸入量は、1972年の420万トンから1982年には1,620万トンに急増しており、最近では、ECの穀物輸入量全体を上回っている。ECでは、米国産とうもろこしを、飼料用としてよりも工業用としてより多く消費している。

計画経済諸国への輸出比率が1970年代に急上昇したのは、主にソ連の輸入量が急増したためである。1972年の不作時にソ連は穀物貿易政策を変更したとみられ、それまで不作年には主として家畜飼養頭数を減らして対応していた需給政策を改め、不作年には穀物輸入量を増やして畜産物供給の安定を図るようになったと考えられる。1972年のソ連の大量穀物買付け以降、1970年代にはソ連向け輸出比率は上昇したが、各年の作況に応じてその構成比は変動している。1970年代半ばには、クレジット制度の下で、他の東ヨーロッパ諸国向け輸出も増加した。

1979年末のソ連のアフガニスタン侵攻に対する制裁措置の1つとして、1980年初めにカーター政権によってとられた対ソ連穀物輸出規制（この措置はレーガン政権によって1981年4月に解除された）は、80年から82年にかけての米国からの穀物輸入を激減させた。ソ連は1977~79年間に平均で穀物輸入量の62%を米国から輸入していたが、この構成比は1980年には21%にまで低下した。しかし、新しい穀物長期貿易協定が1983年に締結されたこともあって、この比率はその後徐々に上昇し、1984年には33%まで回復した。

韓国や台湾のとうもろこし輸入量の急増は、急速な経済成長に伴って畜産物需要が増大し、これに対応するための国内畜産業の振興策の1つとして政府によって飼料輸入が

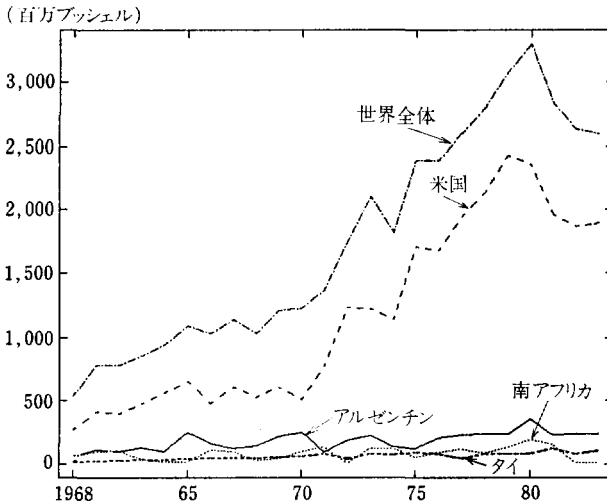
奨励されているためである。ポルトガル、スペインの輸入増加も、所得上昇に伴う畜産物需要の増大に対応した、特に、肉用鶏部門の生産拡大によるものである。

途上国、東ヨーロッパ諸国への輸出は、1970年代に増加したが、1980年代に入っては低迷している。これは、1980年以降、途上国、東ヨーロッパ諸国の多くは累積債務を増加させ、畜産物の潜在的需要はあるものの、穀物輸入の購買力を低下させたためである。

② 主要輸出競争国の動向

米国以外の主なとうもろこし輸出国としては、アルゼンチン、タイ、南アフリカの3国が存在し、1983年の世界とうもろこし輸出のうち、米国の72%に次いで、上記の3国は13.6%を占めている。第7図には、1960年以降の世界のとうもろこし輸出量とこれら4国の輸出量の推移が示されている。これによると、世界のとうもろこし輸出においては、米国の比重が圧倒的に高く、その構成比は1960年代の50%前後から70年代には70%前後に高まっている。1970年代の米国の輸出急増におされて、他の3国の輸出比率は若干低下し、1970年代には、アルゼンチンは7~9%前後で、南アフリカ3~6%前後、タイ2~4%前後で推移した。

米国産とうもろこしの輸出動向は、とうもろこし以外の他の飼料穀物の輸出動向によっても影響を受ける。第4表には、1979~83年間の主要輸出国の粗粒穀物の輸出動向が



第7図 とうもろこし主要輸出国の輸出動向

資料：FAO, *Trade Yearbook* 各年版より。

第4表 世界の粗粒穀物輸出

(単位:百万トン)

	1979	1980	1981	1982	1983
米 国	71.4	69.6	58.4	54.0	54.8
カ ナ ダ	3.8	5.5	7.2	7.1	6.8
オーストラリア	4.1	2.3	3.4	0.8	4.0
アルゼンチン	5.3	14.2	10.2	11.6	12.7
南 ア フ リ カ	3.5	4.1	4.7	2.3	0.3
タ イ	2.2	2.4	3.5	2.4	3.2
小 計	90.3	98.1	87.4	78.2	81.8
世 界 合 計	99.4	108.8	97.9	90.0	91.5

資料:FAO, *Trade Yearbook* 各年版より。

示されている。これによると、1980年初めの米国の対ソ連穀物輸出規制を契機に、ソ連は米国以外に輸入先を多角化することに努めたので、アルゼンチン、カナダの顕著な輸出比率の上昇が認められ、1983年のアルゼンチン、カナダの輸出比率は13.9%、7.4%を占めるに至っている。

アルゼンチンは、1977年には、それまで国内価格の50%に相当した小麦、とうもろこし、ソルガムの輸出課税を廃止し、支持価格も国際価格を基準に決定することにした。1982年には、再び25%の輸出税が賦課されることになり、現在に至っている。最近年次においてもみられる激しいインフレの下でのアルゼンチン通貨ペソのドルに対する過小評価傾向もアルゼンチン穀物の輸出競争力を高めている。アルゼンチンはソ連だけでなく、中国、イラク、メキシコ、アルジェリア、キューバ等の諸国とも長期穀物貿易協定を締結し、輸出の安定的拡大を図っている。

タイも、以前は、とうもろこし輸出にかなり高率の課税を行っていたが、現在ではこれも緩和され、輸出競争力を高めている。台湾と長期穀物貿易協定を締結させたりして、アジア諸国を中心に輸出拡大を図っている。これまでのとうもろこし生産の拡大は、ほとんどが作付面積の拡大によるものであったが、作付面積の拡大は限界に近づきつつあるといわれており、新技術導入による単収上昇が今後の課題である。

南アフリカは、とうもろこし輸出国の中でも特に輸出量の変動が激しい。これは、各年の気象変動に応じて生産量自体が激しく変動するためである。1980年代に入っても、1982、83年は早ばつのためほとんど輸出はなかった。

カナダとオーストラリアは、とうもろこし輸出国ではないが、他の粗粒穀物や小麦の輸出を通じて、米国のとうもろこし輸出動向に大きな影響を与えている。両国ともマー

ケッティング・ボードによって輸出が一元的に管理されており、国内価格の安定化と輸出競争力の維持、多くの国との長期穀物貿易協定の締結等によって、安定的な輸出拡大が図られている。

カナダは、最近では、港湾施設や鉄道の整備にも積極的に投資しており、穀物輸送能力の強化に努めている。オーストラリアの穀物生産は、気象変動の影響を受けて不安定であるが、小麦収穫期の長雨は小麦品質を低下させ、多量のオーストラリア産小麦を飼料用として世界市場に放出することになる。

以上のような主要輸出国と競争しつつ、米国はとうもろこし輸出を行なっているわけであるが、最近年次におけるCCCローン・レートの高めの設定と、1970年代末から1985年の夏まで続いたドル高傾向、高金利等は、米国のとうもろこし輸出競争力を低下させており、1980年初めの対ソ連穀物輸出規制を契機とするソ連の穀物輸入先の多角化とともに、1980年以降、米国のとうもろこし輸出の低迷をもたらしている。メキシコのようなラテンアメリカの債務国にとっては、米国の金利上昇は、さらに金融事情を悪化させ、輸入購買力の低下をもたらしている。

米国産とうもろこしの輸出については、その輸出先におけるECの構成比の一貫した低下に対応して、日本の一貫した構成比の上昇、途上国、計画経済諸国、EC以外の西ヨーロッパ諸国、東アジアの中進国等の構成比の上昇を通じて、1960年代半ば以降、その輸出量を増大させてきた。しかし、1980年代に入って、輸出競争力の低下傾向がみられ、輸出は低迷している。

今後の米国産とうもろこしの輸出動向は、アルゼンチン、南アフリカ、タイ等の他のとうもろこし輸出国、カナダ、オーストラリア等の他の飼料穀物輸出国の輸出動向とともに、輸入国である途上国、東ヨーロッパ諸国の経済発展動向、特に累積債務の問題、ソ連の穀物生産力発展の可能性と貿易政策のあり方、日本やEC以外の西ヨーロッパ諸国、東アジア中進国の経済発展動向、ECの穀物貿易政策のあり方等々多くの要因により影響をうけるものと考えられる。

注(1) USDA, ERS, *Agricultural Outlook*, No. 113, Washington, D. C. 1985.

(2) 最近書かれた米国のとうもろこし需給に関する概説書としては、次の2つの文献があり、本稿もこれを参照した。服部信司「飼料穀物——とうもろこしを中心として——」(逸見謙三監修、全国農業協同組合中央会編集『アメリカの農業』、東京、筑波書房、昭和59年)、218～259ページ。USDA, ERS, "Corn: Background for 1985 Farm Legislation", *Agriculture Information Bulletin*, No. 471. Washington, D. C. 1984. この報告書の一部は、次の文献で抄訳されている。小澤健二解題、吉川裕子抄訳「1985年農業調整法の背景——小麦および

- 飼料穀物施策——」(『のびゆく農業』第693号, 東京, 農政調査委員会, 昭和60年)。
- (3) J. Livezey, “Estimates of Corn Use for Major Food and Industrial Products”, USDA, ERS, *Feed: Outlook and Situation Report*, No.296, pp.11-15.
- (4) J. Livezey, *ibid.*, p.15.
- (5) USDA, *Agricultural Statistics, 1951*, USDA, ERS, *Feed: Outlook and Situation Report*, No.296, 1985.
- (6) USDA, *Agricultural Statistics, 1951* および 1983.

3. 米国のとうもろこし供給動向

(1) 生産立地の移動

米国のとうもろこし生産量は, 1950年の7,020万トンから1984年の1億9,450万トンへ, 2.8倍に拡大した。この間, とうもろこし生産は, 全米のほとんどの地域で増加しているとはいえ, いわゆるコーンベルトと五大湖諸州への集中化が進んでいる。

第5表には, 1950~82年間の地域別とうもろこし生産量の推移が示されている。これによると, とうもろこし生産におけるコーンベルトのシェアは, 1950年の46.2%から1970年には57.6%まで上昇し, 以後も55%前後のシェアを維持している。また, 五大湖諸州のシェアは, 1950年の12%から1982年の16.7%へ一貫して上昇している。コーンベルトと五大湖諸州両地域のシェアは, 1950年の58.2%から1982年には71.6%に達しており, この両地域への生産の集中化が進んでいることを如実に示している。ちなみに1970~82年間には, 米国のとうもろこし生産量は1億546万トンから2億1,330万トンへ約倍2に急増したが, この増分の約7割はコーンベルト, 五大湖諸州両地域の増産によるものであった。

一方, 1950~82年間にシェアが低下したのは南東部で, 1950年の13.5%から1970年には6.2%に半減し, その後若干上昇して1982年には7.0%を占めている。他方, 南部平原, 北東部のシェアは, ほぼ一定の水準で推移している。

このような生産立地移動の背景としては, i) 1950年代以降の著しい技術進歩の結果, 生産過剰傾向が定着し, とうもろこし価格の低下のもとでコスト競争の激化と経営規模拡大が促進され, 気象, 土壌条件の最も適するコーンベルト, 五大湖諸州の優位性が高まったこと, ii) 大豆需要の急増に支えられて大豆価格は相対的に有利に推移し, 南東部での大豆作付面積の拡大と小麦・大豆二毛作の普及が進んだこと, iii) 耐旱性の高い

第5表 とうもろこし生産の地域別動向

(単位: 万トン, %)

	1950	1960	1970	1982
コーンベルト ¹⁾	3,590 (46.2)	5,695 (57.4)	6,070 (57.6)	11,713 (54.9)
五大湖諸州 ²⁾	933 (12.0)	1,308 (13.2)	1,657 (15.7)	3,566 (16.7)
南部平原 ³⁾	1,104 (14.2)	1,167 (11.8)	1,340 (12.7)	2,913 (13.7)
南東部 ⁴⁾	1,052 (13.5)	964 (9.7)	652 (6.2)	1,501 (7.0)
北東部 ⁵⁾	226 (2.9)	178 (1.8)	277 (2.6)	491 (2.3)
その他	862 (11.2)	615 (6.1)	550 (5.2)	1,146 (5.4)
合計	7,767 (100.0)	9,927 (100.0)	10,546 (100.0)	21,330 (100.0)

資料: USDA, *Agricultural Statistics* 各年版より。

注. 1) オハイオ, インディアナ, イリノイ, アイオワ, ミズリー

2) ミネソタ, ウィスコンシン, ミシガン

3) ネブラスカ, カンザス, オクラホマ, コロラド, テキサス

4) ケンタッキー, テネシー, アラバマ, ジョージア, フロリダ, サウスカロライナ, ノースカロライナ, ヴァージニア

5) ニューヨーク, ペンシルバニア

ハイブリッド・ソルガムの出現に伴って、南部の非灌漑地におけるソルガム作付面積が拡大したこと等が指摘されている。コーンベルト、五大湖諸州ではとうもろこし、大豆の作付面積が拡大したのと表裏して、燕麦の作付面積が急減した。

(2) とうもろこし生産農場の規模拡大の動向

1978年の米国農業センサスによれば、とうもろこしを栽培した農場は91万9,297戸で、これは全農場数の37%に相当した⁽¹⁾。この内、実取生産を目的としたとうもろこし栽培農場は、その91.7%に当たる84万2,908戸で、1農場当たり平均収穫面積は33.9 ha、1 ha当たり平均収量は6,096 kgであった。

実取とうもろこし栽培農場の経営類型の内訳は、商業的穀作経営42.2%、商業的穀作以外の畑作経営8.5%、畜産経営29.8%、酪農経営11.4%、家禽経営1.1%、その他7.0%となっており、商業的穀作、畜産、酪農経営で全体の8割以上を占めている。この構成比は、生産量については、商業的穀作経営60.6%、商業的穀作以外の畑作経

営2.4%, 畜産経営25.0%, 酪農経営6.9%, 家禽経営0.6%, その他4.5%となっており、農場数の場合に比べて、商業的耕作経営の構成比がさらに2割高くなる。

実取とうもろこし栽培農場の収穫面積別農場数構成比は、14エーカー以下26.5%, 15~49エーカー28.2%, 50~99エーカー18.2%, 100~249エーカー19.7%, 250~499エーカー5.7%, 500~999エーカー1.4%, 1,000エーカー以上0.3%といった内訳で、経営規模拡大が進んでいるとはいえ、250エーカー(約101ha)以上の収穫面積をもつ農場数比率は7.4%にすぎない。しかし、農場規模別の収穫面積構成比は、14エーカー以下2.2%, 15~49エーカー9.5%, 50~99エーカー15.1%, 100~249エーカー35.5%, 250~499エーカー22.4%, 500~999エーカー10.7%, 1,000エーカー以上4.6%となっており、100~249エーカー階層にモードがあり、250エーカー以上が約4割を占めている。

1974年の農業センサスでは、販売額2,500ドル以上の農場だけを対象にしているので、直接の比較はできないが⁽²⁾、1974~78年間に、収穫面積250エーカー以上の階層は、農場数、収穫面積ともに、明らかにその構成比を増大させており、経営規模拡大が進んでいることを示している。

米国のとうもろこし生産農場全体の規模別構成の変化については、限られたデータしか得ることはできない。しかし、既にみたように、コーンベルトは米国のとうもろこし生産全体の55%を占めており、さらに、オハイオ州の60%, インディアナ州の67%, イリノイ州の74%, アイオワ州の82%, ミズリー州の28%の農場はとうもろこしを栽培しているので、コーンベルトの農場規模の推移を検討してみると、米国のとうもろこし生産農場の規模分布のおよその動向を理解することができるであろう。

第6表には、コーンベルト5州の1900~78年間の平均農場規模の推移が示されている。これによると、コーンベルトの平均農場規模は、1930年まではほとんど変化せず、農業不況期の1935年には若干縮小し、1940年代以降徐々にその規模を拡大してきた。特に、1959~74年間の規模拡大が著しく、この15年間の拡大面積は、その前の1940~59年間の拡大面積を2倍以上も上回るものであった。しかし、この規模拡大も、1978年には停滞傾向がみられる。

コーンベルト東部に位置するオハイオ、インディアナ両州の平均農場規模は、1959年までは、他の州とほぼ等しいテンポで拡大してきたが、それ以降の拡大テンポは他の州ほど速くない。オハイオ、インディアナ両州の最近の規模拡大テンポが遅く、平均農場規模も他の州に比べて小さいのは、五大湖工業地帯を近くに控えて農外雇用機会が広範圏に存在し、兼業農場の構成比が高いためである。

第6表 コーンベルト5州の平均農場規模の推移 (1900~78年)

(単位: エーカー)

	オハイオ	インディアナ	イリノイ	アイオワ	ミズリー
1900	93	97	124	151	119
1910	89	99	129	156	125
1920	92	103	135	157	132
1930	98	108	143	158	132
1935	90	102	137	155	126
1940	94	107	145	160	136
1945	99	114	155	165	145
1950	105	118	159	169	153
1954	113	125	173	177	170
1959	132	145	196	194	197
1964	146	166	226	219	222
1969	154	173	242	239	237
1974	170	191	262	262	258
1978	169	193	270	266	253

資料: USDC, *1974 Census of Agriculture* Vol. 11, Part 2, Washington, D. C. 1978, および *1978 Census of Agriculture* より。

1978年のコーンベルトの平均農場規模は、オハイオ州の168エーカーからイリノイ州の270エーカーの間にあるが、これは、米国の平均的なとうもろこし生産農場は、相対的に小規模な経営に属し、主として家族農場タイプであることを示している。

第7表は、1969~78年間のコーンベルト5州の農場規模別構成の変化を、農業センサスをもとに、さらに詳しくみたものである。これによると、この間に、農用地占有率でみて、コーンベルト5州のすべてで、500エーカー以上階層の構成比が上昇していることがわかる。1,000~1,999エーカー、2,000エーカー以上階層でも構成比が上昇しており、1978年の1,000エーカー以上階層の農用地占有率は、オハイオ州では9.8%、インディアナ州では13.9%、イリノイ州では15.8%、アイオワ州では10.3%、ミズリー州では19.5%に達している。

コーンベルト5州の1970年代後半の土地所有の動向は、収穫面積構成比においては、全体を通じて、小作農および自作農の比率が低下した反面、自小作農の比率が上昇している(3)。

第7表 コーンベルト5州の農場規模別農用地構成比率 (1969, 1978年)

(単位: %)

	～49エーカー		50～99		100～259		260～499		500～999		1,000 ～1,999		2,000～	
	1969	1978	1969	1978	1969	1978	1969	1978	1969	1978	1969	1978	1969	1978
オハイオ	3.5	3.5	11.4	9.6	39.2	30.8	27.2	25.9	14.3	20.4	3.5	8.0	0.9	1.8
インディアナ	3.4	3.3	9.2	7.3	31.6	23.6	30.7	26.2	19.5	25.8	4.4	10.9	1.2	3.0
イリノイ	1.3	1.6	3.7	3.5	26.4	18.4	37.2	29.3	24.3	31.5	5.3	12.4	1.6	3.4
アイオワ	0.8	1.1	3.1	2.8	32.6	22.4	40.4	35.6	18.8	27.8	3.5	8.1	0.8	2.2
ミズリー	1.6	1.9	5.3	4.9	26.6	21.4	29.3	25.2	21.4	27.2	9.3	13.5	3.8	6.0

資料: USDC, 1969 *Census of Agriculture* および 1978 *Census of Agriculture* より。

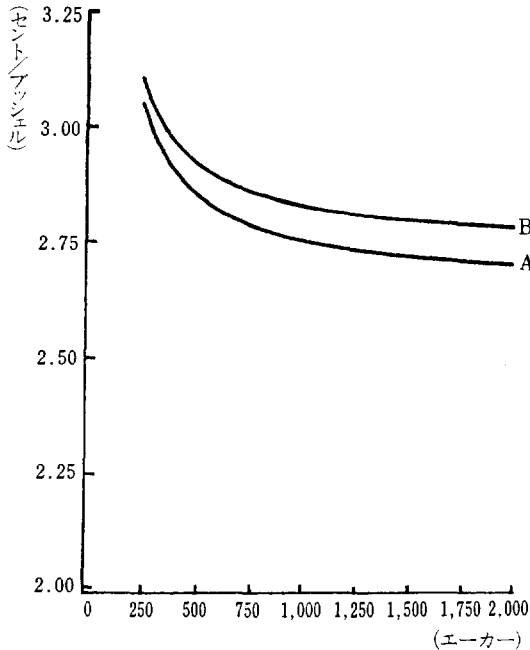
(3) 農場規模拡大の背景

コーンベルトでは、平均農場規模の拡大、500エーカー以上階層の農用地占有率の上昇、土地所有における小作農および自作農の比率の低下と自小作農の比率の上昇傾向が認められた。では、このような農場規模拡大の動向をもたらしている要因は何なのか、とうもろこし生産農場の経営内容の分析を通じて、もう少し詳しくみてみることにする。

コーンベルトのとうもろこし生産農場の最適規模は、技術進歩に応じて拡大してきた。19世紀後半には、馬牽引農業機械が改良され、160エーカー程度が家族労働力の完全雇用を実現させる最適規模であったが、1940年代までには、2条および3条ブラウ牽引トラクターが馬にほぼとって替わり、その最適規模を拡大した。1950年代後半に成立した3条および4条牽引トラクター、ピックアップを使った経営の最適規模は320エーカー程度であったといわれる。

1950年代後半からは、トラクター、その他農業機械の大型化が始まり、4条ブラウ牽引トラクター、6条うね作業機、ピックアップ、多目的コンバイン等が普及し、さらにこれら機械の大型化を伴いながら現在に至っている。1970年代後半に成立した6, 8, 12条播種機、3, 4, 6条コンバインを使った経営の最適規模は500エーカー程度であるといわれている(4)。

エーカー当たりコスト、農業機械の機種、機械の最適所有期間等は、賃金率、利子率、インフレ率、当該農場が属する所得税階層等によって変化し、一般に賃金率、インフレ率が高く、利子率が低く、所得税率がより高率の階層に属すほど、より大型の機械を所有する方が有利になる。このことは、農業機械の大型化の農場規模拡大を説明する理由



第8図 とうもろこし生産農場の平均費用曲線

注. 課税前の平均費用曲線:

$$A. AC = 2.65 + (98.58 \times 1/L)$$

課税後の平均費用曲線:

$$B. AC = 2.73 + (91.2 \times 1/L)$$

ただし, L は耕地面積.

資料: Batte M. T. and Sonka S. T., *ibid.*

としてしばしば指摘されてきた諸点である。

第8図は, Batte と Sonka によって, 1979年のイリノイ州北西部作物報告地区のとうもろこし生産農場を対象に, その規模の経済性について計測した結果を図示したもので⁽⁵⁾, Aは税金を考慮に入れない場合の平均費用曲線, Bは税金も考慮に入れた場合の平均費用曲線を示している。これによると, とうもろこし1ブッシェル当たり費用は, 耕地面積規模が拡大するにしたがって一貫して低下しており, 規模の経済性が存在することが認められる。さらに, この傾向は, 税金を考慮した場合にも, 考慮しない場合にもほぼ同様に認められる。

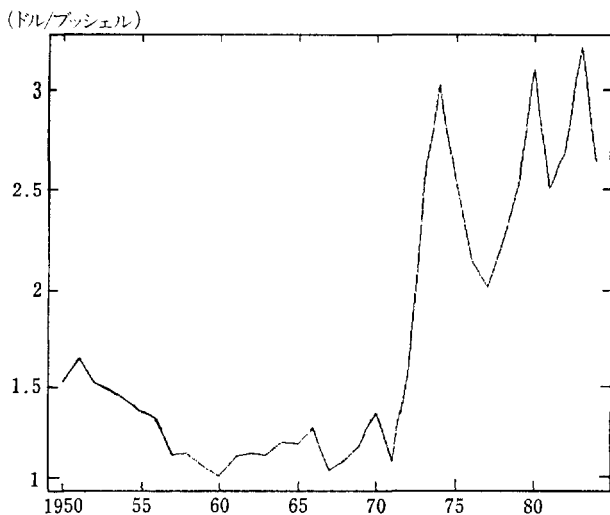
しかし, 規模の経済性が顕著に認められる領域は500~750エーカー以下の階層であり, 既にみたように, 最近の1,000エーカー以上階層の農用地占有率の上昇傾向を規模

の経済性だけで説明するのは難しいように思われる。最近のコーンベルトにおける1,000エーカー以上階層の比率上昇の理由としては、地価の激しい変動の下での経営資金力格差が指摘される。

1970年代初めの食料危機の際、とうもろこし価格は2倍以上に上昇したが、これに伴って中西部の農地価格は急騰し、例えば、アイオワ州北中部の純農村に近い商業的穀作地帯の農地価格は、1970～78年間に4.4倍にも上昇した。このような状況下では、土地負債ゼロの自作農の経営上の有利性が高まったといわれる。

Wisner の推計によると、栽培面積400エーカー（約162ha）、エーカー当たり収量110ブッシェル（約6,916kg/ha）を仮定したとうもろこし経営の場合、純資産価値を維持するためのブッシェル当たり費用は、土地負債ゼロの場合には1.58ドル、半分は負債ゼロの既有地で残りの半分以上を全部借金で1979年に購入した場合には2.30ドル、全面積を1979年に購入した場合には3.02ドルであったという⁽⁶⁾。

1970年以降のとうもろこし価格は、第9図のように推移しているが、1979年のとうもろこし価格は2.52ドル前後なので、1979年に農地の半分以上を購入した農場の経営はかなり厳しく、全農地を1979年に購入した農場は純資産を維持することも不可能で、新しい農地を購入し、規模拡大の余裕があったのは、土地負債ゼロの農場だけであった。



第9図 とうもろこし農民受取り価格の推移

資料：USDA, ERS, *Agricultural Prices, Crop Reporting Board*, Washington, D.C. 各年版より。

土地負債ゼロの農場経営者にとっては、超過所得を再投資しない場合にはより高率の所得税階層に入ること、新規購入機械については投資税額控除が行なわれ、購入地の利子や不動産税については課税所得控除が行なわれること等の優遇税制の存在や、当時の地価上昇・高インフレ下での地価上昇期待やインフレ・ヘッジ等のため、経営規模拡大を促すインセンティブが存在したと推定される。

一方、1980年以降は、輸出の停滞を反映して、とうもろこし価格の低迷と農地価格の大幅な低下傾向が続いている。例えば、アイオワ州の農地価格は1981年以降低下を続けており、1985年の農地価格は81年の半分以下に低下したという⁽⁷⁾。農地価格の低下は、負債農場の融資担保力を低下させ、金融市場の高金利、とうもろこし価格の低迷の下で、ますます負債農場の経営を圧迫している。

とうもろこし生産農場の中には、1970年代の価格上昇、高インフレの時期に、借金して土地や農業機械の購入を進めた農場がかなりあり、これらの負債農場は、1980年代以降のとうもろこし価格の低迷、インフレの鎮静化、高金利の持続、地価下落等の状況下で負債額を増加させ、経営危機に陥っている農場も少なくない。

1984年の米国の全農場の18%は負債比率40%以上の経営的に危機的状況にある農場であるという⁽⁸⁾。この傾向は、穀作の中心地のコーンベルト、五大湖諸州、北部平原、南部の一部で顕著であるといわれている。

第8表には、コーンベルトおよび五大湖諸州のとうもろこし生産農場のエーカー当たり生産費内訳が示されている。これによると、純収入は、その年のとうもろこし価格と収量の変動に応じて激しく変化し、1980年には93.7ドルだったのが、豊作で価格の低迷した1982年には8.2ドルに激減し、若干価格の持ち直した1984年には30.1ドルに多少回復した。1985年には価格は再び下落しているので、経営を圧迫していることが推測される。生産費の中では、特に、利子と資本償却費が増加しており、高金利を反映して、1984年の現金支出に占める利子の構成比は22.5%に達している。

1985年12月には、今後の米国農業政策の基本方向を決める1985年食料安全保障法(Food Security Act of 1985, 以下、「新農業法」という)が成立した。この新農業法では、ローン・レート水準の市場価格動向に応じた段階的引き下げと、目標価格の2年間凍結後の段階的引き下げ、政府在庫の輸出業者向け無償供与による輸出振興、政府在庫の削減等が決められており、市場機能の見直しによる輸出競争力の回復が指向されている⁽⁹⁾。両院の委員会での審議過程において、市場機能重視の政府原案はかなりの修正を受け、目標価格の即時引き下げや農家備蓄在庫制度の廃止等は実現しなかったが、この新農業法の成立によって、コスト競争がさらに激化することが予想されている。

第8表 とうもろこしエーカー当たり生産費内訳（コーンベルトおよび五大湖諸州）
(単位：ドル/エーカー)

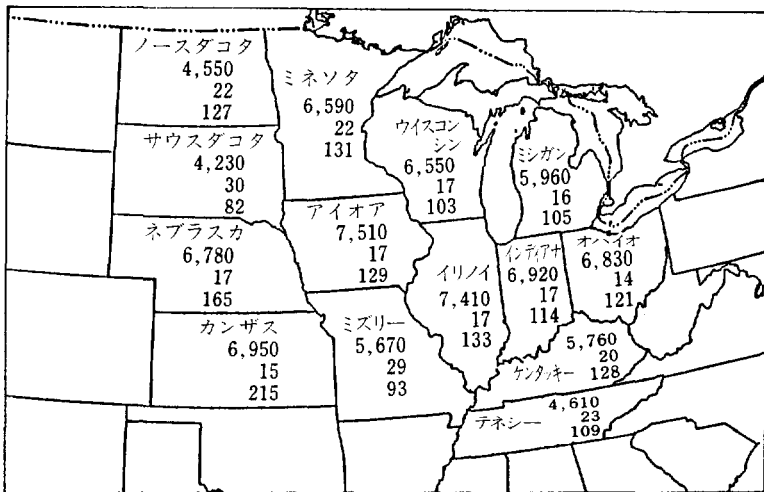
	1980	1982	1984
とうもろこし価格（ドル/ブッシェル）	3.04	2.09	2.53
収 量 （ブッシェル）	98.50	120.06	108.88
現 金 収 入 (a)	299.44	250.64	275.27
現 金 支 出 :			
種 子	14.66	16.86	18.66
肥 料	51.60	53.07	53.96
石 灰	1.44	1.20	1.27
農 薬	15.13	18.88	20.31
作 業 委 託	4.31	6.34	6.51
燃 料・電 気	12.62	14.79	13.07
修 理	8.63	9.57	10.19
乾 燥	7.77	7.80	7.93
流 動 費 計	116.16	128.51	131.90
農場一般管理費	16.46	16.82	14.61
税・保 険 料	15.74	14.63	14.80
利 子	35.35	48.45	46.77
固 定 費 計	67.55	79.90	76.18
現金支出計(b)	183.71	208.41	208.08
純現金収入(a - b)	115.73	42.23	67.19
資本償却(c)	22.02	34.01	37.05
純収入(a - b - c)	93.71	8.22	30.14

資料：USDA, ERS, *Economic Indicators of the Farm Sector: Cost of Production*, Washington, D. C. 1983 および 1985 より。

(4) 単収上昇と供給力の拡大

既に述べたように、米国のとうもろこし生産量は、1950年の7,020万トンから1984年の1億9,450万トンへ、2.8倍に拡大した。しかし、この間のとうもろこし収穫面積はほとんど変化なく、むしろ1950年の2,920万haから1984年の2,880万haに若干減少した。つまり、この間の2.8倍に及ぶとうもろこし生産量の拡大は、そのほとんどが単収上昇によるものであった。

第10図には、コーンベルトおよびその近隣諸州の1978～82年間のha当たり平均収量、1974～83年間の単収の変動係数、1960～82年間の1年当たりの単収増加量が示されている。これによると、平均単収は、やはりコーンベルトで高く、アイオワ州、イリノイ



第10図 コーンベルトおよびその近隣諸州の平均単収, 単収変動係数, 単収増加率

資料: USDA, *Agricultural Statistics* 各年版より。

注: 上段: 1978~82年間の5カ年平均単収(kg/ha)

中段: 1974~83年間の単収変動係数(%)

下段: 1960~82年間の単収増加率(kg/ha年)

州, インディアナ州が, それぞれ, ha当たり 7,510 kg, 7,410 kg, 6,920 kg で3位までを独占しており, オハイオ州も 6,830 kg と高い水準を示している。ただ, コーンベルト5州の中でミズリー州だけは平均単収 5,670 kg と低く, 単収変動係数も 0.29 と高く, 作柄変動が激しい。1年当たりの単収増加量も 93 kg とサウスダコタ州に次いで低く, とうもろこし主要生産地域からの脱落傾向が認められる。

五大湖諸州のミネソタ州, ウィスコンシン州の平均単収も ha当たり 6,590 kg, 6,550 kg と高く, 作付面積も拡大している。平原部に位置するカンザス州, ネブラスカ州の平均単収も ha当たり 6,950 kg, 6,780 kg と高く1年当たりの単収増加量も 215 kg, 165 kg と最も高い。さらに, この2州は, 乾燥地域に位置しているにもかかわらず, 単収変動係数も比較的低い。これは, この両州では, 灌漑地でのとうもろこし作付けが拡大しているためである。

米国におけるとうもろこし生産の自然立地は, 土壌, 気象条件ともに, やはりアイオワ州, イリノイ州, インディアナ州, オハイオ州といったコーンベルト諸州を最適地域とし, それより北側は栽培初期の低温, 南側は7月, 8月の高温, 西側は乾燥, 東側は

多湿のために、単収水準の低下と作柄変動の拡大化傾向が認められる。

以下、米国とうもろこし生産の中心地域であるコーンベルト5州における単収の推移について、技術進歩と気象変動に限定して、もう少し詳しく検討してみることにする。

とうもろこしの単収推移は、長期間にわたる趨勢的变化と各年度ごとの豊凶変動とに分けられるが、主としてこの前者に影響を与えているのが技術進歩、後者に影響を与えているのが気象変動である。ここでは、コーンベルト5州の1920年以降の単収の推移について、技術進歩と気象変動を説明変数とした重回帰分析を行なってみた。

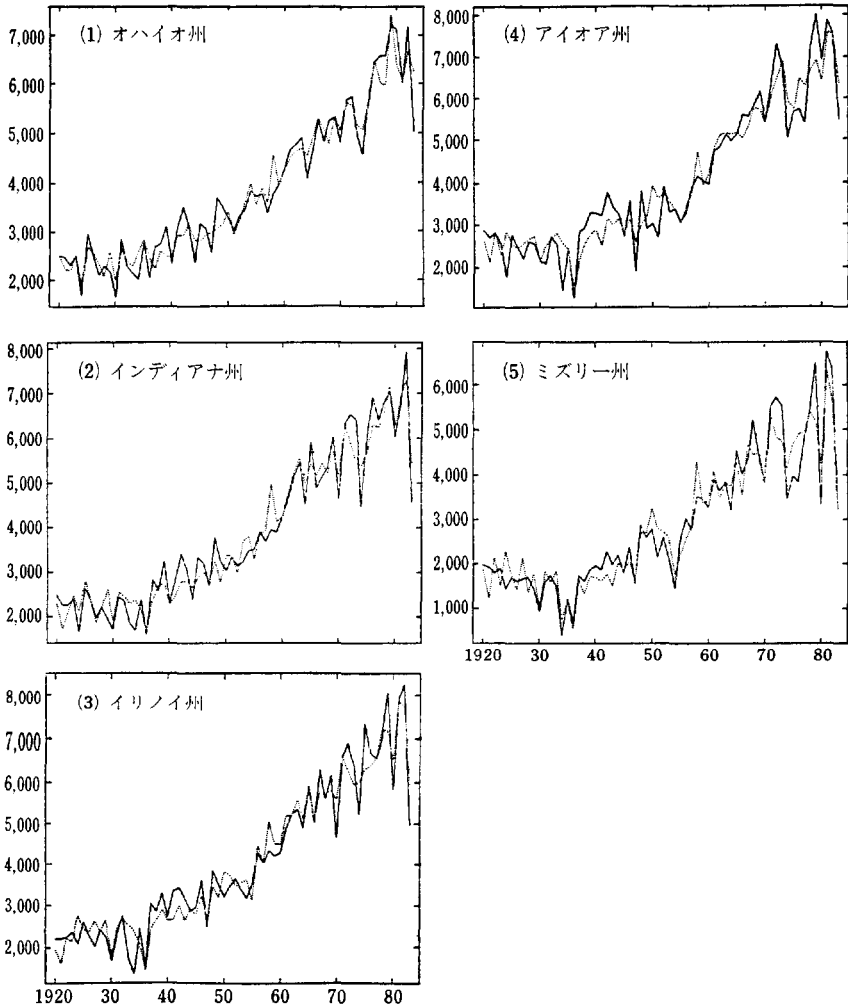
1920年以降のとうもろこしの単収上昇を実現させた技術としては、ハイブリッド・コーンの普及、化学肥料、農薬、除草剤の使用、農業機械の改良、土地改良、農民の経営管理能力の向上等が指摘されるが、これらの諸要因をすべて数量的に取り扱うことはむずかしい。技術革新の過程では、これらの諸要因間に複雑な相互作用が発生しているのが一般的であり、投入要素の品質が大きく変化すると、新技術の普及過程でも、複雑な波及効果が発生しており、個々の要因の効果を独立に数量的に取り扱うのは困難である⁽¹⁰⁾。ここでは、技術進歩をトレンド式で代表させ、統計分析を試みることにした。

コーンベルト5州のとうもろこし単収の上昇趨勢は決して一様ではなく、1920年代までの停滞、30年代からの上昇開始、50年代半ばから60年代にかけての急速な上昇、70年代の上昇テンポの減速化、80年代に入ってから停滞傾向がみられる。ここでは、このような単収上昇趨勢を表わすために、4次のトレンド式を当てはめることにした⁽¹¹⁾。

各年度の豊凶変動を説明する気象要素としては、これまでのとうもろこし生育に関する研究成果から判断して⁽¹²⁾、前季降水量（前年度の9月から当年度の5月までの降水量の合計で、播種期の土壌水分状態を代表する）、栽培期間6月、7月、8月の各月降水量、同じく6月、7月、8月の各月平均気温を採用した。

コーンベルト各州のとうもろこし単収のデータは、米国農務省の *Agricultural Statistics* 各年版に依拠しており（各年度の穀粒とうもろこし生産量を穀粒とうもろこし収穫面積で割ったもので、サイレージ用、残渣利用とうもろこしの生産量、作付面積は除いてある）、各州の気象データは、1920～30年間については米国農務省の *Statistical Bulletin*, No. 101 から⁽¹³⁾、1931～65年間については Thompson の論文の付録データに依り⁽¹⁴⁾、1966～83年間については米国商務省の *Monthly Climatic Data for the World*⁽¹⁵⁾ の各月データを加工して利用した。

第9表には、コーンベルト5州のとうもろこし単収の推移について、以上の説明変数を用いた重回帰分析の計測結果が示されている。また、第11図には、この推計式による推計値の推移と実績値の推移が図示されている。



第11図 コーンベルト5州の単収の推移

注(1) 実線は実績値, 点線は推計値を示す。

(2) 単位: kg/ha

第9表 コーンベルト5州とうもろこし単収の重回帰分析計測結果(1920~1983年間)

(単位: kg/ha, mm, °C)

	定数項	T	T ²	T ³	T ⁴	PRER (mm)
オハイオ	2,292.18 (8.08483)	-6.59314 (-0.11106)	1.62909 (0.441241)	-0.0129149 (-0.150973)	0.00010416 (0.158801)	-1.11885 (-2.0291)
インディアナ	1,877.94 (5.76206)	118.774 (1.73835)	-7.49468 (-1.79265)	0.218062 (2.28581)	-0.00175294 (-2.41921)	-0.847698 (-1.73889)
イリノイ	1,726.61 (4.85)	151.76 (2.02277)	-9.68582 (-2.08682)	0.277666 (2.5963)	-0.00224291 (-2.73746)	-0.429351 (-0.767819)
アイオワ	2,072.12 (5.12852)	112.018 (1.32747)	-8.25856 (-1.5922)	0.246729 (2.07775)	-0.0019543 (-2.1635)	0.181858 (0.330375)
ミズリー	1,403.52 (3.84522)	65.1638 (0.845372)	-5.07349 (-1.06269)	0.17033 (1.53708)	-0.00144213 (-1.68451)	-0.265304 (-0.47323)

注.	<平均値>	PRER	JUNR	JULR	AUGR	JUNT	JULT	AUGT
	オハイオ	669.67	104.61	98.55	91.52	21.07	23.24	22.24
	インディアナ	709.05	105.16	94.07	87.15	21.93	24.22	23.30
	イリノイ	665.18	104.08	91.18	86.44	22.45	24.82	23.84
	アイオワ	499.29	117.04	89.41	103.29	21.36	24.10	22.82
	ミズリー	689.11	116.10	89.61	89.07	23.34	25.92	25.02

トレンド T: 1920=1, 1921=2, ... 1983=64

気象要素の説明変数は平均値からの偏差である。

() 内の値は t 値である。

これによると、コーンベルト5州のとうもろこし単収の推移は、技術進歩を代表するトレンド変数と気象要素でほぼ説明されることがわかる。各州の単収に共通して大きな影響を与えている気象要素としては、7月降水量と7月、8月平均気温が指摘され、7月降水量は多いほど、また7月、8月平均気温は低いほど単収が上昇する傾向にある。

7月降水量が多いほど単収上昇がもたらされるのは、雌穂分化期から絹糸抽出、受粉期にかけてとうもろこしの要水量が全生育期間を通じて最大に達するとともに、この期間の水分欠乏に対する植物体組織の抵抗性が低下するためである。7月、8月の平均気温が低いほど単収上昇がもたらされるのは、この期間の気温(特に夜間の気温)が低いほど植物体の呼吸量が低く抑えられ、光合成産物の呼吸による消費量(気温が10°C上がるごとに約2倍に増大する)が抑制され、種実への炭水化物転流率が上昇するためである。

推計式によると、7月降水量が平年より10mm多いと、その年のha当たり収量はオハイオ州で57.8 kg、インディアナ州84.4 kg、イリノイ州61.8 kg、アイオワ州59.3 kg、ミズリー州68.3 kg増加することが予想される。また、7月の平均気温が1°C高

JUNR (mm)	JULR (mm)	AUGR (mm)	JUNT (°C)	JULT (°C)	AUGT (°C)	$\bar{R}^2$	D・ W 比
-2.8156 (-2.00468)	5.78304 (3.77195)	2.95422 (2.00007)	21.9961 (0.583449)	-64.559 (-1.40426)	-72.9223 (-1.67848)	0.9319	1.99
-2.25393 (-1.39434)	8.43579 (4.19046)	3.24685 (1.58442)	42.5522 (0.95291)	-153.602 (-2.70774)	-111.5 (-2.18944)	0.9297	1.89
-1.3513 (-0.700042)	6.18038 (3.1236)	2.80312 (1.41124)	49.59 (0.974875)	-190.059 (-3.12178)	-76.3181 (-1.34535)	0.9252	2.10
2.04723 (1.04194)	5.93258 (2.91349)	-0.402267 (-0.284583)	42.597 (0.90617)	-81.0518 (-1.38145)	-106.131 (-1.99965)	0.8965	1.54
-0.391097 (-0.252749)	6.83164 (3.95657)	-1.44727 (-0.734218)	73.7076 (1.28917)	-138.697 (-2.27777)	-158.01 (-2.55684)	0.8891	2.05

ただし、

PRER：前季降水量

JUNR：6月 〃

JULR：7月 〃

AUGR：8月 〃

JUNT：6月平均気温

JULT：7月 〃

AUGT：8月 〃

いと、その年のha当たり収量はオハイオ州で64.6 kg、インディアナ州153.6 kg、イリノイ州190.1 kg、アイオア州81.1 kg、ミズリー州138.7 kg減少し、8月の平均気温が1℃高い年には、オハイオ州で72.9 kg、インディアナ州111.5 kg、イリノイ州76.3 kg、アイオア州106.1 kg、ミズリー州158.0 kg減少することが予想される。

コーンベルト東部に位置するオハイオ州、インディアナ州では、生育初期の土壌水分過多の傾向が認められ、前季降水量、6月降水量が少ないほど単収上昇がもたらされる傾向がある。またオハイオ州、インディアナ州、イリノイ州では8月降水量の増加も単収上昇をもたらす傾向にあるが、この傾向はアイオア州、ミズリー州では認められない。

第10表には、コーンベルト5州のとうもろこし不作年の発現頻度がまとめられている。これは、各年度の平年単収を、第9表の単収推計式を使って、気象要素がすべて平均値をとったと仮定して求め、これで各年度の実際の単収を割って100倍し、作柄指数を求め、この作柄指数が90以下の不作年頻度を作柄指数階層別に整理したものである。期間は、ハイブリッド・コーンの普及が始まったころの1930年から1984年までの54年間である。

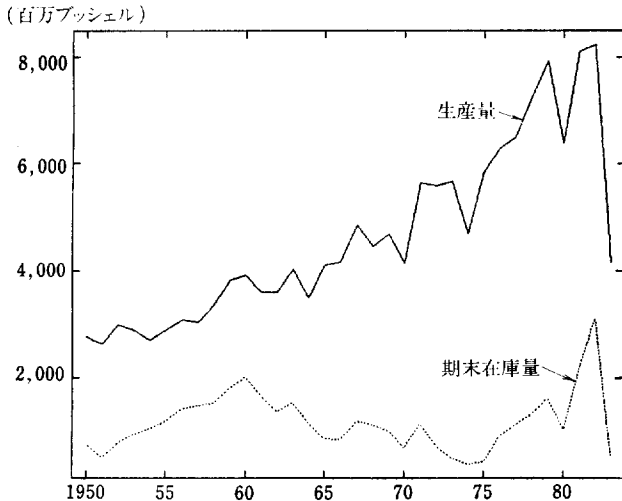
第10表 コーンベルト5州のとうもろこし不作年度の発現頻度(1930~1983年間)

作柄指数	オハイオ州	インディアナ州	イリノイ州	アイオワ州	ミズリー州
21~25					1
26~30					
31~35					
36~40					1
41~45					
46~50				1	
51~55			1	1	2
56~60		1	1		
61~65		1	2	1	2
66~70	1	2			1
71~75	1	2	1	1	2
76~80	3		2	3	1
81~85	2	3	2	3	3
86~90	6	1	2	3	5

これによると、不作年の作柄指数の下落程度は、コーンベルトを西南方向に進むほど激しく、この54年間での最低作柄指数階層は、オハイオ州が66~70、インディアナ州56~60、イリノイ州51~55、アイオワ州46~50、ミズリー州21~25と西南部に位置する州ほど低下している。この傾向は、この期間の各州の第2、第3番目に低い作柄指数階層についても同様である。

コーンベルト5州を平均的に観察すれば、5年に1度は作柄指数85前後の不作年が、10年に1度は作柄指数73前後の不作年が、さらに、15年に1度は作柄指数67前後の不作年が出現することが予想される。1960年以降の米国のとうもろこし生産量と期末在庫量は、第12図に示したように推移しており、1980年以降は輸出の不振を反映して期末在庫量が増加しているが、コーンベルトでのとうもろこし生産量の5年に1度の15%前後の減収は、1970年代には期末在庫が生産量の14%前後で推移したことから判断して、とうもろこし市場にかなり大きなインパクトを与えると考えられる。

既にみたように、コーンベルトは米国のとうもろこし生産の最適地域であり、他の地域のとうもろこし生産の作柄変動はさらに激しいこと、1985年末に成立した新農業法では政府在庫の削減と需給動向に応じた生産調整の実施が企図されていること、現在、世界粗粒穀物市場の緩衝在庫のほとんどは米国が担っている（世界の緩衝在庫の80~85%）こと等を考えると、米国のとうもろこし生産の作柄変動の規則性をも考慮に入れたわが国のとうもろこし輸入対策の確立が望まれる。



第12図 米国のとうもろこし生産量と期末在庫量の推移

資料：USDA, *Agricultural Statistics* 各年版より。

(5) 技術進歩の動向

先のコーンベルト5州のとうもろこし単収の推計式の計測作業では、技術進歩による単収上昇の趨勢を4次のトレンド式を当てはめることによって取り扱った。では、今後のとうもろこし単収の上昇趨勢はどのように推移するであろうか。コーンベルトのとうもろこし単収は、1950年代半ばから60年代にかけて急速に上昇し、70年代にはその上昇テンポが減速し、80年代に入ってからには停滞傾向がみられるが、これまで単収上昇を実現させてきた技術進歩のポテンシャルは枯渇しようとしているのであろうか。

以下、技術進歩による単収上昇の可能性を、①種子改良、②化学肥料、③農薬、除草剤、④農業機械、⑤土壌、⑥管理労働力、⑦研究開発投資、⑧経済制度等の各要因に分けて、簡単にみてみることにする。

① 種子改良

米国でハイブリッド・コーンの普及が始まったのは1930年ごろであるが、その後のハイブリッド・コーンの普及率は1940年には30.5%、1950年には78.0%、1960年には95.9%に達し⁽¹⁶⁾、現在ではほとんどのとうもろこしがハイブリッド・コーンである。ハイブリッド・コーンは、一代雑種強勢の特徴として、両親のもち合わせた優性遺伝子がすべて発現するので、自然受粉品種および後代雑種に比べて、収量性、耐肥性、耐旱性、耐病性等に優れており、短期間のうちに急速な普及をみた。現在も種子会社や州立

農業試験場を中心に品種改良が続けられている。

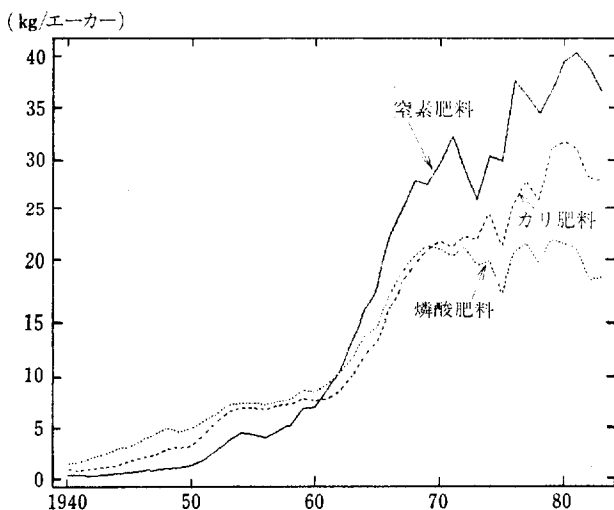
最近の遺伝子工学の発展は、胚培養や細胞融合の技術を発達させ、親和性の低い系統種間の交配、優れた品種の選抜・固定期間の短縮化を実現している。種子の表面に、農薬や保水性を高める特殊なスターチ、生長促進作用をもつ細菌等を塗付したものも考案されており、これらの普及により、単収の上昇と収量の安定性増大が期待されている。

② 化学肥料

単収上昇を実現させる上で品種改良と並んで大きな効果があったのは、化学肥料の使用である。特にとうもろこしは、畑作物の中でも肥料吸収性が高い作物なので、土壌養分を収奪することなく、長期間にわたって高い収量を実現するために、化学肥料投入のはたした役割は大きい。

第13図には、1940年以降のコーンベルトにおける窒素、リン酸、カリ肥料投入量の推移が示されている。これによると、3肥料投入量とも、1960年代末まで急速に増加し、それ以降は、リン酸肥料は停滞し、窒素、カリ肥料は一定のテンポで増加している。

肥料生産部門の技術革新に支えられて、肥料価格/とうもろこし価格比率は一貫して低下しているので⁽¹⁷⁾、増収効果の高い窒素、カリ肥料投入量は、今後も増加すること



第13図 コーンベルトにおける窒素、リン酸、カリ肥料投入量の推移

資料：USDA, ERS, *Economic Indicators of the Farm Sector: Production and Efficiency Statistics*, 1983 Washington, D. C. 1985より。

注。コーンベルトにおける肥料使用量を作付面積で割ったもの。

が予想される。化学肥料投入量の増加は、品種改良における耐肥性品種の育成と並行して実現したものである。最近の作物栄養学の研究成果によって、施肥方法の改善、肥料成分、肥料形態の改善、遅効性肥料の開発等が進められている。

③ 農薬、除草剤

農薬、除草剤による昆虫、雑草、菌類、細菌、ウイルス等のコントロールは、収量の安定化と省力化に大きく貢献した。しかし、一方では、農薬への抵抗力を高めた害虫、菌類、細菌の系統も出現し、農薬散布による環境汚染の問題も深刻化してきている。人体への低毒性、低残留性農薬の開発とともに、抗生物質、植物生長ホルモン、昆虫性ホルモン等の利用も進められている。

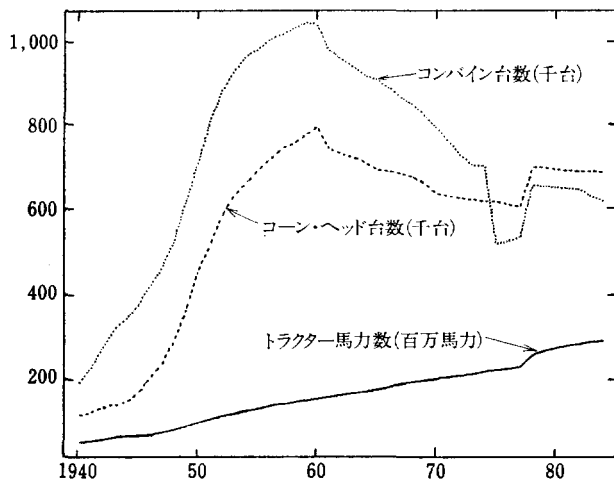
今後の病害虫や雑草のコントロール法として、他作物との輪作、適期の作付け等を併用した化学的、生物学的、物理的防除を組み合わせた総合的防除法が指向されている。

④ 農業機械

規則正しく正確な植付けと種子と土壌との適切な接触を可能にする植付機や、作物の損傷が少なくより効率的な除草を行なう中耕機、適切な位置に肥料、農薬、除草剤を散布する散布機、適期に素早く収穫する収穫機の改良等は、明らかに単収上昇と収量の安定化、省力化に貢献した。

コーンベルトでは、1940年代までには、2条および3条プラウ牽引トラクターが馬にほぼとってかわり、1950年代後半には4条プラウ牽引トラクターが導入され、その後もトラクターの大型化が進められ現在に至っている。収穫機については、1930年代にコーンピッカー（Corn Picker）が導入され、40年代、50年代にかけて急速に普及した。1950年代半ばには、刈り取りと皮はぎを同時に行なうピックシェラー（Pick Sheller）が導入され、60年代には、多目的コンバイン（Multi-Purpose Combine）が導入され、これにコーンヘッド（Corn Head）を付けて刈り取り、皮はぎ、脱穀が一度にできるようになった。最近では、人工乾燥が普及し、早期収穫が可能となるとともに、収穫ロスを減少させている。

第14図には、1940年以降の米国のトラクター馬力数、コンバイン台数、コーン・ヘッド台数（コーン・ピッカー、ピック・シェラーも含む）の推移が示されている。これによると、この間、トラクター馬力数は一貫して増大し、コンバインおよびコーン・ヘッドの台数は、1940年代、50年代に急増し、60年代以降減少している。コンバインおよびコーン・ヘッドの台数が1960年代以降減少したのは、機種の大規模化によるものである。1970年代後半には、コンバイン、コーン・ヘッド台数が一時急増したが、これは、食料危機以降の農産物価格ブームの下で積極的な農業機械投資が行なわれたためである。



第14図 米国のトラクター馬力数¹⁾、コンバイン台数²⁾、コーンヘッド台数³⁾の推移
資料：第12図に同じ。

注(1) スチーム・トラクターおよびガーデン・トラクターは含まない。

(2) 1975年以降は自走コンバインのみ。

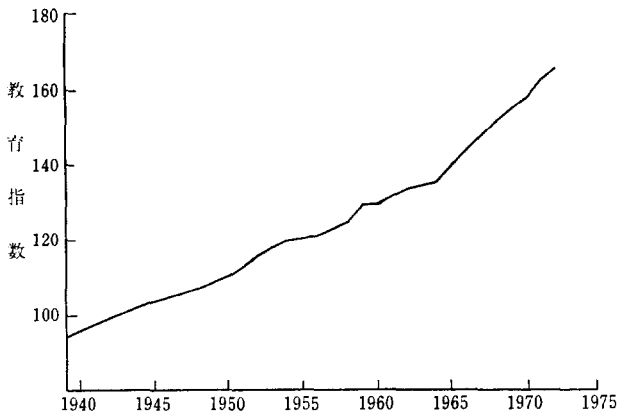
(3) コーン・ピッカーおよびピック・シェラーも含む。

⑤ 土 壌

単収上昇に関連した生産要素の中で、土壌だけは将来に不安の影を投げかけている。化学肥料に過度に依存した耕作法と、限界地の作物耕作への利用、コーンベルト各地の土壌浸食の進行による土壌生産力の低下が報告されている。イリノイ州、アイオワ州、ミズリー州の年間土壌流失量は、エーカー当たりそれぞれ、6.7トン、9.9トン、10.9トンと推計されており、この流失量は土壌生産力を維持しうる限度（米国土壌保全局基準ではエーカー当たり5トン）をはるかに越えているという⁽¹⁸⁾。

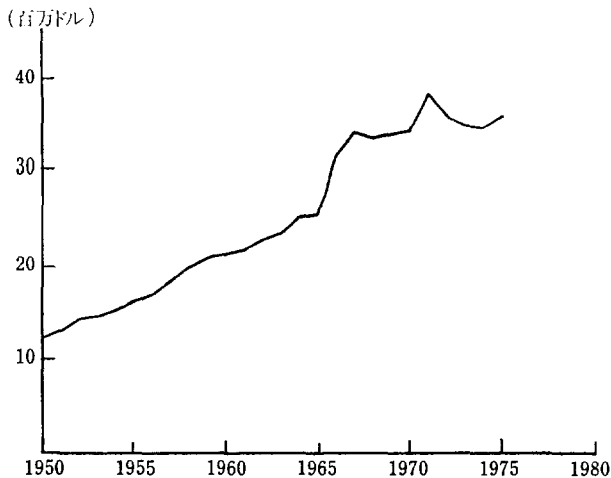
⑥ 管理労働力

コーンベルト農民の経営管理能力の向上も、単収上昇の実現に大きく貢献してきた。第15図には、米国農業者の教育水準の推移が示されているが、この教育水準は着実に上昇を続けている。さらに、公立普及事業、民間企業の宣伝活動、セミナー、出版物等を通じて、農民の知的水準は向上しており、新技術の普及もスムーズに行なわれている。農業技術の急速な進歩を前提とした生産競争の下で生き残るためには、新しい技術を自由に使いこなし、激しく変化する経済環境に対応して農場経営を効率的に行ないうる経営管理能力が常に求められている。



第15図 農民および農業労働者の教育指数の推移

資料：Y. C. Lu, C. Philip and Q. Leroy, "Prospects for Productivity Growth in U. S. Agriculture", USDA, ESCS, *Agricultural Report*, No. 435. 1979より。



第16図 コーンベルトにおける公的機関の農業研究開発投資額の推移

資料：USDA, *Funds for Research at State Agricultural Experiment Stations and Other State Institutions*.

注. 1967年基準の実質額。

⑦ 研究開発投資

現在の高い農業技術水準を維持し、さらに新しい技術を生み出すためには、農業の研究開発投資が必要である。第16図には、コーンベルトにおける1950年以降の公共部門での研究開発投資額の推移が示されている。これによると、実質額でみても、この間、研究開発投資額は着実に増加を続けている。この傾向は、種子、肥料、農薬、農業機械等の民間企業における研究開発投資額の推移についても同様であろう。農業の技術進歩は、非農業部門における研究開発投資による技術革新に支えられている部分も大きい。

⑧ 経済制度

技術革新が活発に行なわれ、その成果がすみやかに普及して、農場での生産力発展に結びつくためには、かなりの期間にわたってのその社会の安定性と新しい技術をスムーズに受け入れる文化的社会的基盤、個人の創造的活動および企業の自由な経済活動の保障、技術革新、新技術普及を誘発させる適切な経済的インセンティブの存在が必要である。この意味で、米国は、長期間にわたって社会は安定しており、農業技術者の創造的研究活動および農業関連企業、農場経営者の自由な経済活動は保障され、技術革新、新技術普及を誘発する経済的インセンティブもほぼ適切に存在してきたといえる。

個人の創造的活動および企業の自由な経済活動の保障による生産力の発展、それを効率的に誘導するための適切な経済的インセンティブの存在と適度な政府の介入、という考え方は、これまでの米国の経済制度のあり方を支配してきた最も基本的理念である。市場への適度な政府の介入をどの程度と判断するかについては多くの議論がなされてきたが⁽¹⁹⁾、新農業法では、これまでの農業法に比べて、政府の介入よりも市場調整機能重視の考え方が強く打ち出されている。

以上、米国のとうもろこし供給力の拡大を実現させてきた技術進歩について、①種子改良、②化学肥料、③農薬、除草剤、④農業機械、⑤土壌、⑥管理労働力、⑦研究開発投資、⑧経済制度の諸要因に分けて、その動向を概観した。土壌以外の諸要因については、どれも技術進歩を継続させる方向に展開しており、1980年代に入って停滞傾向がみられるとはいえ、今後とも単収上昇の余地はかなりあるとみてよからう。

Swanson と Nyankori の研究によると、周到な栽培管理が行なわれてきたイリノイ州のアラートン・トラスト農場のとうもろこし単収とこの農場の位置する郡の平均単収の1950年以降の推移をみると、両者の格差は最近でも縮まっておらず、現在の技術水準でも、単収上昇のポテンシャルは十分存在するという⁽²⁰⁾。Henkes は、現在利用可能な技術の集約的利用により、1 ha 当たり 18,900 kg の収量 (1984 年の米国の平均単収は 5,980 kg) をあげることが実現可能だと推定している⁽²¹⁾。

- 注(1) USDC, *1978 Census of Agriculture*, Vol. 1, Part 51, Washington, D. C. 1981.
- (2) USDC, *1974 Census of Agriculture*, Vol. 1, Part 51, Washington, D. C. 1977.
- (3) R. N. Wisner, "The Changing Structure of U. S. Corn and Feed Grain Farming", *Farm Structure: A Historical Perspective on Changes in the Number and Size of Farmers*, Washington, D. C.: Committee on Agriculture, Nutrition, and Forestry U. S. Senate, 96th Congress 2nd Session, 1980 (R. N. ウィスナー著, 渋谷佑彦解説, 杉崎真一訳「米国におけるとうもろこし生産構造の変化と見通し」〔『世界の畜産』通巻第69号, 東京, 国際食料農業協会, 昭和58年〕)。
- (4) C. V. Fulton, E. O. Heady and G. E. Ayres, "Farm Machinery Costs in Relation to Machinery and Farm Size", *Center for Agricultural and Rural Development Report*, No. 80, Iowa State University, 1978.
- (5) M. T. Batte and S. T. Sonka, "Before—and After—Tax Size Economies: An Example for Cash Grain Production in Illinois", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 3, 1985, pp. 600-608.
- (6) R. N. Wisner, *op. cit.*
- (7) 服部信司「不況に苦しむアメリカ農業(下)」〔『現代農業』昭和60年8月号〕, 177ページ。
- (8) 立岩寿一「アメリカの農業不況と農政転換——1985年農業調整法をめぐって——」〔『農業および園芸』第60巻第8号, 昭和60年〕, 976ページ。
- (9) 日本貿易振興会「米議会, 新農業法案を可決」〔『農林水産物の貿易』No. 1563, 東京, 日本貿易振興会, 昭和61年〕, 1~4ページ。
- (10) 技術進歩を計量的に取り扱うことの問題点を整理した論文として次のものがある。Z. Griliches, "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, 1979, pp. 92-116.
- (11) 作物単収の趨勢的推移への4次トレンド式の当てはめについては, 著者は山形県の水稲単収の推移について試みている。拙稿「技術進歩と生産規制要因の変遷——気象条件からみた山形県水稲生産の事例研究——」〔『農業総合研究』第38巻第2号, 昭和59年〕, 123~142ページ。
- (12) O. T. Demead and R. T. Shaw, "The Effect of Soil Moisture Stress at Different Stages of Growth on the Development and Yield of Corn", *Agromony Journal*, Vol. 52, 1960, pp. 272-274., E. C. A. Runge, "Effect of Rainfall and Temperature Interactions During the Growing Season on

- Corn Yield”, *Agronomy Journal*, Vol. 60, 1968, pp. 503-507 等。
- (13) USDA, “Fluctuations in Crops and Weather, 1866~1948”, *Statistical Bulletin*, No. 101, Washington, D. C. 1951.
- (14) L. M. Thompson, “Weather Variability and the Need for a Food Reserve”, *Center for Agricultural and Economic Development Report*, No. 26, Iowa State University, 1966.
- (15) USDC, *Monthly Climatic Data for the World*, 1966~83年間の各月版。
- (16) USDA, *Agricultural Statistics*, 1961.
- (17) USDA, *Agricultural Statistics* 各年版。
- (18) USDA, SCS, *American Soil and Water: Condition and Trends*, Washington, D. C. 1980.
- (19) 市場への適度な政府の介入の程度をめぐる最近の実証研究の動向については、著者は次の文献でレビューを試みている。拙稿「農業保護の経済効果に関する実証研究の動向」(紙谷貢, 是永東彦編『農業保護と農産物貿易問題』, 農業総合研究所研究叢書第105号, 昭和60年), 341~368ページ。
- (20) E. R. Swanson and J. C. Nyanhoric, “Influence of Weather and Technology on Corn and Soybeans Yield Trends”, *Agricultural Meteorology*, Vol. 20, 1979, pp. 327-342.
- (21) R. Henkes, “Souped-Up Seeds”, *The Furrow*, Vol. 86, July/August 1981, pp. 10-13.

4. お わ り に

以上, 3章にわたって, 米国産とうもろこしの需給動向について概観した。最後に, これまでの分析により得られた知見を整理して, 本稿のまとめとしたい。

(1) 米国の粗粒穀物生産は, 元来は国内畜産部門への飼料供給を主目的に成立していたものであるが, 1960年代半ば以降その輸出依存度を急速に高め, 1983年には世界の粗粒穀物輸出量全体の約6割を輸出するに至っている。この粗粒穀物輸出の85%はとうもろこしが占めており, とうもろこしは米国粗粒穀物生産の中心作物である。わが国は, 1984年には2,100万トンの粗粒穀物を輸入したが, その68%はとうもろこしが占めており, さらにその95%は米国からの輸入である。

(2) 米国産とうもろこしの需要量は, 1950~83年間に2.5倍に増大したが, これは, 国内飼料用需要のこの期間全体を通じての着実な増加, 1960年代半ば以降の急増, 1970年代半ば以降の食用・種子・工業用需要の急増によるものである。

(3) 国内飼料用需要は, 畜産物生産の増大に支えられて着実に増加してきたが, 最近

では、経済成長の鈍化に伴う畜産物需要の伸び悩み、畜産物需要自体の飽和水準への接近等を反映して、停滞傾向もみられる。穀物消費家畜単位数、畜産物価格/とうもろこし価格比率、他飼料穀物価格/とうもろこし価格比率等の変化に対応して、その需要量は変化している。

(4) 食用・種子・工業用需要は、1970年代半ば以降急増しているが、これは、高果糖コーン・シロップ、エタノール製造用とうもろこし需要が急増しているためである。高果糖コーン・シロップの消費量は、砂糖計画の下で価格が引き上げられてきた国内精製糖の代替として、ソフト・ドリンク産業を中心に急増している。コーン・エタノールの消費量は、連邦政府、州政府のエタノール混入ガソリン課税優遇制度の下で急増している。

(5) 米国産とうもろこしの輸出量は、1960年代半ば以降急増し、特に70年代には4倍以上に拡大した。輸出先としては、以前はECが圧倒的ウェイトを占めていたが、ECの構成比は一貫して低下し、1970年代には日本、ソ連、東ヨーロッパ諸国、途上国の構成比が上昇し、最近ではポルトガル、スペイン、韓国、台湾等の構成比が上昇している。1980年の対ソ連穀物輸出規制を契機とするソ連の輸入先の多角化、途上国、東ヨーロッパ諸国の累積債務の増大、ローン・レートの高めの設定とドル高による輸出競争力の低下等のため、輸出量は1979年をピークに低迷している。

(6) 需要拡大に対応して、とうもろこし生産量も、1950～84年間に2.8倍に拡大した。この間、生産立地は、気象、土壌条件の適したコーンベルト、五大湖諸州に集中化し、1984年の生産量全体の約7割はこの両地域が占めている。

(7) コーンベルトの農場規模拡大は1940年ごろより始まり、特に60年代から70年代前半にかけて拡大テンポが速かったが、最近では500エーカー以上階層で規模拡大が進んでいる。規模拡大の背景としては、技術進歩に伴う規模の経済性の存在が指摘されるが、1,000エーカー以上階層での規模拡大については、農地価格の激しい変動の下での経営資金力格差が指摘される。農場の所有形態としては、小作農および自作農比率が低下して自小作農比率が上昇している。

(8) 米国のとうもろこし供給力の拡大は、そのほとんどが単収上昇により実現された。コーンベルトのとうもろこし単収は、1930年ごろより上昇を始め、50年代半ばから60年代にかけて急上昇し、70年代にはその上昇テンポを減速し、80年代に入ってから停滞傾向がみられる。1920年以降のコーンベルト5州のとうもろこし単収の推移について、技術進歩と気象要素を説明変数とする推計式の計測を試みたが、とうもろこし単収の推移はこれらの説明変数でほぼ説明され、気象要素の中では、特に7月の降水量と7

月、8月の平均気温が重要であることが確認された。

(9) この単収推計式を用いた作柄指数の計測結果によると、コーンベルトでは作柄指数85前後の不作年が5年に1度、作柄指数73前後の不作年が10年に1度出現する可能性がある。1970年代のとうもろこし在庫量は生産量の14%前後で推移したこと、コーンベルト以外の地域の作柄変動はさらに激しいこと、世界粗粒穀物市場の緩衝在庫はほとんど米国が担っていること等を考えると、米国産とうもろこしの作柄変動の規則性も考慮に入れたわが国のとうもろこし輸入対策の確立が望まれる。

(10) 技術進歩の動向を、種子改良、化学肥料、農薬、除草剤、農業機械、土壌、管理労働力、研究開発投資、経済制度の諸要因に分けて概観したが、土壌以外のすべての要因は、現在も技術進歩を進める方向に展開しており、単収上昇の余地はかなりあるようである。

以上のように、米国のとうもろこし供給力は、その供給を担う生産立地のコーンベルト、五大湖諸州への集中化、供給主体である生産農場の規模拡大と自作農比率の上昇という変容をとげながら、技術進歩による単収上昇によって、そのポテンシャルを増大させることが見込まれる。これに対して、需要の方では、国内飼料需要、種子用、菓子用需要の増加はそれほど期待できないので、高果糖コーン・シロップやエタノール製造用需要、輸出需要の動向が、今後の米国のとうもろこし産業のパフォーマンスを決める重要な要因となるであろう。

1985年12月には、今後の米国農業政策の基本方向を決める新農業法が成立した。この新農業法では、ローン・レート水準の市場価格動向に応じた段階的引き下げ、目標価格の2年間現行水準凍結後の段階的引き下げ、20億ドル相当の政府在庫の輸出業者向け無償供与による輸出振興等が決められており、市場機能重視による米国農産物の輸出競争力の回復が企図されている。

既に述べたように、とうもろこし供給の主体である生産農場の中には、1980年代以降の輸出不振によるとうもろこし価格の低迷、インフレの鎮静化、高金利の持続、地価下落の下で多額の負債をかかえ、経営危機に陥っている農場も少なくない。このような農場は、市場機能を重視した新農業法の下で、どのような展開をとげていくのだろうか。また、今後の米国とうもろこし産業のパフォーマンスを決める最大の要因である輸出競争力の回復はどこまで実現するのであろうか。

米国からの粗粒穀物輸入に大きく依存し、また、今後の国内飼料基盤の拡充も、世界市場の動向をみきわめつつ実現を図っていかねばならないわが国にとって、米国のとう

もろこし供給力をめぐるこれらの新しい動きを、今後も注意深く見守っていくことが重要である。これらの諸点については、今後の研究課題としたい。

〔付 記〕

本稿をまとめるにあたっては、データ解析の段階で当研究所稲葉弘道研究員の開発した MICRO AGNESS（計量経済分析用プログラム・パッケージ）を使用させていただいた。また、全体を通じて、柴崎嘉之海外部長、須永芳顕研究員より多くの貴重なコメントをいただいた。同室者の本間孝弥氏には、データ収集・データ解析の段階で多くのご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

（本稿は特別研究「食生活・食料需給の長期的展望」の研究成果の一部である。）

米国のとうもろこし供給力の動向

中 川 光 弘

本稿の課題は、現在、世界の粗粒穀物貿易の動向を大きく支配しており、わが国畜産業の発展にも直接的影響を与えている米国のとうもろこし供給力の動向を検討する点にある。

米国の粗粒穀物生産は、元来は国内畜産部門への飼料供給を主目的に成立していたが、1960年代半ば以降、その輸出が急増し、1983年には世界の粗粒穀物輸出量の約6割を輸出するまでに至っている。この輸出量の85%はとうもろこしが占めており、とうもろこしは米国粗粒穀物生産の中心作物である。一方、わが国は、1984年には2,100万トンの粗粒穀物を輸入したが、その68%はとうもろこしが占めており、さらにその95%は米国産とうもろこしである。

米国産とうもろこしの需要は、1950～83年間に、7,300万トンから1億8,500万トンへ2.5倍に拡大した。その間、国内飼料用需要の構成比は低下した反面、食用・種子・工業用需要、輸出需要の構成比は上昇した。国内飼料用需要は、経済成長の鈍化と畜産物需要自体の飽和水準への接近等を反映して、最近では停滞傾向もみられる。食用・種子・工業用需要は、1970年代半ば以降急増しているが、これは高果糖コーン・シロップ、エタノール製造用需要の急増によるものである。輸出需要は、ソ連の穀物大量買付けを契機に1970年代には4倍に拡大したが、80年代に入ってから、ソ連の輸入先の多角化、途上国、東ヨーロッパ諸国の累積債務の増加、ローン・レートの高めの設定とドル高による輸出競争力の低下等のため低迷している。

需要拡大に対応して、生産量も1950～84年間に2.8倍に拡大したが、この間、生産立地はコーンベルトと五大湖諸州に集中化した。生産を担う農場の動向としては、500エーカー以上階層で規模拡大が進んでおり、小作農および自作農比率の低下と自小作農比率の上昇がみられる。

米国のとうもろこし供給力の拡大は、ほとんどが技術進歩による単収上昇によってもたらされた。また、各年の単収変動は、ほとんどが気象要因によって説明され、コーンベルトでは、特に7月降水量と7月、8月平均気温の影響が大きい。技術進歩の動向をその諸要因に分けて検討してみたが、土壌以外の諸要因は技術進歩をさらに進める方向に展開しており、単収上昇のポテンシャルはかなりあるとみられる。