

## 中国におけるトウモロコシの需要拡大に関する経済学 的研究 飼料用、工業用及びコーンエタノールの 需要拡大インパクト分析

徐, 金峰

<https://doi.org/10.15017/1441305>

---

出版情報：九州大学, 2013, 博士（農学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

中国におけるトウモロコシの需要拡大に関する経済学的研究  
飼料用、工業用及びコーンエタノールの需要拡大インパクト分析

徐 金峰

2014

中国におけるトウモロコシの需要拡大に関する経済学的研究  
飼料用、工業用及びコーンエタノールの需要拡大インパクト分析

九州大学大学院 生物資源環境科学府

博士(農学)請求論文

平成 25 年 12 月

徐 金峰

## 要 旨

本研究は、中国におけるトウモロコシの飼料用需要と工業用需要の拡大、及びコーンエタノールの生産拡大がそれらに与える影響について分析したものである。中国では近年において、所得や生活水準の向上に伴い肉類、特に豚肉の消費が増加しており、それに合わせて飼料用トウモロコシの需要も増加している。また、豚肉生産は豚の雑食性及び国民のタンパク質栄養源の観点から重視されている。一方、トウモロコシの過剰在庫問題や原油への輸入依存度を減らすため、トウモロコシを原料としてコーンスターチやコーンエタノール生産の拡大を政策的に支援してきた。その中で注目を浴びた代表的な政策としてコーンエタノールの生産・普及政策がある。本研究は最新のデータを駆使し、トウモロコシの飼料用需要と工業用需要の価格弾力性を計測し、さらにそれらを用いて今後のコーンエタノール生産の需要シミュレーションとその結果に基づいた政策提言を行った。

本研究は、まず中国における養豚経営の飼料構造と大規模への生産構造転換を考慮した上で、大規模養豚に絞った飼料用トウモロコシの需要関数を推定し、その養豚農家における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシ需要にどのようなインパクトをもたらしているかについて分析した。既存の論文ではトウモロコシを配合飼料として使用していない小規模養豚農家をも含めたデータにより飼料用需要の価格弾力性を推定している。しかし、大規模化が進みつつある近年の状況においてはより正確な分析結果が求められる。そこで、本研究ではトウモロコシを配合飼料として積極的に使用している大規模養豚経営に絞った飼料用需要関数の推定を行い、養豚経営の大規模への生産構造転換が進んでいる中国養豚業の実態をより正確に分析した。本研究による分析の結果、大規模養豚経営向け飼料用トウモロコシの需要においてはコムギ及び高粱がトウモロコシと代替財の関係にあり、トウモロコシ対コムギの価格比と豚肉生産量に強く影響を受けることが示唆された。つまり、この価格比が1%上昇すれば、飼料用トウモロコシの需要量は0.360%減少すること、また、

豚肉生産量が 1%拡大すれば、飼料用トウモロコシの需要量は 0.904%増加することが示唆された。

次に本研究は、工業用トウモロコシの需要の中で約 6 割を占めているスターチ向け工業用トウモロコシの需要に対し、中国におけるスターチ生産の拡大が工業用トウモロコシ需要に与える影響を分析した。既存の論文では中国におけるスターチやアルコールなどトウモロコシ加工製品の生産拡大が工業用トウモロコシの需要に与える影響については、数値的データに基づいた実証分析によるものではなく、憶測のレベルにとどまっていた。本研究では、スターチ向けトウモロコシの数値データを用いて需要関数を推定し、スターチ生産の拡大がスターチ向け工業用トウモロコシの需要に与える影響を定量的に明らかにした。その結果、スターチ向け工業用トウモロコシの需要量はスターチ生産量に強く影響を受けることが示唆された。つまり、スターチ生産量が 1%拡大すれば、スターチ向け工業用トウモロコシの需要量は 1.03%増加することが示唆され、また、トウモロコシの価格はスターチ向け工業用トウモロコシの需要量に対し有意性のある変数とは計測されなかった。

さらに、中国政府はトウモロコシ主産地である黒龍江省と吉林省において、コーンエタノール 10%をガソリンに混合させる E10 政策を 2002 年から本格的に開始したが、2007 年からはコーンエタノール生産の拡大を抑制している。本研究は前章で計測したトウモロコシの飼料用需要の価格弾力性と工業用需要の価格弾力性を用いて、今後のコーンエタノール生産の需要シミュレーションを行った。コーンエタノール生産シナリオを、①2020 年にコーンエタノールの生産量を 2007 年の 2 倍に、②2020 年にコーンエタノールの生産量を 2007 年の 3 倍に、③2020 年にコーンエタノールの生産量を 2007 年の 5 倍に拡大した場合の 3 シナリオについて分析した。その結果、①のシナリオの場合、トウモロコシの価格は 2020 年に 6.6%上昇し、飼料用需要と工業用需要はそれぞれ 2.4%、0.4%減少する。②のシナリオの場合、トウモロコシの価格は 2020 年に 13.2%上昇し、飼料用需要と工業用需要はそれぞれ 4.7%、0.8%減少する。③のシナリオの場合、トウモロコシの価格は 2020 年に 26.4%上昇し、飼料用需要と工業用需要はそれぞれ 9.5%、1.5%減少するという結果をもたらすこ

となどが示唆された。つまり、2007年からコーンエタノールの生産拡大を抑制せずにそのまま続けていた場合、トウモロコシの価格は上昇し、それが飼料用需要に与える影響は大きくなり、工業用需要に与える影響は限定的という結果が得られた。こうしたコーンエタノール生産の可能性シミュレーションはコーンエタノール生産の拡大を抑制した中国政府の政策の妥当性を裏づけるものとなった。

こうした分析結果から、本研究は政策提言として次の3項目を掲げた。

1. 飼料穀物の原料としてトウモロコシとコムギ、高粱が代替関係にあることから、飼料穀物の安定的供給及び持続可能な養豚業を実現するため、トウモロコシのみならずコムギや高粱など代替穀物飼料の生産を促すべきであると考えられる。
2. トウモロコシの価格を安定化するため、2009年から実施したコーンスターチの生産拡大を奨励する政策については、規制すべきであると考えられる。
3. コーンエタノール生産はトウモロコシの需要を拡大するため、中国のトウモロコシの生産農家にとっては歓迎されるべきことであるが、トウモロコシ価格の大幅な上昇を伴う可能性があることから、養豚農家には打撃となる。よって、今後、コーンエタノールの生産拡大への政策転換を進める場合には慎重を要すると考えられる。

## 目 次

要 旨 .....	i
目 次 .....	iv
図 一 覧 .....	vi
表 一 覧 .....	vii
第 1 章 はじめに .....	1
第 1 節 研究背景 .....	1
第 2 節 研究目的と方法 .....	4
第 3 節 先行研究 .....	5
第 2 章 中国におけるトウモロコシの需給分析 .....	15
第 1 節 トウモロコシの需要とその背景 .....	15
第 2 節 トウモロコシの供給とその背景 .....	26
第 3 節 トウモロコシの輸出入とその背景 .....	32
第 4 節 トウモロコシの価格とその背景 .....	35
第 5 節 本章のまとめ .....	37
第 3 章 中国における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシ需要に及ぼす影響 .....	39
第 1 節 課題 .....	39
第 2 節 中国における養豚生産構造と飼料構造 .....	40
第 3 節 モデルとデータ .....	46
第 4 節 分析結果とその考察 .....	48
第 5 節 本章のまとめ .....	52
第 4 章 中国におけるスターチ生産の拡大が工業用トウモロコシ需要に及ぼす影響 .....	57
第 1 節 課題 .....	57

第2節	工業用需要とその背景	59
第3節	モデルとデータ	65
第4節	分析結果とその考察	67
第5節	本章のまとめ	69
第5章	中国におけるコーンエタノールの生産拡大がトウモロコシの飼料用需要と工業用需要に及ぼす影響	71
第1節	課題	71
第2節	燃料用需要とその背景	73
第3節	モデルとデータ	79
第4節	分析結果とその考察	82
第5節	本章のまとめ	85
第6章	おわりに	88
第1節	結語	88
第2節	残された課題	91
引用文献		93
謝辞		103



## 図 一覧

図 2-1	中国におけるトウモロコシの用途別分類とその推移	16
図 2-2	中国におけるトウモロコシの用途別分類とその割合	17
図 2-3	中国における畜産物の生産量推移	18
図 2-4	中国の大規模養豚向け飼料用トウモロコシの需要量とその割合	21
図 2-5	中国のコーンスターチ及びコーンエタノールの生産量推移	23
図 2-6	中国のスターチ向け工業用トウモロコシの需要量とその割合	24
図 2-7	中国におけるトウモロコシの生産量とその割合	27
図 2-8	中国におけるトウモロコシの作付面積とその割合	28
図 2-9	中国、米国と世界などのトウモロコシ単収の比較	29
図 2-10	中国におけるトウモロコシの産地分布状況	30
図 2-11	中国のトウモロコシ主産地におけるトウモロコシの生産量推移	31
図 2-12	中国のトウモロコシ主産地におけるトウモロコシ作付面積の推移	32
図 2-13	中国におけるトウモロコシの需給状況	35
図 2-14	中国におけるトウモロコシの国内価格と国際価格	36
図 3-1	中国における規模別養豚経営の年間出荷頭数の推移	42
図 4-1	中国における工業用トウモロコシの需要量とその構成	64
図 5-1	中国における新車販売台数の推移と年間増加率	74
図 5-2	中国における原油の輸入依存度とガソリンの消費量推移	75
図 5-3	中国のトウモロコシの用途別割合とコーンエタノール生産量推移	76
図 5-4	コーンエタノール生産拡大に伴う飼料用需要の減少に関する需給メカニズム	80

## 表 一 覧

表 2-1	中国における配合による各飼料の需要量推移（単位：1,000 トン） .....	19
表 2-2	中国における単体飼料の需要量推移（単位：1,000 トン） .....	20
表 2-3	中国の農村と都市における1人当たりの食肉消費量の推移（単位：Kg） ...	25
表 2-4	中国のトウモロコシの輸出・輸入量とその割合（単位：1,000 トン） .....	33
表 3-1	中国における規模別養豚経営の戸数の推移（単位：1,000 戸） .....	41
表 3-2	中国における豚肉の地域別生産量の推移（単位：1,000 トン） .....	43
表 3-3	100g 当たりの飼料別栄養成分表.....	44
表 3-4	大規模養豚経営向け飼料用トウモロコシの需要関数（6）式の推定結果.....	49
表 3-5	大規模養豚経営向け飼料用トウモロコシの需要関数（8）式の推定結果.....	50
表 3-6	飼料用需要に関する先行研究と本研究との比較表.....	51
表 4-1	トウモロコシ加工製品の種類 .....	60
表 4-2	トウモロコシの経済的価値（単位：トン、元） .....	61
表 4-3	中国における原料別スターチの生産量推移（単位：1,000 トン） .....	62
表 4-4	中国におけるトウモロコシ加工製品の生産量推移（単位：1,000 トン） .....	63
表 4-5	中国におけるスターチ向け工業用トウモロコシの需要関数の推定結果.....	68
表 5-1	中国の稼働中エタノールメーカーと最大生産量（単位：万トン） .....	77
表 5-2	中国の2010年に稼働予定のエタノールメーカーと生産能力（万トン） .....	78
表 5-3	中国のコーンエタノール生産拡大シミュレーション分析結果（単位：千トン） .....	83
表 5-4	中国におけるコーンエタノール生産拡大の影響（単位：万トン） .....	84

# 第1章 はじめに

## 第1節 研究背景

中国では、トウモロコシの栽培が19世紀にほぼ全土で展開されており、伝統的な主食あるいは副食とされてきた。1949年の建国以降は、豚の雑食性及び国民のタンパク質栄養源の観点から養豚業の発展が重視されており、そのためにトウモロコシは重要な飼料の原料として重視されてきた。1978年の中国の改革開放政策をきっかけに、1人当たりの所得上昇に伴う生活水準の向上や食生活の高度化が進み、1980年代半ばまで主食として消費されたトウモロコシの急激な減少とともに肉類や乳製品などの畜産物、とりわけ豚肉の需要が急速に伸び、その需要量の増加に合わせ、エネルギー飼料として重要な原料である飼料用トウモロコシの需要が増大している。

一方、1949年の建国以降、中国では食糧<sup>1</sup>生産を重視する農業政策と都市住民に対する安価な食糧を配給する一元的な食糧流通制度<sup>2</sup>が形成され、その制度は1998年までに維持されてきた。この制度を背景に、政府による食糧流通の直接統制は流通管理面での大きな取引費用の増大を引き起こすと同時に販売不振による食糧価格の長期的な低迷、そしてそれに伴う農家所得の低下、さらに生産拡大に対するインセンティブを阻害し食糧の過剰生産・過剰在庫問題を発生していた<sup>3</sup>。米国農務省（USDA：[PSD Online](#), September 2013）の統計によると、60年代までの中国におけるトウモロコシの期末在庫量は650万トン未満であったが、70・80年代を経て90年後半まで伸び、1999年の期末在庫量はおよそ1億2,380万トンまで増大し、史上最高となった。

トウモロコシの期末在庫量が膨らんでいることを早く感知した中国政府は、90年代半ばから北方地域のトウモロコシを南方地域に輸送する地域間流通システムを構築するとともに政府管理のもとで補助金付きのトウモロコシ輸出を積極的に行い<sup>4</sup>、2002年の輸出量は

1,524 万トンとなり、過去最高となった。同時に、スターチやアルコールなどの加工製品の需要が経済の発展とともに拡大しており、中国政府はトウモロコシの期末在庫量を解消する政策の一環として 2000 年からトウモロコシを主原料としたコーンスターチ (Corn Starch) とコーンエタノール (Corn Ethanol) 生産の発展を政策的に支援してきた<sup>5</sup>。その中で、注目を浴びた代表的な政策として、コーンエタノールの生産・普及政策がある。この政策の背景には、中国人の都市世帯の所得向上と都市化によるモータリゼーション (Motorization) の急速な発展とそれに伴う原油需要の急増がある。

このような振興政策を背景に、2000 年代に入ってからコーンスターチやコーンエタノールの生産量は急速に伸び、トウモロコシの工業用需要量と燃料用需要量はそれに合わせ急激に増加した。その一方で、中国政府が補助金付きのトウモロコシ輸出を積極的に行ったことも付け加え、トウモロコシの期末在庫量は急激に減少しトウモロコシの国内価格は 2006 年から高騰し始めた。さらに、2007 年にはトウモロコシの国際価格が大幅に上昇し、それにつれて国内価格も史上最高値を更新した。因みに 2007 年 6 月の中国における豚肉卸売価格は年前同期比約 70% 上昇し、燃料用・工業用とりわけ前者のトウモロコシ需要の拡大による飼料価格の上昇が主因だと指摘されている [中国食品伙伴網 (2007)]。

こうしたトウモロコシの国内・国際相場を背景に、中国政府は燃料用・工業用需要、とりわけ前者の拡大が家畜向け飼料穀物の安定的供給に与える影響を懸念し、2006 年 12 月に「エタノール生産強化に関する中国国家発展改革委員会及び財政部の通知」<sup>6</sup>を公表し、2007 年からトウモロコシを原料とするエタノール生産の拡大を抑制するとともに今後はキャッサバを中心とした原料からエタノール生産の拡大を進めた。また、2007 年 8 月 31 日に「再生可能エネルギー中長期発展計画」<sup>7</sup>を公表し、2010 年に非穀物を原料としたエタノールの年間生産量を 200 万トン、2020 年には年間生産量を 1,000 万トンに拡大するという目標を定めた。同年 9 月 5 日に「トウモロコシ加工産業の健全な発展を促進する意見」を公表し、トウモロコシ加工利用を制限するとともにトウモロコシの政府買付価格を大幅に引き上げ、その中央備蓄と国家臨時在庫を増やした<sup>8</sup>。さらに、2007 年末より、トウモ

ロコシなどの穀物に対する厳しい輸出規制<sup>9</sup>をするとともに輸出関税と輸出企業に対する付加価値税への還付率引き下げを実施し、トウモロコシの輸出を抑制することでトウモロコシの国際価格高騰が国内価格に波及することを防ぐ政策を実施した。

ところが完全競争市場の中で、ある財やサービスの価格は右下がりである需要曲線と右上がりである供給曲線との交点で決まり、この交点では買い手の需要量と売り手の供給量が一致する。もし、需要が供給を上回れば価格が上がり、下回れば価格が下がる。また、売り手である生産者は利潤を最大化するように生産量を決定し、買い手である消費者は効用を最大化するように消費量を決定する [Mankiw (2002)]。即ち、トウモロコシの価格が上がれば農家は利潤を最大化するように単収の改良や作付面積に対する調整を通じて生産量を増やす。生産量が増えて需要が供給を下回れば価格が下がり、生産者または投入された生産要素の需要量に対し調整を通じて供給量を減らす。また、自由貿易の場合は国内トウモロコシ価格の上昇に伴いトウモロコシ生産者が生産要素の投入量を増やし増産するとともにトウモロコシの輸入量が増える。同じくトウモロコシの供給量が増え需要を上回れば価格が下がり、トウモロコシの供給量は減る。

トウモロコシの需要拡大は中国のトウモロコシの生産農家にとって歓迎されるべきことであるが、トウモロコシ価格の大幅な上昇を伴う可能性があることから中国政府はトウモロコシの燃料用需要、工業用需要及び輸出用需要のコントロールをしている。その一方で、農家所得を保障するために食糧の備蓄や政府買付価格を大幅に引き上げるなど間接的な手段を通じてトウモロコシの価格を維持している。このような施策は食管赤字の拡大による将来的な財政負担となる危険性が高いと指摘したい。

## 第2節 研究目的と方法

本研究では、中国におけるトウモロコシの需要と供給構造、輸出入状況を分析し、特に豚肉生産とスターチ生産がそれぞれトウモロコシの飼料用需要と工業用需要に及ぼす影響について考察した上で、コーンエタノール生産の拡大がそれらの需要に与える影響を明らかにするとともにその結果に基づいた政策提言をすることを目的とする。具体的には下記の通りである。

まず、第2章では、中国におけるトウモロコシの需要と供給構造、そして輸出入状況について統計学的に分析し、特に大規模養豚向けの飼料用需要が飼料用総需要に、また、スターチ向けの工業用需要が工業用総需要に重要な位置を占めていることを明らかにする。

次に、第3章で、中国の大規模養豚に絞った飼料用トウモロコシの需要関数を推定し、その養豚農家における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシの需要にどのような影響を与えるかについて明らかにする。

第4章では、工業用総需要に重要な部分を占めているスターチ向けトウモロコシの需要に対し、中国におけるスターチ生産の拡大がトウモロコシの工業用需要にどのような影響を与えるかについて明らかにする。

第5章では、三つのコーンエタノール生産シナリオを設定し、さらに前章で求められた飼料用需要と工業用需要の価格弾力性を用い、コーンエタノール生産の拡大がトウモロコシの価格と飼料用需要及び工業用需要にどのような影響を与えるかについて考察することを目的とする。

最後に、第6章では、中国におけるトウモロコシの飼料用需要と工業用需要の拡大、及びコーンエタノールの生産拡大がそれらに与える影響について分析した結果に基づき、飼料用需要を優先する中国政府の政策を分析した上で政策提言を行うことを目的とする。

### 第3節 先行研究

上記のような研究目的と方法に従って、本節では、トウモロコシの飼料用需要と工業用需要、燃料用需要などについて、国内外の既存文献をレビューしてみたい。

第一に、トウモロコシの飼料用需要に関する先行研究では、James *et al.* (1978)、Fortenbery *et al.* (2008)、Yoon *et al.* (2010) が、米国における豚肉生産と飼料用トウモロコシの需要について考察を行った。James *et al.* (1978) は、肉牛、豚肉、羊肉、ブロイラー、シチメンチョウ、鶏卵、牛乳など7種類の畜産品生産量が飼料穀物の需要量を決めると仮定した上で、また、今期のトウモロコシ価格と畜産品価格が今期の飼料穀物の需要量を決めるというモデルをもとに、飼料穀物の需要弾力性を推計した。Fortenbery *et al.* (2008) は、豚肉と牛肉、ブロイラーの生産量が飼料用トウモロコシの需要量を決めると仮定した上で、それぞれの生産量とトウモロコシ価格、ダイズ粕の価格が飼料用トウモロコシの需要量を決めるというモデルをもとに、飼料用トウモロコシの需要弾力性を計測した。Yoon *et al.* (2010) は、Fortenbery *et al.* (2008) と同じような仮定を置き、豚と肉牛、ブロイラーの飼育頭羽数とトウモロコシ価格、ダイズミール価格が飼料用トウモロコシの需要量を決めるというモデルを構築し、米国における畜産物生産の拡大が飼料用トウモロコシの需要に及ぼす影響を明らかにした。

また、小泉達治(2007)、Ohga *et al.* (2008)、大賀圭治他(2009)、農水省政策研究所(2010)、草野栄一他(2012) は、中国の豚肉生産と飼料用トウモロコシの需要を対象に、計量分析を行った。この中で、小泉達治(2007) は中国におけるトウモロコシの飼料用需要が豚肉生産量と牛肉生産量によって決まると仮定した上で、養豚と養牛におけるトウモロコシの飼料用需要量を中国の経済成長率によって推定した。そして、前の期の豚肉生産量が次の期の飼料用トウモロコシ需要量を決めるというダイナミックな供給反応モデルをもとに、中国における豚肉生産の拡大がトウモロコシの飼料用需要に与える影響を明らかにした。Ohga *et al.* (2008)、大賀圭治他(2009) 及び農水省政策研究所(2010) は、いずれも共通

の「世界食糧需給モデル」を利用しており、中国におけるトウモロコシの飼料用需要は、ブロイラーと豚肉、鶏卵、牛乳などの生産量によって決まると仮定した上で FAOSTAT のデータをもとに飼料用トウモロコシの需要量を推定した。また、豚や採卵鶏、乳用牛などの家畜がブロイラーに相当する羽数を一定の換算比率（Conversion rate for chicken equivalent）で計算し、その羽数とブロイラー羽数との合計値がトウモロコシの価格とともに飼料用トウモロコシの需要量を決めるというモデルをもとに、中国におけるブロイラー豚、肉牛、採卵鶏、乳用牛などの家畜飼育総羽数の拡大が飼料用トウモロコシ需要量に与える影響を明らかにした。草野栄一他（2012）は、中国において豚肉、羊肉、家禽、牛乳、家禽卵など 6 種類の畜産品生産量が飼料用トウモロコシの需要量を決めると仮定した上で、前の期の豚肉価格が次の期の豚肉生産量を決めるというダイナミック構造をもとに中国の省市区別豚肉の供給関数を推定し、2015 年までの豚肉生産量を予測した。また、中国国家発展計画委員会価格司（1998－2010）が発行した 1 頭当たりの豚が出荷されるまで消費する飼料の需要量を用いて、2015 年までの養豚向け飼料の総需要量を計測した。さらに、その飼料の総需要量と米国農務省が発行した中国の飼料用トウモロコシの総需要量との弾力性推計によって、2015 年までの中国における飼料用トウモロコシ需要量を推計した。

これらの分析では、飼料用トウモロコシの需要関数の推定において、被説明変数である飼料用トウモロコシの需要量を自ら推定した上で、タンパク質栄養源として需要量が一番多い豚肉の生産量を説明変数として考慮していることと、トウモロコシと代替財の関係にある飼料穀物が存在しないことが共通点であるが、推計を行った時点によって、飼料用トウモロコシの需要量に対する仮定が異なっているところが特徴である。即ち、Ohga *et al.*（2008）、大賀圭治他（2009）、農水省政策研究所（2010）は、小泉達治（2007）と同様の仮定の上で、肉類の生産量の中に占める割合が 1 割未満である牛肉を外し、2000 年に入ってから急速に伸びているブロイラーや鶏卵、牛乳などの生産量を分析に取り入れた。さらに、草野栄一他（2012）は、小泉達治（2007）や Ohga *et al.*（2008）、大賀圭治他（2009）、農水省政策研究所（2010）などのモデルで使用した説明変数をすべて取り入れた上で、羊



肉の生産量を付け加えた。

しかし、これらの分析では、中国のすべての養豚農家が配合飼料を使用すると仮定した上で平均的な弾力性の推定を行ったことが共通の問題点である。実際に中国では養豚経営において、配合飼料を用いない零細・小規模養豚農家が今でも広範囲に存在しているが、2000年に入ってからトウモロコシ価格の上昇を背景に、零細・小規模養豚農家の養豚業からの退出と大規模養豚への生産構造転換が促された [張曉輝 (2006)]。このような養豚業の飼料構造や生産構造を考慮していない分析手法では、配合飼料を用いない零細な養豚農家に対して過大評価することにより、養豚向けの飼料用トウモロコシ需要量を過大評価になったり、あるいは大規模養豚経営に対しては過小評価になりかねない。また、将来のトウモロコシ飼料用の予測においては、正確に推計されない恐れがある。従って、中国の飼料用トウモロコシの需要を究明するには、養豚業の経営規模を考慮に入れるとともに養豚業の大規模経営化の進展も考慮に入れるべきである。

第二に、トウモロコシの工業用需要に関する先行研究では、主に2つの立場に分けて論じている。一つは、トウモロコシ加工業の振興についてポジティブな立場と、もう一つはネガティブな立場がある。ポジティブな立場として、楊習理他 (2003) はトウモロコシの経済的価値を明らかにし、農業の持続可能な発展を実現するためには、その経済的価値を活かせるトウモロコシ加工業の発展を促すべきであると主張している。劉娟 (2003) は吉林省における6つのトウモロコシ加工企業に対して実施したヒヤリング調査をもとに収益費用分析を行い、トウモロコシの経済的価値と企業側の雇用効果について分析した。また、農家の収益増などの立場からみて、トウモロコシの主産地である吉林省内の加工企業を対象に、政策的な支援を強化すべきであると主張している。

趙継湘 (2008) は中国のトウモロコシ加工業において生産効率の低いかつ大量な工業廃水を流している小規模加工企業が広範囲的に存在しており、大規模生産構造への転換を実現すれば飼料業に与える悪影響は存在しないと、明らかにした。李慶偉 (2009) は、生産構造と加工技術、政府政策、経営形態など4つの方面から中国と米国の加工業に対して分

析を行い、中国はトウモロコシの経済的価値を活かすためには、米国をベンチマーキングして国内の加工業の発展を促すべきであると主張している。

その一方で、ネガティブな立場として、阮蔚（2007）は中国におけるスターチの年間1人当たり消費量が米国の10分の1、日本の5分の1にすぎないと強調し、中国の経済がさらに発展すれば、1人当たりのスターチ需要量はさらに増えたとし、トウモロコシ加工業の振興政策を続けると、トウモロコシの価格がさらに上昇するとともに、トウモロコシの輸入量が増えるという見通しを行った。郭慶海（2007）はトウモロコシの増産可能性について分析し、作付面積が限られている中国では、工業用需要の拡大を満たすことができかねるということを示唆した。さらに、トウモロコシの代替関係にあるキャッサバやバレイショ、カンショなどのイモ類の非穀物農産物の利用を振興すべきであるとも強調した。Gale *et al.*（2009）はトウモロコシを原料とした加工製品の生産に対する中国政府の政策的支援、生産構造、及び輸出動向について定性分析を行い、トウモロコシの価格がさらに上昇すると、トウモロコシ加工製品の伸び率は下がるとともに、トウモロコシの輸出規模は縮小するとの見通しを行った。

清水達也（2010）は中国の工業用トウモロコシ需要の構成について記しており、トウモロコシ加工製品の需要増に伴うトウモロコシの工業用需要の拡大は、飼料用需要を圧迫させ、食糧安全保障政策による食糧生産保護を強化すべきであると主張した。張智先他（2010）は中国のトウモロコシ主産地である山東省、吉林省、河南省、内モンゴル、遼寧省などのトウモロコシ加工製品の生産状況について考察を行い、トウモロコシの経済的価値を活かすことは地域の農家所得を増やすことができる有用な政策でありうるが、過剰生産に伴う危険性もあることから加工業の進展は政府管理のもとで行うべきであるとともに、トウモロコシ加工をトウモロコシの主産地で行うべきであると主張している。丁声俊（2011）は中国の加工業に対する振興政策は、トウモロコシの飼料用需要が工業用需要に回される恐れがあり、食糧安全を優先した上で、トウモロコシの需給均衡を実現すべきであると主張している。

トウモロコシの工業用需要に関する研究では、ほとんどの研究が定性分析にとどまっております。ポジティブな立場を持っている先行研究では、トウモロコシの経済的価値を活かして、農家所得の向上及び持続可能な農業生産を実現すべきであると強調している一方、ネガティブな立場を持っている先行研究では、限られたトウモロコシの供給と、工業用需要の拡大とそれに伴うトウモロコシの価格上昇及びその影響を深刻に受け止めていることが特徴です。もう一つの特徴は、2000年代に入ってから行ったトウモロコシ加工業振興政策に対する評価であるが、時代の流れによってポジティブな立場からネガティブな立場へ転じる傾向がある。因みに、中国政府は、農産物の供給に関する統計は公表しているが、需要に関する統計はあまり公表していない。中国国家糧油信息中心が1995年から公表している「玉米供需平衡表」では、トウモロコシの需要について細分化している。従って、これまでの先行研究で各種統計データを利用し、より詳細な分析が行われていないことから、本章において、定量的分析手法を用いてスターチなどの工業加工製品の生産拡大がトウモロコシの工業用需要に与える影響を明らかにすることは、中国政府の政策を分析・理解する上で有用である。

第三に、トウモロコシの燃料用需要に関する先行研究では、Gallagher *et al.* (2003) は米国においてコーンエタノール生産振興政策に伴い農産物の生産構造が変わっており、その中でトウモロコシの作付面積が急激に伸びる一方、ダイズやコムギの作付面積は顕著に減少したことを明らかにした。OECD (2006) は、米国と EU 全土でコーンエタノールを生産し、その10%をガソリンに混合させると、トウモロコシの作付面積の割合はそれぞれ30%、70%まで拡大すると明らかにした。Taylor *et al.* (2006) は、米国の2014年におけるコーンエタノール生産量をそれぞれ70億、140億ガロンと仮定し、シミュレーション分析を行った。その結果、米国のトウモロコシ価格はそれぞれ14.4%、39.5%上昇し、飼料用トウモロコシの需要量はそれぞれ5.5%、37.3%減少すると明らかにした。FAPRI (2007) は、米国では、燃料用トウモロコシ需要の拡大に伴うトウモロコシ価格の上昇と原油価格の高騰などの原因によって、2006年のトウモロコシ価格は前年同期比73%上昇しており、農産物の

国際価格もそれにつれて上昇したと明らかにした。Yoon *et al.* (2010) は、同じく、コーンエタノールの生産弾力性の推計を通じて米国のコーンエタノール生産の拡大がトウモロコシ市場に及ぼす影響を明らかにした。コーンエタノール生産量が 1%増加した場合、トウモロコシ価格は 0.18%上昇し、飼料用トウモロコシの需要量は 0.05%減少すると明らかにした。

また、黄季焜他 (2007)、小泉達治 (2007)、廖興華他 (2007)、景梅芳 (2008)、張錦華他 (2008)、仇煥広他 (2009)、郎曉娟他 (2009)、郭玲霞他 (2011) などは、中国のコーンエタノール生産と燃料用需要を対象に分析を行った。

廖興華他 (2007) は、コーンエタノールの生産大国である米国とサトウキビを原料とするブラジルの生産・消費状況について考察を行った。つまり、トウモロコシやサトウキビを原料としたコーンエタノールの生産振興政策は、巨大な経済・社会・環境効果をもたらしており、今後のバイオ技術や加工技術の進展に伴い、大規模かつコストの低いコーンエタノールの生産が可能であると主張している。また、コーンエタノールの生産はトウモロコシの需要を拡大するため、農家所得の向上や生産拡大に対するインセンティブを高めることができることから、中国のような農業大国かつ石油輸入依存度の高い原油消費大国ではこのような政策を積極的に進行すべきであると主張している。

小泉達治 (2007) は、米国及び中国のコーンエタノールの生産拡大が世界トウモロコシ需給に与える影響を計量的に計測することを目的として、「世界トウモロコシ需給予測モデル」を開発し、2015年までのトウモロコシ生産量、需要量、輸入量、期末在庫量及び価格について予測を行った。その中で、中国ではコーンエタノール 10%をガソリンに混合させる E10 計画を 2007年からすでに実施している 5省に加えて、9省の全域で実施するシナリオを想定した上で、2015年における中国のトウモロコシ価格について予測を行った。その結果、コーンエタノールの生産量を 2007年の 200万トンから 2015年に 287万トンまで拡大する場合、トウモロコシの価格は毎年わずか 0.5%の上昇にとどまることを示唆した。張錦華他 (2008) は、2006年の中国における燃料用トウモロコシの需要量が工業用需要量と

生産量に占める割合はそれぞれ 10%、2%であることから、コーンエタノール生産が飼料業及び畜産業に与える影響はない、とした。仮に 2010 年までコーンエタノールの生産量を 580 万トンまで拡大すると想定すると、コーンエタノールを 1 トン生産するのに 3.5 トンのトウモロコシが必要であるという比率をもとに得られた燃料用需要量は 2,030 万トンで、総需要量に占める割合は 11.9%にすぎない。さらに、2,030 万トンのトウモロコシを生産するのに 180 万ヘクタールの耕地が必要であり、2006 年の総耕地面積に占める割合は 1.6%にすぎないため、コーンエタノール生産の拡大が飼料業及び畜産業に与える影響は限られていると明らかにした。郭玲霞他（2011）は、2020 年まで中国では 1,000 万トンのコーンエタノールが生産されると仮定した上で、三つのコーンエタノール生産量シナリオ（60%、40%、20%）を設定し、2020 年までのトウモロコシの需要量と供給量を予測した。その結果、2020 年のトウモロコシの需要量は供給量よりそれぞれ 9.5%、7.1%、4.6%増加すると、輸入がないと仮定した上でもコーンエタノール生産拡大がトウモロコシの需給均衡に影響はさほど大きくないと主張した。

一方で、黄季焜他（2007）は、中国では、国際トウモロコシ価格の高騰に伴う影響と、国内のコーンエタノール生産量の急速な拡大などの影響を受け、2007 年のトウモロコシ価格は前年同期比 15.6%上昇したと明らかにした。景梅芳（2008）は、定性的分析方法を用いて中国におけるコーンエタノール生産の拡大が飼料及び養殖業に与える影響を明らかにした。具体的には、燃料用トウモロコシの需要拡大に伴うトウモロコシ価格の上昇は、飼料企業の利益を圧迫しているため、コストダウンを求めた飼料品質の劣化問題は、養殖業の生産歩留まりや食品安全上の問題を引き起こしており<sup>10</sup>、さらに飼料価格の上昇は、畜産業、とりわけ養豚業の持続可能は発展を阻害しかねないと主張している。郎曉娟他（2009）は、中国のコーンエタノール生産政策の変遷及びその背景について考察を行い、今後のコーンエタノール生産政策の動向について見通しを行った。具体的には、当初中国政府がトウモロコシを主原料としたコーンエタノールの生産拡大を打ち出した背景は、トウモロコシやコムギなどの陳化糧問題<sup>11</sup>を解消するためであったが、巨額な財政的支援と補助金支

給のため、市販用のトウモロコシも原料として使用するようになったと明らかにした。また、コーンエタノールの価格が上がればガソリンの価格も上がるが、コーンエタノールの生産は政府による財政支援が必要となっており、今後のコーンエタノール生産に対する政府の抑制は続くと思われた。

仇煥広他（2009）は、コーンエタノールを生産している国の生産状況や政策について考察を行った上で、トウモロコシを主原料としたコーンエタノール生産の拡大が国際及び国内トウモロコシ価格に及ぼす影響について定性分析を行った。具体的には、米国、ブラジル、中国、インドネシアなどの国々はそれぞれコーンエタノール生産に関する中長期発展計画を定めており、それを背景に、トウモロコシを代表としたエネルギー農作物の需要が急激に拡大されるとともに、農産物市場と原油市場での値動きが連動され、食糧価格は長期的にコーンエタノール生産の影響を受けることを明らかにした。

しかし、先の廖興華他（2007）は、農家の立場からみたコーンエタノールのメリットのみ強調しており、それが飼料業・畜産業に与える影響を考慮していない。小泉達治（2007）は、コーンエタノール生産の拡大がトウモロコシ価格に与える影響を定量的に明らかにしたが、飼料業及び畜産業に与える影響は明らかにしていない。黄季焜他（2007）、景梅芳（2008）、仇煥広他（2009）は、コーンエタノールの生産はトウモロコシ価格の上昇を引き起こすと定性的に分析したが、それが飼料業及び畜産業に与える影響分析は行っていない。張錦華他（2008）、郭玲霞他（2011）は、将来にトウモロコシの燃料用需要の増加がトウモロコシの供給量に占める割合を計測して、その与える影響について議論したが、需要量と供給量との比較分析にとどまっており、価格に与える影響と飼料業及び畜産業に与える影響は明らかにしていない。さらに、コーンエタノール生産の拡大がトウモロコシの価格とともに飼料用トウモロコシの需要に与える影響について、定量的分析手法を用いて明らかにしたものは米国を対象にしたもののみで、中国に関する定量分析は、現在のところ見受けられない。

- 
- <sup>1</sup> 中国における食糧は、コメ、コムギ、トウモロコシ、大豆などの豆類、馬鈴薯などのイモ類で構成される [清水達也 (2010)]。
- <sup>2</sup> 一元的流通制度とは、農民は生産した食糧を国が定めた統一買付価格と量に基づいて、国が各地域で設けた国有食糧企業に供出する食糧義務供出制度を指す [寶劔久俊 (2003)]。この制度の背景には、賃金財としての食糧価格を抑制することで、都市セクターの労働賃金を抑え、蓄積された余剰を重工業の投資に向けるといった「強蓄積メカニズム」が存在した [中兼和津次 (1992)]。
- <sup>3</sup> 中国の 1990 年代の食糧流通は国有食糧企業が中心的な役割を担い、特に 1990 年代半ば以降の食糧価格低迷期には、政府が保護価格による無期限買付を実施したために政府在庫量は急増した。
- <sup>4</sup> 中国政府は、80 年代半ばからトウモロコシの輸出を積極的に支援してきたが、1997 年からその支援政策をさらに強化した。具体的には、輸出企業に対する付加価値税の免除や還付と、輸送のための鉄道建設基金の減免、1 トン当たり 140 元の保管輸送費の補助、143 元の付加価値税の還付、そして省ごとの輸出補助金 (吉林省では 1 トン当たり 60 元、黒龍江省では 1 トン当たり 70 元) などが挙げられる [郭慶海 (2009)]。
- <sup>5</sup> コーンスターチの生産に対する政策的支援について、第 4 章で詳細な内容を説明する。
- <sup>6</sup> コーンエタノールの生産拡大に対する規制政策を指すが、第 5 章で詳細な内容を説明する。
- <sup>7</sup> 再生可能エネルギーの中長期発展計画を指すが、第 5 章で詳細な内容を説明する。
- <sup>8</sup> 食糧に対する最低買付価格は 2004 年にコメについて開始され、2006 年からコムギもその対象に追加された。トウモロコシは、旺盛な需要の伸びを反映して、2012 年まで最低買付価格の買い付け対象となっていない。しかし、2007 年からトウモロコシ生産量の大幅な増加に伴い、販売価格の下落傾向が見られたことから、コメと同様に中央備蓄と国家臨時在庫として 2007 年には 460 万トン、2008 年には 3,574 万トンを購入した。なお、2007 年の備蓄用トウモロコシの買付価格は、内モンゴル自治区と遼寧省が 1,420 元/トン、吉林省が 1,400 元/トン、黒龍江省

が1,380 元/トンであった。2009 年にはそれぞれ1,520 元/トン、1,500 元/トン、1,480 元/トンとなっている [清水達也 (2010)]。

<sup>9</sup> 2007 年 12 月 20 日、中国国務院より主要穀物の輸出規制措置が打ち出された。具体的には、こめ、トウモロコシ、大豆などの穀物とその製粉の輸出戻し税 13%を廃止し、2008 年 1 月 1 日から 12 月 30 日の 1 年間限定で麦類 20%、麦粉 25%、コメ・トウモロコシ・大豆 5%、米粉・トウモロコシ粉・大豆粉 10%の輸出関税を導入する。さらに、2008 年からコムギ粉、米粉、トウモロコシ粉などの粉製品が輸出割当許可管理対象に追加する [清水達也 (2010)]。

<sup>10</sup> 2006 年 9 月 17 日に起こった上海「300 人余り、豚肉食用で塩酸クレランブテロール (Clenbuterol) 中毒事件」。 <http://www.epochtimes.jp/jp/2006/09/html/d94892.html>

<sup>11</sup> 長期間保管されてきたトウモロコシやコムギなどの過剰在庫量を指す。



## 第2章 中国におけるトウモロコシの需給分析

### 第1節 トウモロコシの需要とその背景

#### 1. トウモロコシの用途別分類とその推移

中国におけるトウモロコシの需要は、用途別に家畜の餌とした飼料用需要と、コーンスターチやコーンエタノールを含むアルコールなど工業加工製品の原料とした工業用需要、そして食用とその他用に分けられる（図 2-1 及び図 2-2）。その中で、飼料用需要は畜産物需要の増加に伴い緩やかに増加している一方で、食用需要は減少傾向にある。また、工業用需要は 2000 年から急速に伸びており、国内外のトウモロコシ価格の高騰や世界的金融危機の勃発に伴い、2005 年から 2008 年までは横ばいの傾向にあったものの、2008 年から再び急速に伸びている。その他用は種子用と消耗された量の合計値を指すが、あまり変化していないため、ここでは飼料用と食用及び工業用需要に注目したい。

図 2-1 において、2000 年に入ってからトウモロコシの総需要量は右肩のぼりの上昇傾向にあり、2010 年におけるトウモロコシの総需要量は 1 億 7,429 万トン、2000 年の 1 億 2,086 万トンに比べて、44%程度拡大しており、年間 3.7%の増加率を示している。その中で、飼料用需要は 2000 年の 8,900 万トンから 2010 年の 1 億 500 万トンまで 18.0%増加し、年間 1.7%の増加率を示している一方で、食用需要は 2000 年の 1,800 万トンから 2010 年の 1,100 万トンまで減少し、年間 4.8%の減少率を示している。さらに、工業用需要は 2000 年の 850 万トンから 2010 年の 5,000 万トンまで約 6 倍程度増大し、年間 19.4%の増加率を示している。

また、図 2-2 において、2000 年の総需要に占める飼料用需要の割合は 74%であったが、それを境に減少する傾向にあり、2010 年にその割合は 60%まで下がった。2000 年に比べ

ると、およそ14%ポイント程度のトウモロコシが減少した一方、2010年の総需要に占める工業用需要の割合は26%で、2000年の7%に比べ、19%ポイント程度増加した。食用需要は2000年の15%から2010年の6%まで下がった。

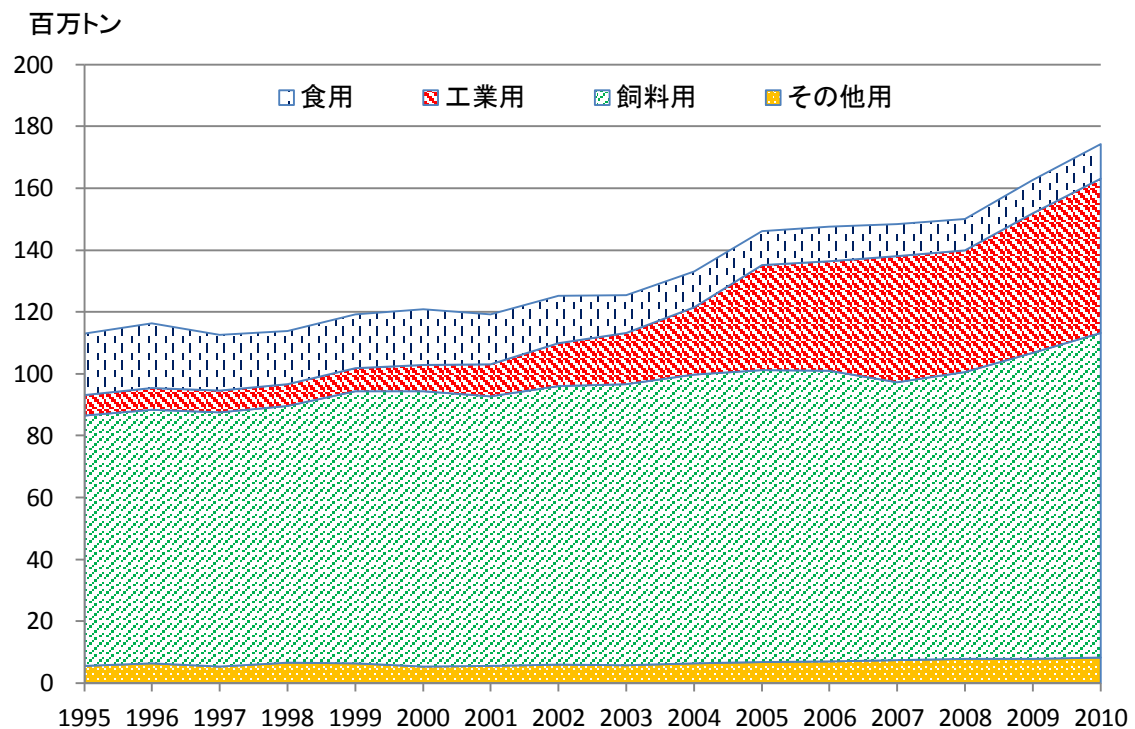


図 2-1 中国におけるトウモロコシの用途別分類とその推移

資料：トウモロコシの総需要量、飼料用需要、食用需要量は、「中国糧食信息网（2008~2010）」、清水達也（2010）、Shao Fei（2012）等より；工業用需要量は「Yu Zuojiang（2008）」、「中国軽工業年鑑（2002~2011）」、「中国糖酒年鑑（2002~2011）」、「Lichts F.O.（2011）」等より；その他用の中で、種子用は「全国農産品成本収益資料滙編（2011）」、消耗量は「Shao Fei（2012）」より引用した。

注：工業用需要には、コーンエタノールの需要が含まれている。トウモロコシの消費に関するデータは公式的に発行していないため、本研究では、データの整合性を求めながら、政府系の食糧情報サイト「中華糧網」を中心に、1995年から2010年までのデータをまとめた。

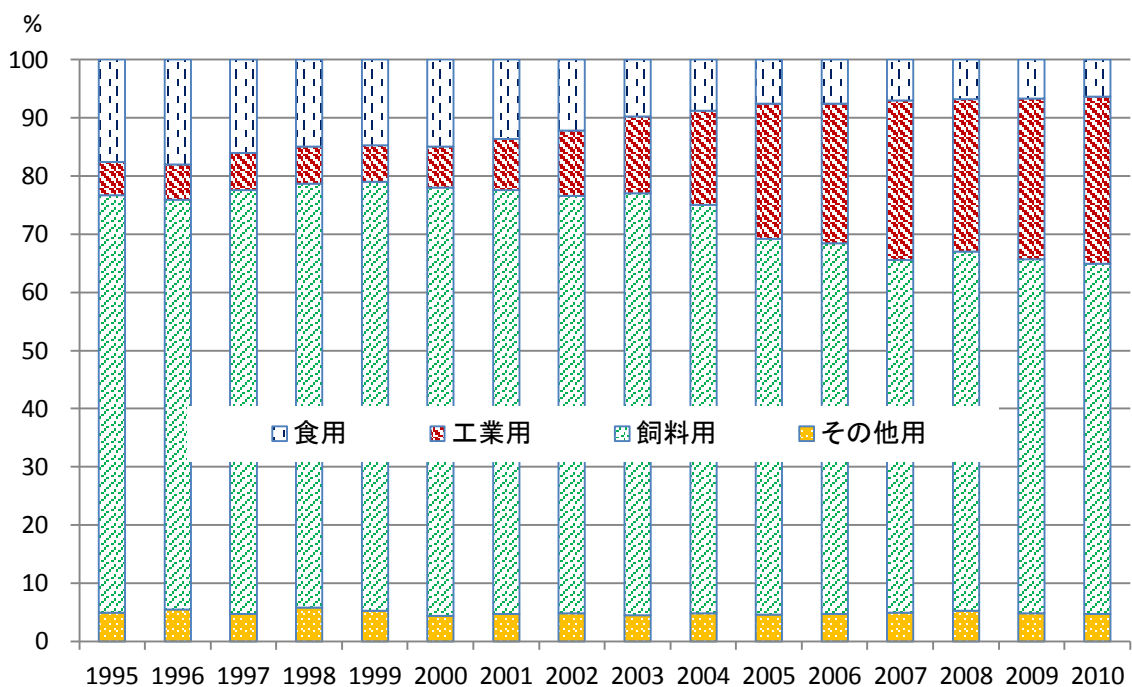


図 2-2 中国におけるトウモロコシの用途別分類とその割合

資料：図 2-1 と同じである。

## 2. 飼料用需要とその背景

図 2-3 は、中国における肉類や乳製品などの畜産物の生産量推移を示しているが、肉類製品の中で、豚肉が圧倒的な地位を占めており、家禽肉の生産量は拡大する一方で、牛肉の生産量は緩やかな増加傾向を見せている。3 種類の食肉生産量はトウモロコシの価格高騰の影響を受け、2006~2007 年に一斉に減少したが、牛乳と家禽卵の生産量は増加したことから、牛乳と家禽卵の生産量はトウモロコシ価格に影響されないと推測できる。

具体的には、2011 年における豚肉、家禽肉及び牛肉の生産量はそれぞれ 5,053 万トン、1,673 万トン、648 万トンで、1993 年の 2,854 万トン、574 万トン、234 万トンに比べ、それぞれ 77%、191%、177%程度増加し、年平均 3.2%、6.1%、5.8%の増加率を見せている。また、家禽卵と牛乳の生産量も急激に拡大しているが、2011 年の生産量はそれぞれ 1,590 万トン、3,660 万トンで、1993 年の 574 万トン、499 万トンに比べ、それぞれ 177%、538%

程度増加し、年平均 5.8%、11.7%の増加率を見せている。ところで、牛乳の場合は、2000年から 2007 年にかけて、年平均 14.5%の増加率で急激に増加したが、2008 年のメラミン事件を背景に、横ばいの傾向にある。

3 種類の食肉生産量の中で一番高い増加幅を見せたのは牛肉で、年平均増加率が一番早いのは家禽肉となっていることから、中国の人々の生活水準の向上と食生活の高度化が進んでいると推測できる。特に、近年において食生活の洋食風が流行っているが、今後の 1 人当たりの所得水準がさらに増加すると食肉の需要量もさらに増加するという傾向にある。

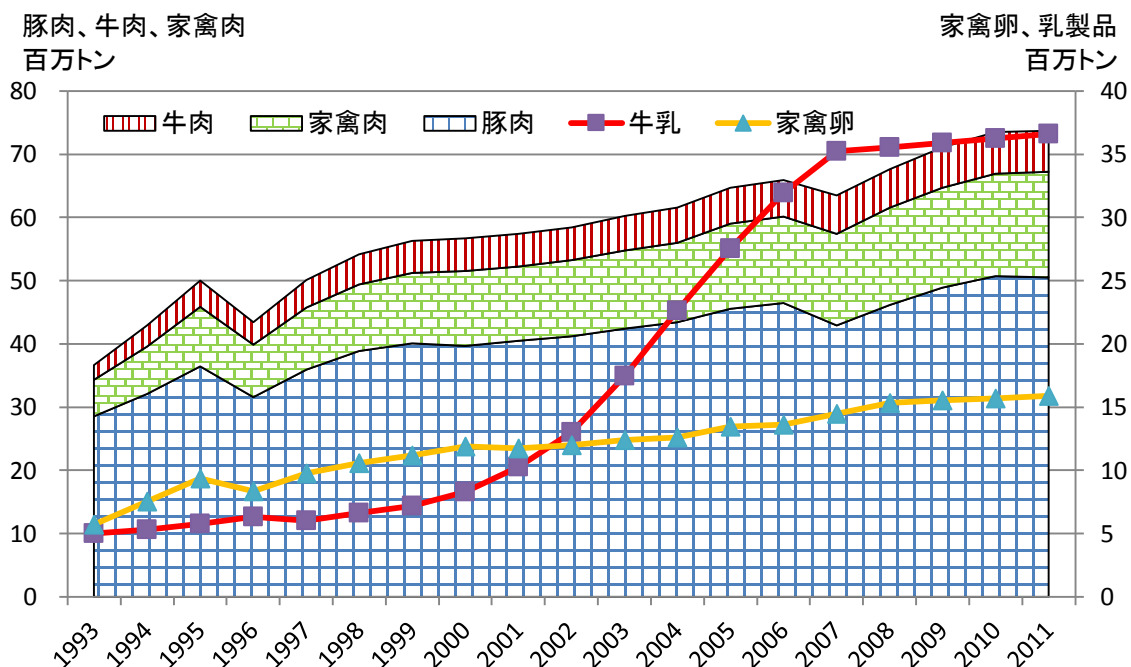


図 2-3 中国における畜産物の生産量推移

資料：新中国農業 60 統計資料（1949~2009）、中国統計年鑑（2012）

こうした肉類や乳製品など畜産物生産の拡大を背景に、家畜の飼料及び飼料穀物の需要もそれに合わせて、急速に伸びている（表 2-1、表 2-2）。まずは飼料に関して、飼料は配合によって配合飼料、混合飼料、単体飼料などに分けられるが、また、栄養価によって粗飼料、濃厚飼料、添加剤混合飼料などに分けられる [河原昌一郎（2013）]。

表 2-1 中国における配合による各飼料の需要量推移（単位：1,000 トン）

	配合飼料		濃厚飼料		添加剤混合飼料		総生産量
	数量	割合	数量	割合	数量	割合	
1995	45,000	(93%)	2,600	(5%)	700	(1%)	48,300
1996	51,000	(92%)	3,800	(7%)	750	(1%)	55,550
1997	54,740	(90%)	5,000	(8%)	830	(1%)	60,570
1998	55,730	(84%)	8,870	(13%)	1,380	(2%)	65,980
1999	56,000	(81%)	10,970	(16%)	2,230	(3%)	69,200
2000	59,120	(80%)	12,490	(17%)	2,680	(4%)	74,290
2001	60,870	(78%)	14,190	(18%)	3,000	(4%)	78,060
2002	62,390	(75%)	17,640	(21%)	3,160	(4%)	83,190
2003	64,280	(74%)	19,580	(22%)	3,260	(4%)	87,120
2004	70,310	(73%)	22,240	(23%)	4,050	(4%)	96,600
2005	73,710	(72%)	24,460	(24%)	4,830	(5%)	103,000
2006	81,170	(73%)	24,560	(22%)	4,860	(4%)	110,590
2007	93,190	(76%)	24,910	(20%)	5,210	(4%)	123,310
2008	105,900	(77%)	25,310	(19%)	5,460	(4%)	136,670
2009	115,350	(78%)	26,860	(18%)	5,920	(4%)	148,130
2010	129,740	(80%)	26,480	(16%)	5,790	(4%)	162,010
2011	149,150	(83%)	25,430	(14%)	6,050	(3%)	180,630

資料：中国飼料工業年鑑（1994~2012）

表 2-1 は、中国の配合による種類別飼料の需要量推移を示しているが、総生産量は畜産物生産量の拡大に伴い増加している。2011 年の生産量は 1 億 8,063 万トンで、農産物の消費者段階での自由流通を開始した 1993 年の 4,550 トンに比べると、およそ 3 倍程度増加し、年平均 8% の増加率を見せている。

表 2-2 は中国におけるトウモロコシ、コムギ、高粱などの穀物飼料とダイズ粕、菜種粕、魚粉などの粕類タンパク質飼料の需要量推移を示している。

表 2-2 中国における単体飼料の需要量推移（単位：1,000 トン）

	トウモロコシ	コムギ	高粱	ダイズ粕	菜種粕	魚粉
1995	75,000	3,200	2,000	7,123	4,870	1,148
1996	79,000	3,400	2,300	9,434	4,462	1,288
1997	82,500	4,900	1,650	10,896	5,411	951
1998	86,500	5,000	2,034	11,654	5,510	1,133
1999	89,500	6,500	900	12,562	6,647	1,687
2000	92,000	10,000	477	14,995	6,890	1,401
2001	94,000	9,000	700	14,634	6,629	1,452
2002	96,000	6,500	725	19,557	5,800	1,194
2003	97,000	6,000	750	18,967	6,644	1,521
2004	98,000	4,000	500	22,737	7,744	1,886
2005	101,000	3,500	500	27,076	7,970	1,265
2006	104,000	4,000	150	26,905	7,119	1,258
2007	106,000	8,000	100	30,084	6,704	1,646
2008	108,000	8,000	100	30,883	7,967	1,618
2009	118,000	10,000	100	36,596	9,622	1,258
2010	128,000	13,000	200	42,382	9,867	1,431
2011	131,000	22,000	400	45,840	10,287	1,515

資料：USDA：[PSD Online](#), (September 2013) <sup>1 2</sup>

ところで、中国では、畜種ごとの飼料用トウモロコシの需要量に関する内訳が公表され

ていない。そのため、本研究では「全国農産品成本収益資料滙編」<sup>13</sup>という統計資料を編集した中国国家発展和改革委員会価格司成本科の関係者に対してヒヤリング調査（2013年10月2日）を行った。その結果、中国の養豚業では、年間50頭以下出荷する小規模養豚農家による出荷頭数が約半分前後を占めているが、これらの農家が使用した飼料用トウモロコシの量は中国全土でどれだけ使ったか推測困難であるため、この部分のデータは調査を行わずに家畜の栄養ベースで推定したデータだと明らかにした。さらに、年間50頭以上出荷する大規模養豚経営はほぼ全面的に配合飼料を使用しており、規模が多ければ大きいほどその需要量は多いことも明らかにした。

図2-4は、中国における年間50頭以上出荷する大規模養豚向け飼料用トウモロコシの需要量とその割合を示している。2003年を境に大規模養豚向け飼料用トウモロコシの需要量が増加しており、2005年からは下落傾向に転じたが、2007年から再び上昇し、2010年にはピーク値を更新した。具体的には、2010年の飼料用トウモロコシの需要量は約6,900

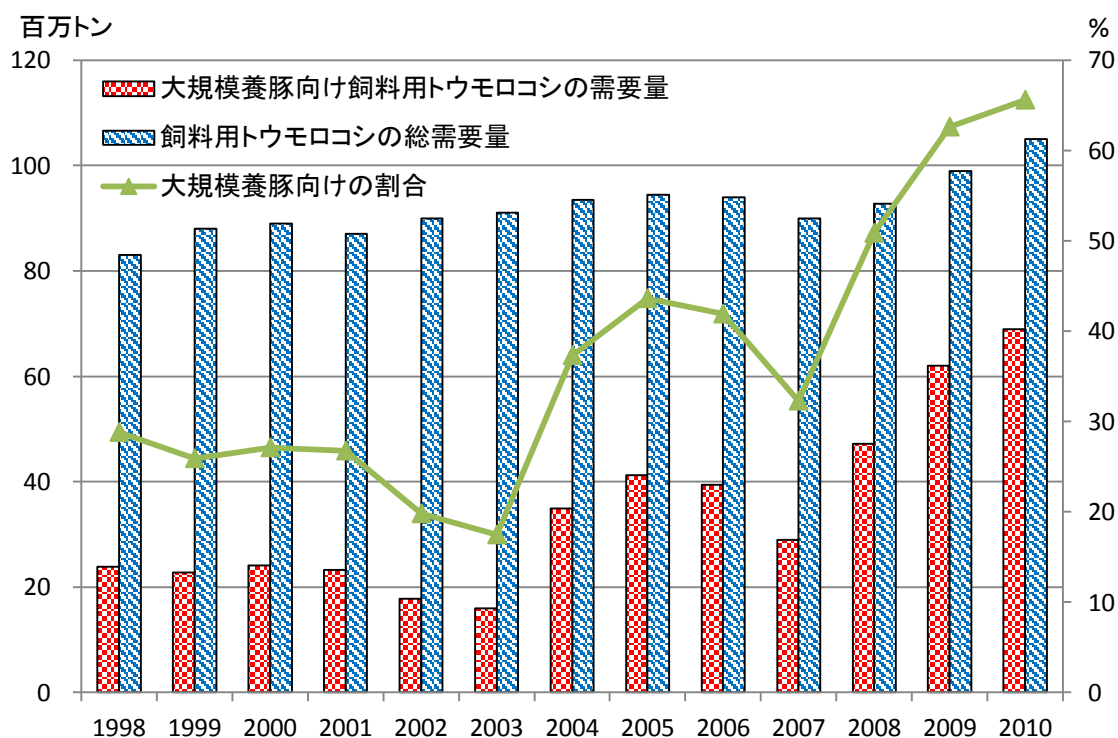


図 2-4 中国の大規模養豚向け飼料用トウモロコシの需要量とその割合

資料：全国農産品成本収益資料滙編（2011）、中国畜牧业年鉴（1999-2011）、及び図2-1

万トンで、2007年の2,900万トンに比べると、1.4倍程度拡大した。また、それが飼料用トウモロコシの総需要量に占める割合は66%で、飼料用トウモロコシの総需要量の中で重要な位置を占めている。他方で、2007年を除いて、2003年から大規模養豚向けの飼料用トウモロコシの需要量が増えていることから、中国における豚肉生産の大規模への転換が進んでいることが示唆される。また、トウモロコシを配合飼料として積極的に使用する大規模養豚経営が増えていることから、規模別に分けて飼料用需要の価格弾力性を推定すべきであることが示唆される。

### 3. 工業用需要とその背景

スターチは、食品、ブドウ糖などの糖類、ビール、医薬、製紙、染色、ペンキなど幅広い分野の必要な原料となっており、経済発展とともにその需要も拡大する。中国では、持続的な経済発展に伴いスターチの需要増及びトウモロコシを原料とした加工業の発展に対する政府の政策的支援などにより、コーンスターチ<sup>14</sup>の生産量が拡大している。また、それを原料としたコーンスターチシュガーやアルコール、食用アルコール、コーンエタノールなど付加価値の高いトウモロコシ加工製品の生産量も拡大している。

図2-5は、中国におけるコーンスターチ生産量の推移を示しているが、スターチ向けトウモロコシの需要がそれに合わせ拡大している。2010年のコーンスターチ生産量は1,800万トンで、1995年の216万トンに比べ、7倍程度大幅に増加した。こうして生産されたコーンスターチは、コーンスターチシュガーや食用アルコール、コーンエタノール、さらにリジンや甘味料などの生産にも原料として利用されている。その中で、食用アルコールの生産量は2003年の220万トンから2010年の891万トンまで3倍程度増加しており、コーンスターチシュガーの生産量は1995年から2008年まで横ばいの増加傾向にある<sup>15</sup>。また、2002年から始まったトウモロコシを主原料としたコーンエタノール生産政策を背景に、コーンエタノールの生産量は2002年の25万トンから2007年の156万トンまで急速に伸び、



年間 153%の増加率見せている。因みに中国の 1 人当たりのスターチ消費量はまだ先進国の 10~20%の水準にあり、今後の消費が拡大する余地は大きいと推測できる。

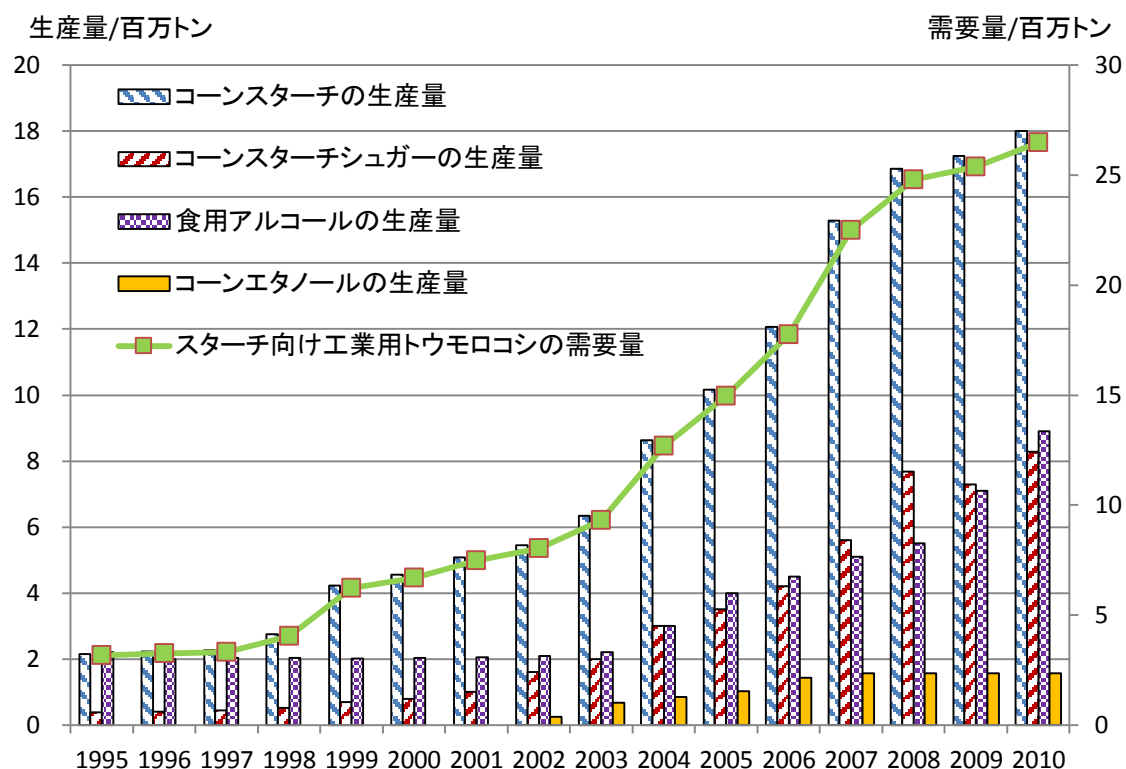


図 2-5 中国のコーンスターチ及びコーンエタノールの生産量推移

資料：中国澱粉工業協会（1996~2011）、中国糖酒年鑑（2009~2011）、中国南寧大宗商品交易所（2009）

トウモロコシの工業用需要は、またスターチ向けと油やタンパク質粉向けに分けられる。図 2-6 の通りに、スターチ向け工業用トウモロコシの需要が約 6 割程度占めており、工業用トウモロコシの総需要量は、ほとんどスターチ向け工業用トウモロコシの需要によって決まると推察される。つまり、コーンスターチの生産拡大を政策的に支援し始めた 2000 年のスターチ向け工業用トウモロコシの需要量は 670 万トンで、総工業用需要量の約 79% を占める。その割合は 2010 年の 58%まで減少する傾向にあるが、依然として工業用需要の重要な位置を占めている。

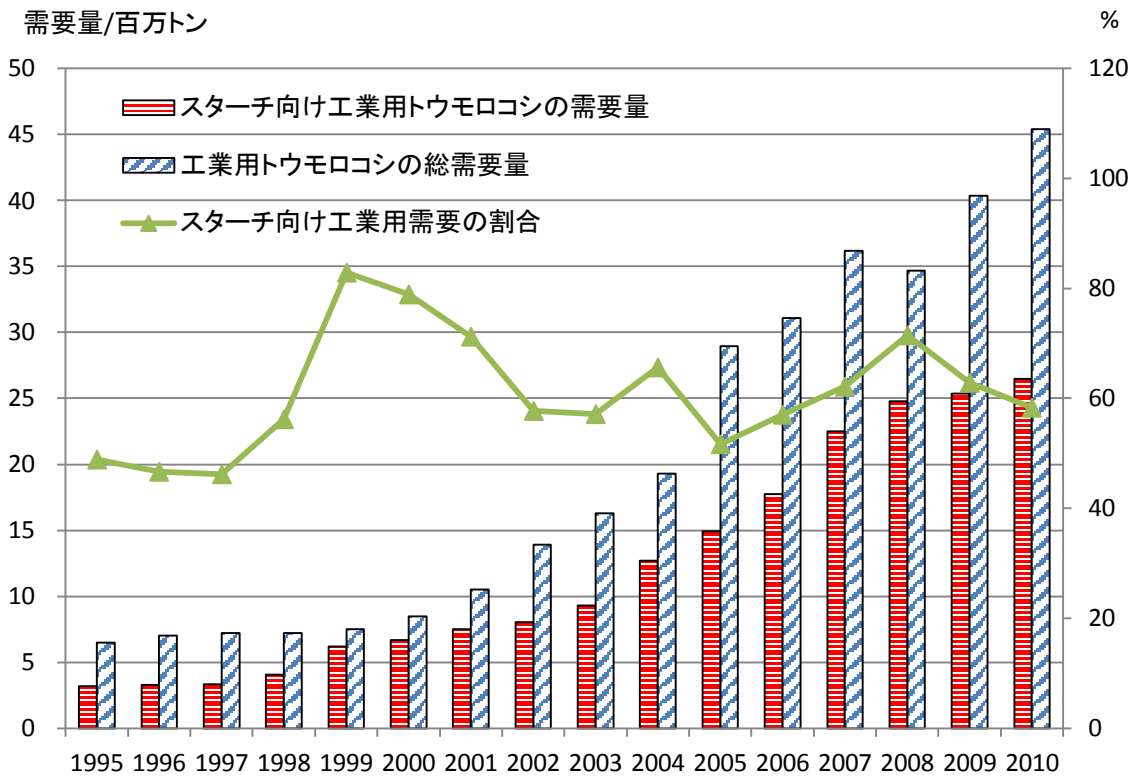


図 2-6 中国のスターチ向け工業用トウモロコシの需要量とその割合

資料：中国農産品加工業年鑑（1996~2011）、及び図 2-5

注：工業用トウモロコシの総需要量には、コーンエタノールの需要が含まれていない。

表 2-3 は、中国における農村と都市における 1 人当たり食肉の消費量を表しているが、差というところは農村から都市に引き算した結果値と割合を示している。豚肉、牛肉、羊肉など三種類の食肉消費量において都市が農村より 30~40%多く消費しているが、家禽肉においては都市が農村より 50~60%多く消費している。伸び率からみるとすべて伸びているが、都市における家禽肉が一番早く伸びており、年平均 6.8%の伸び率を見せている。また、量からみると都市における豚肉・牛肉・羊肉の消費量が一番多く、畜産物消費量の中で中心的な役割を果たしている。全体からみると、農村における 1 人当たりの食肉消費量は依然として低く、家禽肉の消費における格差はだんだん広がっている。今後、中国の都市化進展に伴い食肉の消費が拡大する余地は大きいと推察できる。

表 2-3 中国の農村と都市における 1 人当たりの食肉消費量の推移 (単位 : Kg)

	豚肉・牛肉・羊肉				家禽肉			
	農村	都市	差		農村	都市	差	
1993	11.7	20.8	-9.1	44%	1.6	3.7	-2.1	57%
1994	11.0	20.2	-9.2	46%	1.6	4.1	-2.5	61%
1995	11.3	19.7	-8.4	43%	1.8	4.0	-2.2	55%
1996	11.9	20.4	-8.5	42%	1.9	5.4	-3.5	65%
1997	12.7	19.0	-6.3	33%	2.4	6.5	-4.1	63%
1998	13.2	19.2	-6.0	31%	2.2	6.3	-4.1	65%
1999	13.9	20.0	-6.1	31%	2.5	4.9	-2.4	49%
2000	14.6	20.1	-5.5	27%	2.9	7.4	-4.5	61%
2001	14.5	19.2	-4.7	24%	2.9	7.3	-4.4	60%
2002	14.9	23.3	-8.4	36%	2.9	9.2	-6.3	68%
2003	15.0	23.7	-8.7	37%	3.2	9.2	-6.0	65%
2004	14.8	22.9	-8.1	35%	3.1	8.4	-5.3	63%
2005	17.1	23.9	-6.8	28%	3.7	9.0	-5.3	59%
2006	17.0	23.8	-6.8	29%	3.5	8.3	-4.8	58%
2007	14.9	22.1	-7.2	33%	3.9	9.7	-5.8	60%
2008	13.9	22.7	-8.8	39%	4.4	8.0	-3.6	45%
2009	15.3	24.2	-8.9	37%	4.3	10.5	-6.3	60%
2010	15.8	24.5	-8.7	36%	4.2	10.2	-6.0	59%
2011	16.3	24.6	-8.3	34%	4.5	10.6	-6.1	58%

資料：中国農業発展報告（2012）

注：「差」というところは、農村における 1 人当たりの食肉消費量から都市における 1 人当たりの食肉消費量を引き算して得られる。

このようなトウモロコシ需要の変化の背後には、1人当たり所得の上昇や人口増加に伴う食用需要の減少と肉類や乳製品などの畜産物の需要増大に伴う飼料用需要の増大、そして、コーンスターチやコーンエタノールを含むアルコールなどトウモロコシの加工利用の増加に伴う工業用需要の増大が挙げられる。こうした飼料用需要と工業用需要は、消費者が畜産物やコーンスターチ、アルコールなどの最終生産物に対する需要から派生的に導かれた生産要素需要であり、経済学では派生需要と呼んでいる [新開陽一他 (1995)]。よって、畜産物やコーンスターチ、アルコールに対する生産動向が分かれば、今後の飼料用需要と工業用需要も把握することができる。

一方で、世界経済成長率に対して予測を行った国際通貨基金 (IMF, 2012) の報告書によると、2020年における中国の1人当たりの名目所得は10,000ドルを超え、2011年の5,000ドルに比べて、およそ2倍程度増加すると明らかにしている。また、都市人口に対して予測を行った国連 (UN, 2012) の報告書によると、2020年における中国の都市人口は約8億5,000万人に達し、2011年の6億6,000万人に比べて、およそ29%程度増加すると明らかにしている。これらの指標を背景に、今後の中国における畜産物とトウモロコシ加工製品の需要量はさらに拡大すると示唆される。よって、トウモロコシの飼料用需要と工業用需要はさらに拡大すると見込まれ、それにつれて総需要量も拡大すると示唆される。

## 第2節 トウモロコシの供給とその背景

### 1. 全国のトウモロコシ生産、作付面積、単収の状況

中国政府が食糧生産を重視する農業政策と都市住民に対する安価な食糧を配給する一元的な食糧流通制度を廃止した1993年から2000年にかけて、トウモロコシの生産量は大幅に変動してきたが、2000年以降は右肩のぼりの上昇傾向にある。2010年の生産量は1億

7,725 万トンで、2000 年の 1 億 600 万トンに比べて、82%程度増加しており、年平均 5.3%の増加率を見せている（図 2 - 7）。

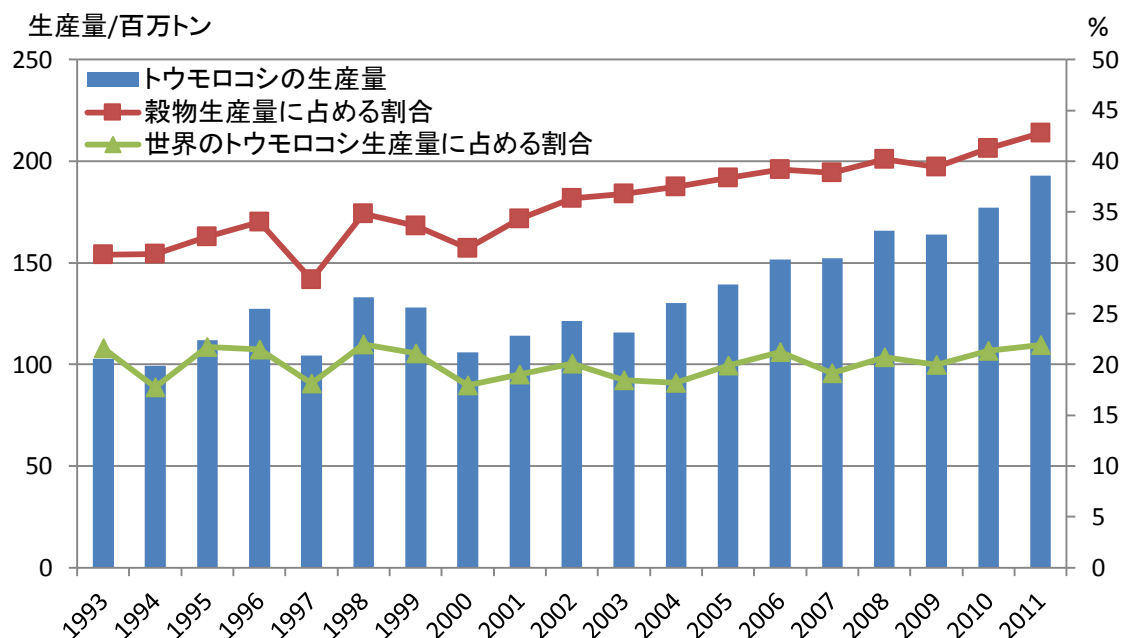


図 2-7 中国におけるトウモロコシの生産量とその割合

資料：新中国農業 60 統計資料（1949~2009）、中国統計年鑑（2012）、  
USDA：PSD Online, (September 2013)

同時に、トウモロコシの生産量がコメやコムギなどの 3 大穀物の総生産量に占める割合も 2000 年から右肩のぼりの傾向であるが、その割合は、2000 年の 31%から 2011 年の 43%まで増大し、現在のところ、3 大穀物の中で、一番生産量の多い穀物となっている。また、世界のトウモロコシ総生産量に占める割合も増加傾向にあるが、2000 年の 18%から 2011 年の 22%まで小幅に増加した。

こうしたトウモロコシの生産量拡大の背景には、トウモロコシの作付面積の拡大が一つの要因である。2011 年のトウモロコシ作付面積は約 3,354 万ヘクタールであり、2000 年の 2,306 万ヘクタールに比べて、約 45%程度大幅に増加しており、年平均 3.4%の増加率を見せている（図 2-8）。1999 年から 2000 年まで、トウモロコシの作付面積は約 290 万ヘクタール減少したが、その後再び増加している。

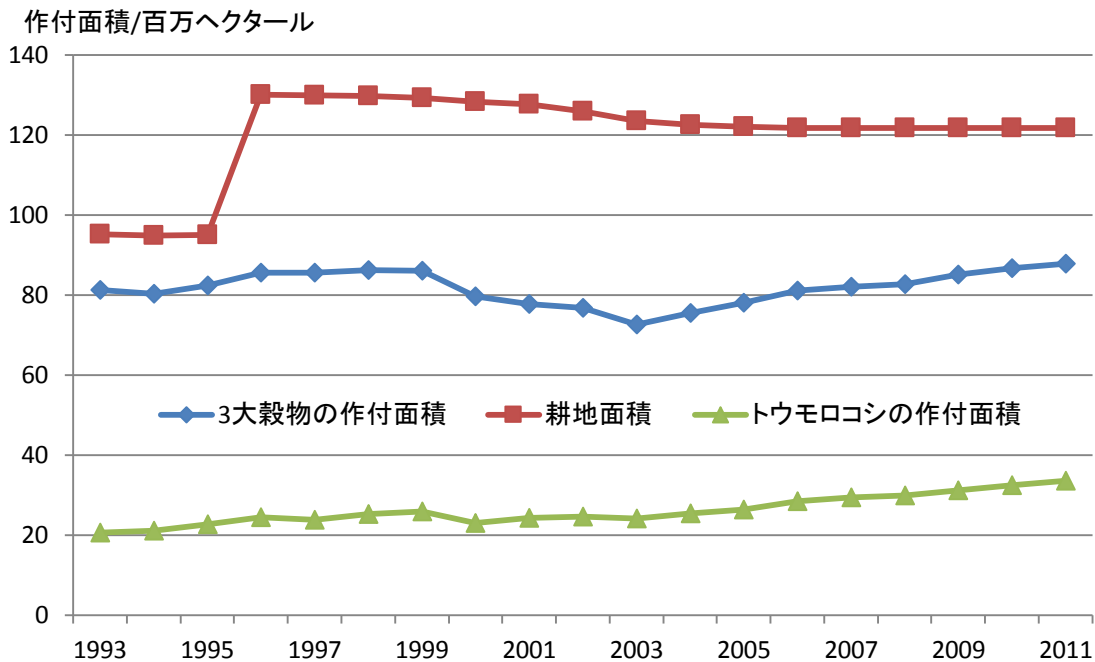


図 2-8 中国におけるトウモロコシの作付面積とその割合

資料：新中国農業 60 統計資料（1949~2009）、中国統計年鑑（2012）

注：耕地面積には、水田と畑の面積の総和である。

その一方で、3大穀物（コメ、コムギ、トウモロコシ）の作付面積は2003年までは減少傾向にあるが、その後再び増加傾向にあり、2011年の作付面積は8,787万ヘクタール達している。さらに、水田と畑の面積の総和である耕地面積の推移を見てみると、1995年から1996年にかけて、3,507万ヘクタールに及ぶ耕地面積が増えており、その後は緩やかな減少傾向にある。2011年の耕地面積は1億2,165万ヘクタールであるが、1996年に比べると、およそ836万ヘクタールの耕地が減少した。2011年において、耕地面積の約7割が3大穀物であり、また3大穀物の作付面積の約4割がトウモロコシであることから、トウモロコシの栽培は、極めて重要な役割を果たしていると推察できる。

それでは、トウモロコシの単収はどうなっているか、比較分析を通して、調べておきたい。図2-9は、中国と米国、世界におけるトウモロコシの単収を示している。中国は世界平均より若干高く平行しているが、米国とは2倍くらいの差がある。具体的には、中国に

におけるトウモロコシの単収は、1997年を境に増加傾向にあり、2011年の単収は1ヘクタール当たり5.8トンで、2000年の4.6トンに比べ、約2.5%程度増加しており、年平均1.9%の増加率を見せている。米国におけるトウモロコシの単収は、1993年の最低値6.3トンから、2009年の最高値10.3トンまで、激しく上下し、中国との差をどんどん広げている。他方で、米国との格差は、逆に中国がトウモロコシの供給量を現在の2倍程度拡大できる潜在力を持っていると推察される。

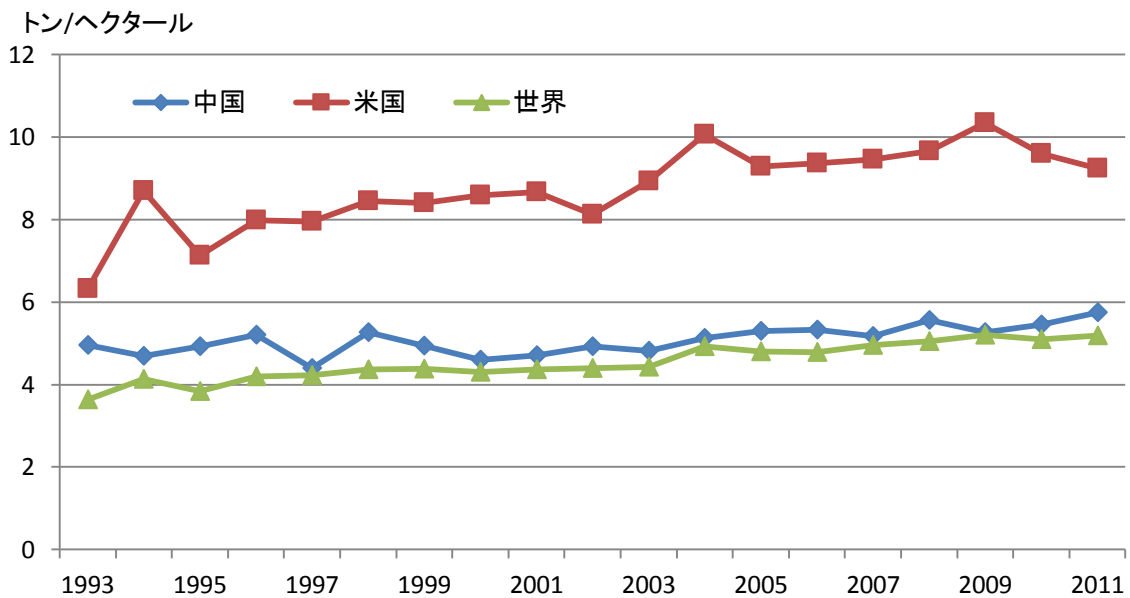


図 2-9 中国、米国と世界などのトウモロコシ単収の比較

資料：新中国農業 60 統計資料（1949~2009）、中国統計年鑑（2012）

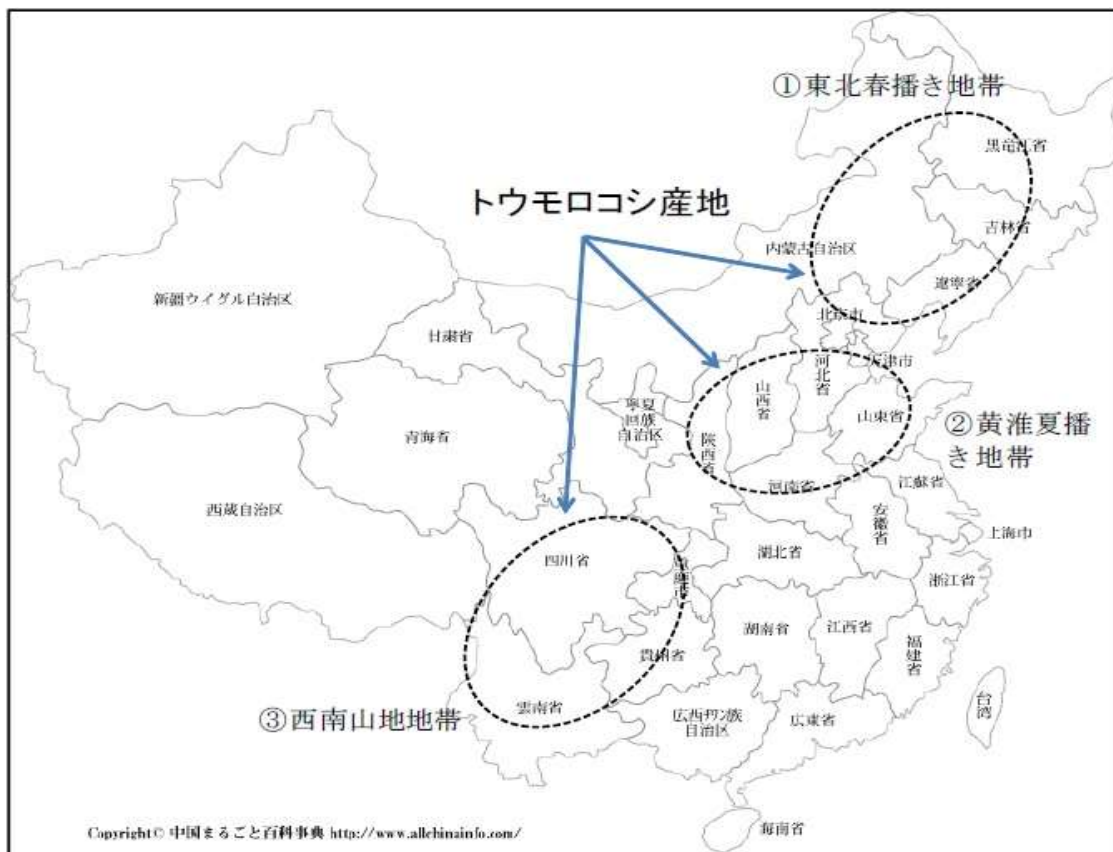
USDA：[PSD Online](#), (September 2013)

ここまで、全国のトウモロコシ生産量、作付面積及び単収について考察を行ったが、中国のトウモロコシ生産量は、作付面積と単収両方の増加によって増大された。また、2011年にトウモロコシの作付面積はすでに3大穀物面積の48%を占めており、耕地面積が限られた中国では、作付面積の拡大による大幅な増産可能性は低いと推察される。ただし、単収を上げることによって、トウモロコシの増産は可能であり、単収の年平均成長率(1.9%)からみると、今後も増産が期待される。

## 2. 主産地におけるトウモロコシの生産、作付面積、単収の状況

中国では、トウモロコシの生産を広範囲に行っているが、地域ごとに（北から南までの順）① 黒龍江省、吉林省、遼寧省、内モンゴルなどの東北春播き地帯；② 河北省、山西省、山東省、河南省などの黄淮<sup>16</sup>夏播き地帯；③ 四川省、貴州省、雲南省などの西南山間地帯に分けることができる（図2-10）。

図 2-10 中国におけるトウモロコシの産地分布状況



資料：清水達也（2010）

その三つの地帯の中で、中心的な産地としては、東北春播き地帯の吉林省、黒龍江省と、黄淮夏播き地帯の山東省、河南省、河北省などが主な産地である。主産地の中で、吉林省の平均生産量が最も多いが、2000年を境に黒龍江省の生産量は急激に拡大しており、2011



年には2,676万トンという最高の生産量を記録し、吉林省の2,339万トンを上回り、先頭を走っている。同時に、これらの主産地の総生産量は1億トンを超えており、同年において、国内の総生産量に占める割合は約54%に達している。即ち、約半分のトウモロコシは、この5つの省で生産されており、その主産地としての位置付けは、2006年から2011年まで維持されている（図2-11）。

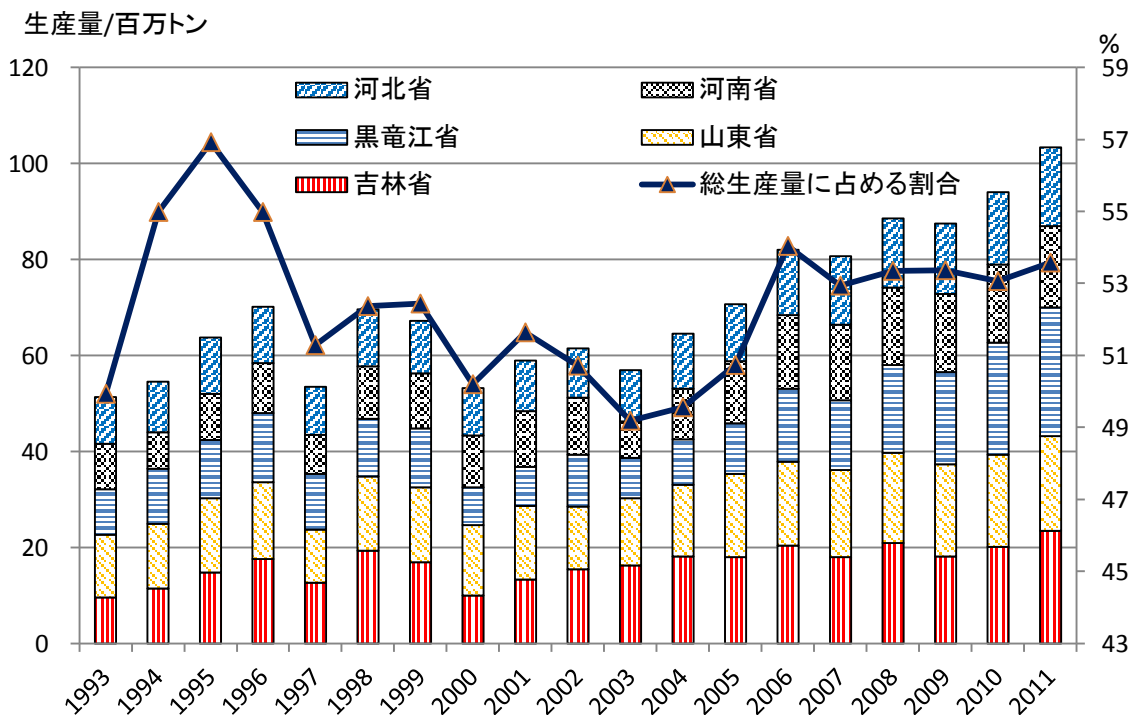


図 2-11 中国のトウモロコシ主産地におけるトウモロコシの生産量推移

資料：新中国農業 60 統計資料（1949~2009）、中国統計年鑑（2012）

一方で、図2-12において、主産地の総作付面積は図2-7における総生産量と同じ流れの傾向にあり、2000年を境に増加している。2011年の主産地の総作付面積は1,678万ヘクタールであり、2000年の1,109万ヘクタールに比べて、約51%程度増大した。また、2011年の主産地の作付面積が全国の作付面積に占める割合は約41%程度で、図2-11における主産地の生産量が全国の生産量に占める割合（54%）に比べて低いことから主産地におけるトウモロコシの平均単収が国内の平均単収より高いことが分かる。

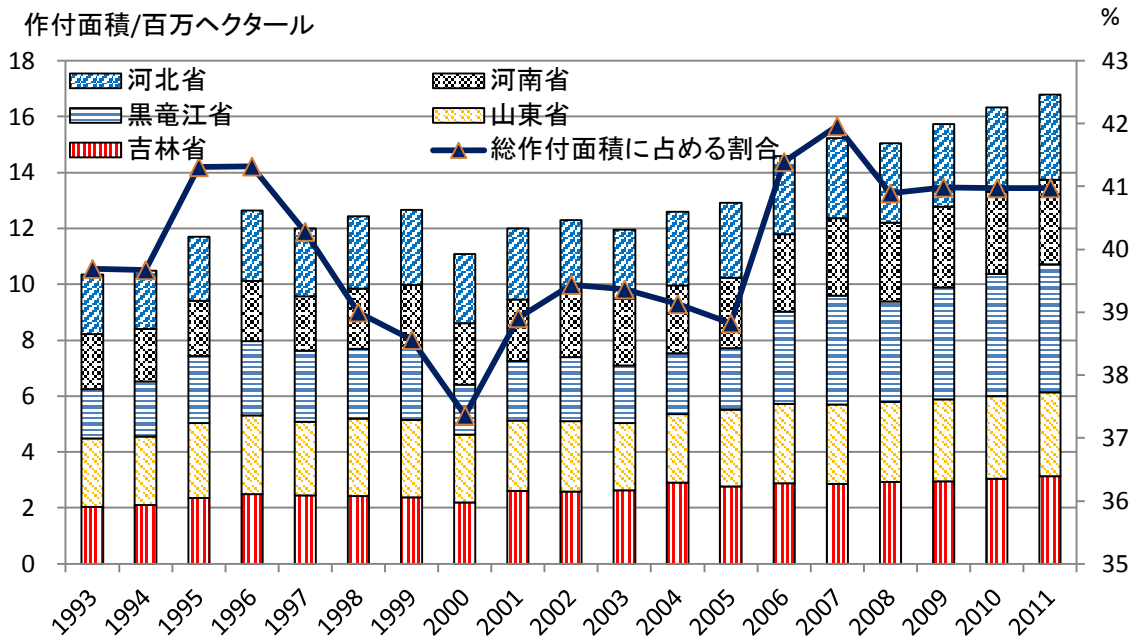


図 2-12 中国のトウモロコシ主産地におけるトウモロコシ作付面積の推移

資料：新中国農業 60 統計資料（1949~2009）、中国統計年鑑（2012）

ここまで、主産地の生産量と作付面積について考察を行った結果、主産地におけるトウモロコシの単収が全国平均より高いという結果が得られた。限られた耕地面積の中で、トウモロコシの生産構造に対する調整、即ち、トウモロコシの生産を主産地に集中させれば、単収も高いことから、短期的に増産の可能性はあると思われる。しかし、トウモロコシの栽培は季節的な制限を受けており、生産構造の調整は相当時間がかかるだろう。従って、当面においては大幅な増産可能性は低いであるものの、増産するためには、長期的な単収の向上により大きな可能性があると言える。

### 第3節 トウモロコシの輸出入とその背景

#### 1. トウモロコシの輸出と輸入

表 2-4 は、中国におけるトウモロコシの輸出量と輸入量が世界の貿易量に占める割合を示している。

表 2-4 中国のトウモロコシの輸出・輸入量とその割合（単位：1,000 トン）

	輸出量（中国）		輸出量（世界）	輸入量（中国）		輸入量（世界）
1993	11,594	(20%)	58,861	0	(0%)	56,973
1994	1,333	(2%)	66,126	4,287	(6%)	68,911
1995	157	(0%)	70,422	1,476	(2%)	65,702
1996	3,892	(6%)	65,572	75	(0%)	64,846
1997	6,173	(10%)	63,347	287	(0%)	63,206
1998	3,338	(5%)	66,938	262	(0%)	66,501
1999	9,935	(13%)	75,767	71	(0%)	70,960
2000	7,276	(9%)	76,856	89	(0%)	75,047
2001	8,611	(12%)	74,666	39	(0%)	71,578
2002	15,244	(20%)	76,814	29	(0%)	75,918
2003	7,553	(10%)	77,289	2	(0%)	76,941
2004	7,589	(10%)	77,712	2	(0%)	75,982
2005	3,727	(5%)	81,073	62	(0%)	80,291
2006	5,269	(6%)	94,068	16	(0%)	90,269
2007	549	(1%)	98,645	41	(0%)	98,256
2008	172	(0%)	84,486	47	(0%)	82,472
2009	151	(0%)	96,858	1,296	(1%)	89,683
2010	111	(0%)	91,455	979	(1%)	92,413
2011	91	(0%)	110,776	5,231	(5%)	98,345

資料：USDA：PSD Online, (September 2013)

注：括弧内の割合は、中国の輸出・輸入量が世界の輸出・輸入量に占める割合を指す。

中国で食糧自由流通制度を導入した 1993 年から 2008 年まで、1994 年と 1995 年を除き輸出量は輸入量を大幅に超えており、トウモロコシの純輸出国であった。その背景には、中国政府が 1990 年代からトウモロコシの輸出を積極的に支援してきたからである[郭慶海(2009)]。1993 年と 2002 年の輸出量が一番多かったが、それぞれ 1,159 万トン、1,524 万トンとなっており、それが世界の輸出量に占める割合は 20%に達している。

しかし、純輸出国だった中国は国内の旺盛な需要増と政府の輸出規制に伴いその量は段々減少し、2009 年には輸出量と輸入量が逆転し純輸入国に転じた。2011 年の輸入量は 530 万トン弱で世界の輸入量に占める割合は 5%、一方輸出量は 9 万トンで世界の輸出量に占める割合はほぼゼロとなった。因みに 9 月に発表した 2013 年における中国のトウモロコシ輸入量と世界の輸入量はそれぞれ 700 万トン、1 億 643 万トンで、輸出規模は 2011 年より増大しそれが世界の輸入量に占める割合は 6.6%に達した (USDA : WASDE<sup>17</sup>, September 2012)。

前述のように、中国政府がトウモロコシの工業用需要と燃料用需要をコントロールしたにもかかわらず、これまでの輸入量の中で史上最高である規模のトウモロコシを輸入したことから、国内での供給で飼料用需要の増加を満たすことができないと推測される。また、国際市場に与える影響も小さくないと示唆される。

## 2. その背景

図 2-13 は、1995 年から 2013 年までの中国のトウモロコシ生産量と消費量、輸出量と輸入量、そして期末在庫量を表している。中国はトウモロコシの過剰在庫量を解消するという目的で、1996 年から 2002 年まで補助金付きのトウモロコシの輸出を積極的に行ったが<sup>18</sup>、2003 年から 2008 年まで国内のトウモロコシ需要拡大と期末在庫量の減少に伴いトウモロコシの輸出規制を徐々に強化してきたため、輸出量は急激に減少した。また、2006 年の国内トウモロコシ価格の高騰と 2007 年の国際トウモロコシ価格の高騰に伴い中国政

府は食糧安全保障問題のため、2009年から現在までトウモロコシの輸入を増やしている。

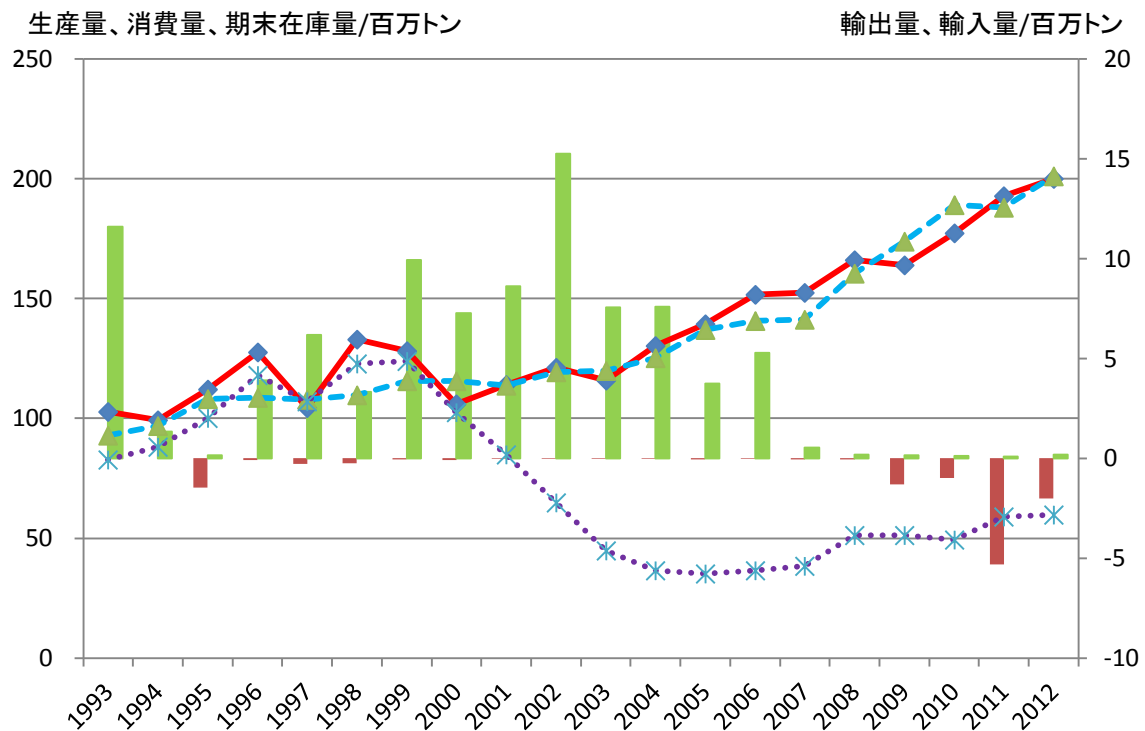


図 2-13 中国におけるトウモロコシの需給状況

資料：中国統計年鑑（2012）、図 2-1（1995~2010）、USDA：[PSD Online](#)、(September 2013)

注：実線は生産量を、破線は消費量を、点線は期末在庫量を表す。また、上向け棒グラフは輸  
出量を、下向け棒グラフは輸入量を表す。

#### 第4節 トウモロコシの価格とその背景

こうしたトウモロコシの飼料用需要と工業用需要の増加、期末在庫量の減少、そして国際トウモロコシ価格の高騰などに伴い、中国国内のトウモロコシの名目価格及び実質価格は2000年を境に右肩のぼりの上昇傾向にある（図2-14）。ピーク値である2011年における中国のトウモロコシの生産者名目価格は2,121円で、最低値である2000年の856元と比べて、148%程度上昇しており、年平均8.6%の増加率を見せている。また、米国のNo.2 Yellow

品種のメキシコ湾 FOB 名目価格は、2000 年の 730 元（RMB）を境に 2008 年の 1,577 元まで 116%程度上昇しており、2008 年のリーマンショック後は 2009 年の 1,131 元まで急激に下落し、2010 年から再び上昇する傾向にある。

今後の中国国内のトウモロコシ価格の推移について、中国国内での生産で需要に対応することができない場合、トウモロコシの輸入量はさらに増える。即ち、中国のトウモロコシ増産可能性が高ければ、トウモロコシの国内と国際価格は両方とも現在の水準を超えないが、増産可能性がなければ、国内価格はもちろん、トウモロコシの需要増に伴い、輸入量はさらに増え、国際価格のさらなる上昇をもたらしかねない。

人民元（RMB）/トン

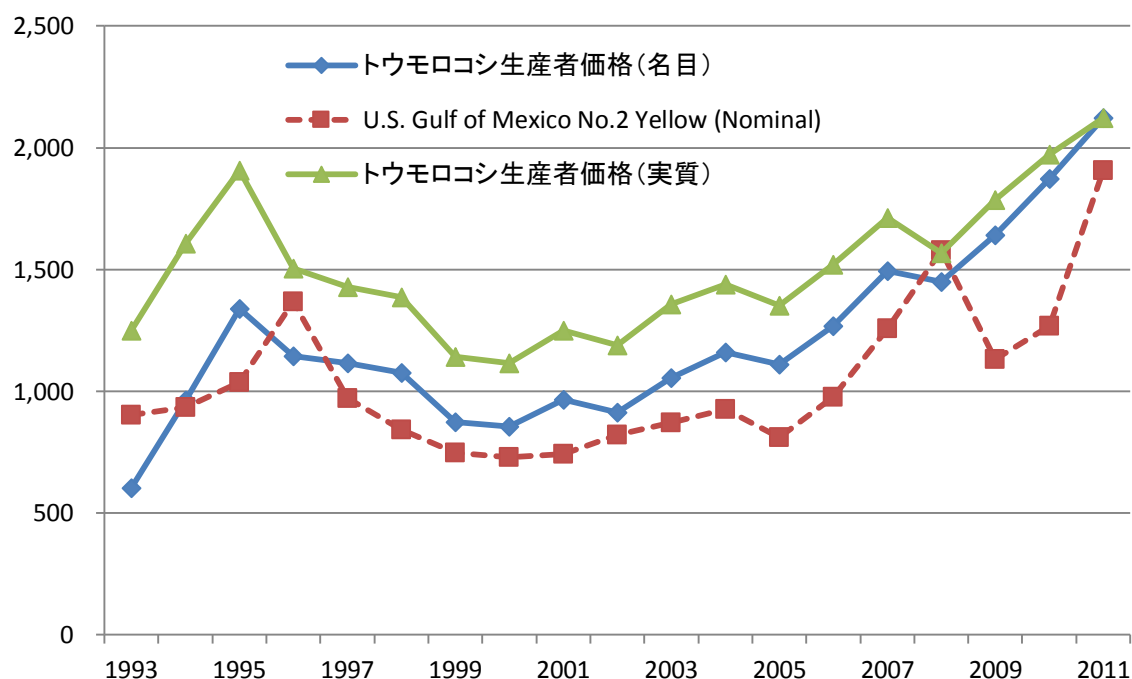


図 2-14 中国におけるトウモロコシの国内価格と国際価格

資料：全国農産品成本収益資料滙編（1993～2011）、中国国家外滙管理局（1994～2011）、IMF Primary Commodity（2012）

注：国内価格は生産者価格を、国際価格は米国の Gulf of Mexico FOB 価格を指す。実質価格は、中国の 2011 年消費者物価指数（CPI）を 100 として実質化した。

## 第5節 本章のまとめ

本章では、中国におけるトウモロコシの需要と供給、そして輸出入と価格などトウモロコシ市場全般にかけて状況を分析し、特にトウモロコシの需要拡大の背景と、供給拡大の背景について考察を行った。

中国ではトウモロコシの飼料需要と工業用需要の増加によって、その総需要量が增大しているが、用途別に、工業用需要の伸び率（18.2%）が一番大きく、それにつれて総需要量に占める割合も増大している。その一方で、飼料用及び食用需要の割合は減少傾向にある。飼料用需要拡大の背景には、人々の生活水準の向上や食生活の高度化に伴う肉類や乳製品など畜産物需要の拡大がある。また、工業用需要拡大の背景には、コーンスターチやコーンエタノールを含むアルコールなどトウモロコシ加工製品の生産拡大がある。さらに、飼料用需要の中に、大規模養豚向けの飼料用需要が重要な位置を占めており、工業用需要の中には、スターチ向けトウモロコシの需要が重要な位置を占めている。農村における1人当たりの豚肉の消費量が拡大する余地は大きいことから、今後の中国における都市人口の増加に伴い、豚肉の需要量及び飼料用トウモロコシの需要がさらに増加すると推察される。同じく、1人当たり所得の上昇や生活水準の向上に伴い、コーンスターチを主原料とする食用アルコールやコーンスターチシュガーなどの工業加工製品の需要量及び工業用トウモロコシの需要もさらに増加すると推察される。

一方、中国ではトウモロコシの需要量増大に伴って、その供給量も増加している。供給量増加の背景には、トウモロコシ作付面積の増加と単収の増加の両方があるが、作付面積の増加率（3.4%）が単収の増加率（1.9%）より大きく、主に作付面積の増加によって、トウモロコシの供給量が増加している。もう一つの背景には、トウモロコシの主産地における作付面積の増加と単収の増加がある。東北春播き地帯の吉林省、黒龍江省と、黄淮夏播き地帯の山東省、河南省、河北省などがトウモロコシの主な産地であるが、主産地における作付面積と単収の増加率はそれぞれ3.8%、2.3%であることから、主に作付面積の増加

によって、主産地におけるトウモロコシの供給量が増加している。2011年における主産地の生産量と作付面積はそれぞれ全国の54%、50%を占めており、その役割は重要である。

90年代から中国政府はトウモロコシの輸出を政策的に支援してきたため、中国はトウモロコシの純輸出国であった。しかし、2000年からの国内の旺盛な需要を背景に、トウモロコシの需給が逼迫され、トウモロコシの国内価格は上昇する傾向にあった。政府はトウモロコシ価格の上昇が畜産業に与える影響を考慮し、トウモロコシの輸出規制政策を行ったため、トウモロコシの輸出量は徐々に減少し、2009年にはトウモロコシの純輸出国から純輸入国に転じた。

こうしたトウモロコシの需給状況に対する分析を背景に、次の第3章では、中国における大規模養豚経営の豚肉生産の拡大がトウモロコシの飼料用需要に与える影響を明らかにするとともに、今後の飼料用需要の動向について考察したい。

---

<sup>12</sup> 表2-2における飼料用トウモロコシの需要量は、図2-1におけるトウモロコシの需要量と相違があるが、USDAの方が飼料用需要の構成比を一貫として高めに推計する傾向があり、データの連続性の面で問題が残る [清水達也 (2010)]。

<sup>13</sup> 中国における農産物の販売収益と生産コストに関する調査統計資料を指す。

<sup>14</sup> このようなスターチは、トウモロコシを原料としたものが多いであるが、トウモロコシ以外にキャッサバを原料としたスターチが約7%程度占めている。

<sup>15</sup> 2000年に入ってから、砂糖価格の上昇に伴い、コーンスターチシュガーはその代替財として需要が伸びている。

<sup>16</sup> 黄淮とは、黄河と淮河の略称であり、一般的にその河が流れていく地域を表す時に使う。

<sup>17</sup> WASDEはWorld Agricultural Supply and Demand Estimatesの略語である。

<sup>18</sup> 同11。



### 第3章 中国における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシ需要に 及ぼす影響

#### 第1節 課題

中国では持続的な所得上昇や人口増加に伴い、畜産物の消費が急速に拡大している。特に豚肉の消費量が多いが、その消費量の増加に合わせて生産量も急激に増えている（図 2-3）。因みに、2011年の豚肉生産量は5,053万トンであり、世界最大の豚肉生産国となっている<sup>19</sup>。さらに都市と比較して、農村の1人当たり豚肉消費量<sup>20</sup>は依然として低く、今後の都市化の進展とともに<sup>21</sup>、豚肉の消費が拡大する余地は大きい<sup>22</sup>。こうした豚肉需要の増加に対応して、今後の豚肉生産量はさらに増えると見込まれ、豚の飼育に欠かせない飼料用トウモロコシの需要がそれに合わせて増加すると思われる。このように中国の食糧問題は従来、食用穀物を中心に考えられてきたが、現在では飼料用トウモロコシの安定供給が重要な課題となっている<sup>23</sup>。

豚肉生産と飼料用トウモロコシの需要に関する計量分析の先行研究で、小泉達治(2007)、Ohga *et al.* (2008)、大賀圭治他 (2009)、農水省政策研究所 (2010)、草野栄一他 (2012) が、中国の豚肉生産と飼料用トウモロコシの需要を対象に、計量分析を行った。その中で、小泉達治 (2007) は飼料用需要を中国の経済成長率によって自ら計測し、すべての養豚農家が配合飼料を使用すると仮定した上で、前の期の豚肉生産量が次の期の飼料用トウモロコシ需要量を決めるというダイナミックな供給反応モデルをもとに、豚肉生産の拡大が飼料用需要に与える影響を明らかにした。大賀圭治他 (2009)、農水省政策研究所 (2010) は同一の構造である「世界食糧需給モデル」<sup>24</sup>を用いて、豚、採卵鶏、乳牛などの家畜がブロイラーに相当する羽数を一定の換算比率 (Conversion rate for chicken equivalent) で計算し、その羽数とトウモロコシの価格が飼料用トウモロコシの需要量を決めるというモデル

を構築し、中国の家畜飼育頭羽数の拡大が飼料用トウモロコシ需要に与える影響を明らかにした。草野栄一他（2012）は前の期の豚肉価格が次の期の豚肉生産量を決めるというダイナミック構造をもとに中国の省市自治区別豚肉の供給関数を推定した。さらに中国国家発展計画委員会価格司（1998－2010）が発行した1頭当たりの豚が出荷されるまで消費する飼料を用いて飼料需要の全国合計値を計測し<sup>25</sup>、その合計値とUSDAが発行した中国の飼料用トウモロコシ総消費量との弾力性推計によって、将来の中国の飼料用トウモロコシ需要量を計測した。

しかしながら、これらの分析では、中国養豚業の飼料構造実態が考慮されていない。即ち、中国では養豚経営において、配合飼料を用いない零細な養豚農家が今でも広範囲に存在するが、それについては考慮せず、すべての養豚農家を対象に、平均的な弾力性を推定することで、飼料用トウモロコシの需要を予測している。このような手法では、配合飼料を用いない零細な養豚農家に対して過大評価、あるいは大規模養豚経営に対しては過小評価になりかねない。また、将来のトウモロコシ飼料用の予測においては、正確に推計されない恐れがある。即ち、中国の飼料用トウモロコシの需要を究明するには、豚肉生産の大規模への構造転換を考慮すべきである。よって、本章では、配合飼料を使用する大規模経営養豚農家に絞った飼料用トウモロコシの需要関数を推定し、その農家における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシ需要にどのような影響を与えるか、考察することを目的とする。

## 第2節 中国における養豚生産構造と飼料構造

### 1. 養豚の生産構造

中国の養豚業は、経営規模によって零細な養豚農家と大規模経営養豚農家に分けられる。また、経営形態別によって大規模経営養豚農家を専業養豚農家と商業的大規模養豚経営に

分けることができる。具体的には、零細な養豚農家は、年間出荷頭数が 50 頭以下の養豚農家を指しており、穀物や油糧作物を耕作しながら副業として養豚を行い、家禽、牛、羊などの畜種も飼育する自家労働型農家である。こうした養豚農家は動物性栄養源や有機肥料源の自給など、家計補足的な性格を持っている。専門養豚農家は、年間出荷頭数が 50 頭以上~10,000 頭以下の養豚農家を指す。こうした養豚農家は養豚を主たる収入源にしており、零細な養豚農家より品質の良い赤身の豚肉を提供する。商業的大規模養豚経営は、年間 10,000 頭以上出荷する企業経営的な養豚農家を指す。こうした商業的大規模な養豚農家は、大都市近郊に多く存在しており、良質の赤身の豚肉を提供する<sup>26</sup>。

表 3-1 は、中国における規模別養豚経営の戸数の推移を示しているが、依然として零細な養豚農家の数が 9 割以上を占めている。

表 3-1 中国における規模別養豚経営の戸数の推移 (単位：1,000 戸)

	1~49 頭		50~9,999 頭		10,000 頭~		Total
2002	104,332,671	99%	1,033,953	1%	890	0%	105,367,514
2003	106,779,375	99%	1,137,677	1%	941	0%	107,917,993
2007	80,104,750	97%	2,242,447	3%	1,853	0%	82,349,050
2008	69,960,452	97%	2,418,877	3%	2,501	0%	72,381,830
2009	64,599,143	96%	2,534,861	4%	3,179	0%	67,137,183
2010	59,086,923	96%	2,644,738	4%	3,679	0%	61,735,340

資料：中国牧畜業年鑑 (2003-2011)

その一方で、図 3-1 は、中国における規模別養豚経営の年間出荷頭数の推移を示している。これによると、2003 年を境に、零細な養豚農家による年間出荷頭数は急激に減少する一方、大規模経営が増加している。その理由として、出稼ぎ農村労働人口の増加による低賃金労働力の増加や穀物飼料の長期間にわたる価格高騰に伴う収益減、消費者の食生活の

高度化による高品質の豚肉需要拡大などが挙げられる。さらに、年間数万頭出荷する商業的な大規模養豚経営も近年増えている<sup>27</sup>。しかし、依然として零細な養豚農家による出荷が半分以上を占めており、零細な養豚経営が中国の養豚業を支えていることに注意する必要がある。

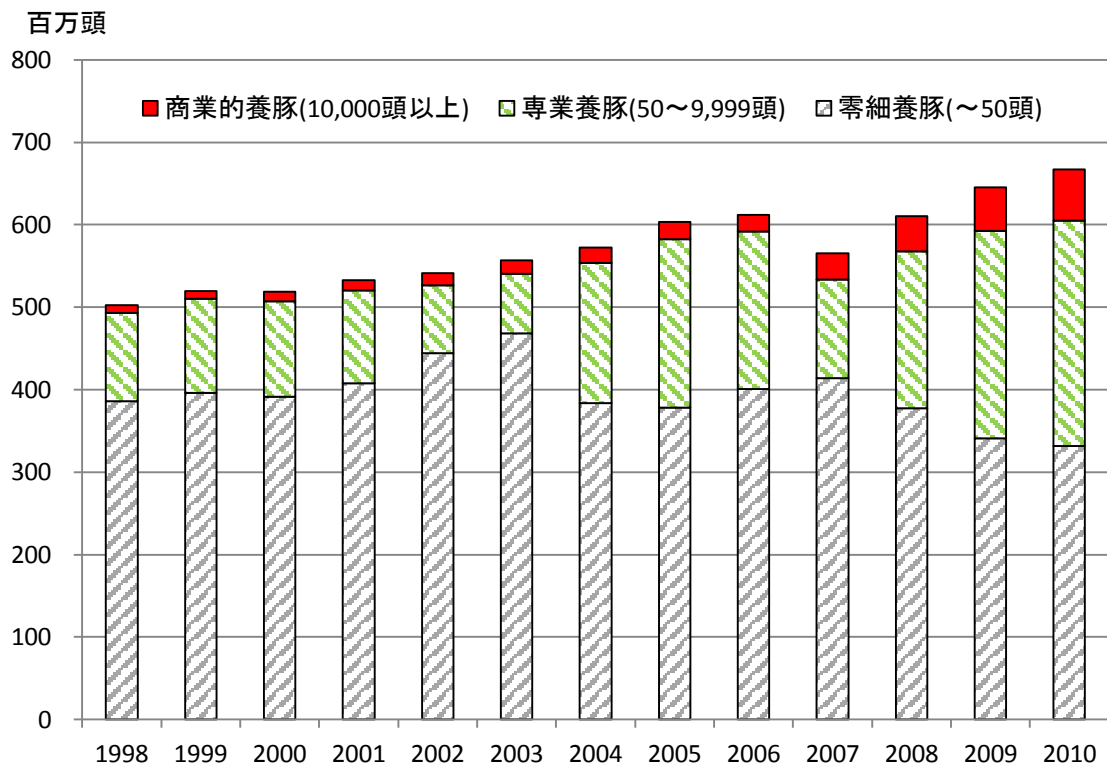


図 3-1 中国における規模別養豚経営の年間出荷頭数の推移

資料：中国統計年鑑（2012）、中国畜牧業年鑑（1999-2011）

中国の畜産物の産地はトウモロコシの産地と必ずしも一致していない（表 3-2）。トウモロコシの主産地である吉林省と黒龍江省における豚肉生産量の割合は非常に低く、10%に至っていない。山東省における豚肉生産量の割合は他の4省に比べると高いが、それも10%前後で動いている。こうした畜産物とトウモロコシの産地が異なっていることから、中国の養豚業において、飼料資源の利用と豚肉生産の効率などの問題が指摘される。

表 3-2 中国における豚肉の地域別生産量の推移（単位：1,000 トン）

	吉林省		黒龍江省		山東省		河南省		河北省		総生産量
1993	483	2%	543	2%	2,027	7%	1,376	5%	1,366	5%	28,544
1994	618	2%	656	2%	2,239	7%	1,658	5%	1,641	5%	32,048
1995	773	2%	801	2%	2,677	7%	2,104	6%	1,874	5%	36,484
1996	510	2%	711	2%	1,565	5%	2,256	7%	1,870	6%	31,580
1997	1,107	3%	741	2%	2,389	7%	2,561	7%	2,003	6%	35,963
1998	1,172	3%	835	2%	2,666	7%	2,979	8%	2,191	6%	38,837
1999	1,217	3%	890	2%	2,725	7%	3,140	8%	2,265	6%	40,056
2000	955	2%	871	2%	2,859	7%	3,229	8%	2,428	6%	39,660
2001	686	2%	731	2%	2,987	7%	3,438	8%	2,603	6%	40,517
2002	756	2%	824	2%	3,148	8%	3,665	9%	2,652	6%	41,231
2003	845	2%	856	2%	3,326	8%	3,860	9%	2,903	7%	42,386
2004	985	2%	939	2%	3,464	8%	4,103	9%	3,134	7%	43,410
2005	1,082	2%	1,004	2%	3,671	8%	4,408	10%	3,374	7%	45,553
2006	1,094	2%	995	2%	3,618	8%	3,913	8%	2,468	5%	46,505
2007	964	2%	921	2%	3,001	7%	3,390	8%	2,255	5%	42,878
2008	1,046	2%	966	2%	3,213	7%	3,671	8%	2,458	5%	46,205

資料：新中国農業 60 年統計資料（1949~2009）

## 2. 経営規模別飼料の利用構造

豚の飼料は、栄養成分によって大きくエネルギー飼料とタンパク質飼料に分けられる〔趙克斌（2006）〕。エネルギー飼料は穀物で構成されており、中国で用いられるエネルギー飼料の主なものはトウモロコシとコムギ、高粱などで、タンパク質飼料の主なものはダイズ

粕と魚粉である。表 3-3 は、中国における 100g 当たりの飼料別栄養成分を示しているが、炭水化物がエネルギーの成分であり、一番高いのがトウモロコシで、次がコムギである。トウモロコシとコムギの成分はほぼ似ているが、コムギは消化効率が悪いので、その代替効果は畜種ごとに限界がある [中国花生信息网 (2011)]。タンパク質の中で一番多いのが魚粉であるが、中国では半分以上を中南米から輸入しており、ダイズ粕よりコストが高いため、ダイズ粕の代替財として利用している [中国農博網 (2006)]。一般に、豚の配合飼料はタンパク質飼料が 20~35%、エネルギー飼料は 50~70% という割合で構成されているが<sup>28</sup>、飼料原料の価格や豚の月齢、雌雄、育成段階、季節、気候などの要因によって多少異なる。また、機能によって大きく配合飼料、濃厚飼料、添加剤混合飼料に分けられる<sup>29</sup>。

表 3-3 100g 当たりの飼料別栄養成分表

	トウモロコシ	コムギ	高粱	ダイズ粕	魚粉
タンパク質	7.1	11.2	10.4	42.6	59.0
炭水化物	73.0	71.5	70.4	30.2	-
脂肪	3.3	1.5	3.1	2.1	12.5
水分	10.1	12.7	10.3	11.5	10.0
繊維	5.4	2.1	4.3	7.6	-
その他	1.1	1.0	1.5	6.0	18.5
エネルギー	341	344	351	310	300

資料：佟屏亜 (2003)、中国農博網 (2006)、中国食物成分表 (2010)

注：エネルギーの単位は kCal で、それ以外は g である。

胡浩他 (1997) は中国江蘇省塩城市における 67 戸の養豚農家に対して現地調査を行った。67 戸のうち、飼育頭数が 10 頭以下である養豚農家が 62 戸、平均飼育頭数は 3.7 頭、1 頭当たり穀物給与量 (ほぼ大麦である) は 116.0kg であった。なお、全調査農家のうち、配

合飼料を購入する農家はわずか7戸で、1頭当たり給与量は11.4kgであり、主に子豚と肥育豚の補充飼料として使われている。また、ほとんどの養豚農家では配合飼料を買わずに、自家産大麦、糠、家庭残滓、草、野菜などを飼料として使用していることが示された。Zhang (1998) は中国の養豚業は零細な庭先養豚農家が8割以上で、イモ類の茎、穀物残渣、食卓残滓、青刈飼料などを主な飼料として使い、配合飼料や濃厚飼料はサプリメントとして利用していると述べている。王醒男他(2000) は中国の食糧主産地である吉林省の38戸農家養豚農家を対象とし考察を行ったが、38戸の中で1~3頭母豚を持つ繁殖農家が20戸、繁殖と肥育農家が13戸、4~10頭の肥育豚を持つ飼育農家が5戸という構造で、彼らが養豚をする目的としては副業とした販売目的が第1位、余剰食糧や生活残滓を利用する目的が第2位であった。王奎(2010)<sup>30</sup> は零細な養豚農家は数の上で9割以上を占めており、自家産青刈飼料を主に用いる一方、配合飼料は補助用として利用していることを明らかにした。また、こうした農家は、油糧作物や穀物を耕作しながら少量の家禽・牛・羊など畜種も飼育していると記している。

一方で、長瀬誠他(2001) は、中国の養豚業では94%が飼育頭数10頭以下の伝統的な小規模経営であり、そこでの飼料は、飼料用野菜、イモ、残飯などが主体となっている。一方で、年間出荷規模が数百から数千頭を超える中・大規模養豚経営では、ほぼすべてが配合飼料によって賄われている。清水徹朗(2011) は、中国には農家による零細な畜産経営も多くあるが、大規模な畜産経営が徐々に増加しつつあり(養豚では大規模経営の生産割合が4~5割を占める)、この傾向はさらに進む見込みであるとしている。また、小規模な畜産農家は自家飼料を使うことが多いが、大規模畜産では配合飼料に依存する割合が高く、大規模畜産の拡大や家禽生産の増大に伴って配合飼料需要が急増していると記している。日本農畜産業振興機構(2012) は、中国の広東省と四川省において年間数百以上出荷する專業養豚農家と数万頭を出荷する商業的大規模養豚経営に対して聞き取り調査を行った。こうした養豚農家は配合飼料のみを使用しており、衛生面の管理や糞尿処理施設を備えることで、高品質の豚肉の提供を心掛けている。

このように経営規模の相違によって飼料のやり方は大きく異なっており、経営形態の違いを無視して飼料用トウモロコシの需要量を見通すことは、実態との違いをもたらしかねない。従って、中国の飼料用トウモロコシの需要を究明するには、養豚業の経営規模を考慮に入れることが重要である。以下では、養豚農家の中でも配合飼料の依存度が高い大規模養豚経営におけるトウモロコシ需要量について考察を行う。これより、今後零細農家の減少と大規模農家の増加が見込まれる中、トウモロコシの需要がどの程度増加するのかをより正確に把握できると思われるからである。

### 第3節 モデルとデータ

#### 1. 生産要素需要モデルの導出<sup>3 1</sup>

3 種類の飼料（トウモロコシ、コムギ、高粱）を用いて、豚を飼育する大規模養豚経営を考える。豚肉の生産量を  $Q$  (Kg)、投入されるトウモロコシ、コムギ、高粱などの飼料をそれぞれ  $C$ 、 $W$ 、 $S$  で表す。この関係は (1) 式で示される。

$$Q = F(C, W, S) \quad (1)$$

$P_C$ 、 $P_W$ 、 $P_S$ をそれぞれトウモロコシ、コムギ、高粱の価格 (RMB/kg) とすると、養豚農家は次で与えられる費用を最小化するよう飼料の投入量を決める<sup>3 2</sup>。

$$\min_{C, W, S} C(Q) = P_C \cdot C + P_W \cdot W + P_S \cdot S \quad (2)$$

$$\text{Subject to } Q = F(C, W, S)$$



(2) 式を解くと、次の要素需要関数が得られる。

$$C = c(P_C, P_W, P_S, Q) \quad (3)$$

$$W = w(P_W, P_C, P_S, Q) \quad (4)$$

$$S = s(P_S, P_C, P_W, Q) \quad (5)$$

ここで、(3)、(4)、(5) 式はそれぞれ飼料用トウモロコシの需要関数、飼料用コムギの需要関数、飼料用高粱の需要関数を指す。(3) 式を (6) 式のように一次の両対数関数型で示される。

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_C + \alpha_2 \ln P_W + \alpha_3 \ln P_S + \alpha_4 \ln Q \quad (6)$$

トウモロコシの価格 $P_C$ が上昇する、あるいは、コムギの価格 $P_W$ と高粱の価格 $P_S$ が下落すれば、飼料用トウモロコシの需要量 $C$ は減少する。さらに豚肉の生産量 $Q$ が拡大すれば、(6) 式で与えられる飼料用トウモロコシの需要量 $C$ は増加する。

ところで、 $P_C$ 、 $P_W$ 、 $P_S$ の間には多重共線性問題が予想されるため、それを避けるため、(3) 式を以下の (7) 式のように変換する<sup>33</sup>。

$$C = c\left(\frac{P_C}{P_W}, P_S, Q\right) \quad (7)$$

また、(7) 式を (8) 式のように一次の両対数関数型で示される。

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\left(\frac{P_C}{P_W}\right) + \alpha_2 \ln P_S + \alpha_3 \ln Q \quad (8)$$

## 2. データ

大規模養豚経営における飼料用トウモロコシの需要量は「中国国家発展和改革委員会価格司成本科」に対するヒヤリング調査(2013年10月2日に実施)、トウモロコシやコムギ、高粱の価格は「全国農産品成本収益資料滙編」、大規模養豚経営による豚肉生産量は「中国統計年鑑」と「中国牧畜業年鑑」よりそれぞれデータを入手した。いずれも分析対象期間は1998年から2010年までの13年である。価格で表示される変数は、すべて中国の2011年消費者物価指数(CPI)を100として、実質化した。以上のデータをもとに、(6)式と(8)式を一次の両対数関数で近似して、最小二乗推定法(OLS)によって推定する。

### 第4節 分析結果とその考察

(6)式における飼料用トウモロコシの需要関数を推定した結果、各説明変数の符号は、表3-4のように期待通り推定された。具体的には、トウモロコシ、コムギ、高粱などの3種類の飼料を用いて豚を飼育する大規模養豚経営では、トウモロコシとコムギが代替財の関係にあると推測される。各説明変数の有意性検定からみると、コムギは有意水準10%で有意であり、豚肉生産量は有意水準1%で有意であった。各説明変数の有意性から、中国における飼料用トウモロコシの需要量は豚肉の生産量に強く影響されると推察される。(6)式の推定において、両対数関数型を使用したため、計測された各説明変数の係数は弾力性となる。即ち、トウモロコシの価格が1%上昇すれば、飼料用トウモロコシの需要量は0.323%減少し、コムギと高粱の価格がそれぞれ1%上昇すれば、飼料用トウモロコシの需要量はそれぞれ0.384%、0.111%増加する。また、豚肉生産量が1%拡大すれば、飼料用トウモロコシの需要量は0.896%増加する。標本値から求めた回帰方程式のあてはまりの良さの尺度として利用される修正済み決定係数は0.993であった。攪乱項(誤差項)の独立性

が成り立っているかどうかを検定するダービンワトソン (D.W) 統計量は 1.69 で、攪乱項の間に自己相関がないことが示唆された。

表 3-4 大規模養豚経営向け飼料用トウモロコシの需要関数 (6) 式の推定結果

説明変数	係数	標準誤差	t 値
$\ln P_C$	-0.323	0.208	-1.55
$\ln P_W$	0.384*	0.192	1.99
$\ln P_S$	0.111	0.0815	1.36
$\ln Q$	0.896***	0.0461	19.4
C	1.21	0.569	2.12

R<sup>2</sup> = 0.995 Adjusted R<sup>2</sup> = 0.993 D.W = 1.69 N = 13 (1998~2010) \*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10% で有意であることを示す。C は定数項である。

しかし、トウモロコシ価格の有意性は低く、コムギ価格との間で相関関係が認められ、共線性問題があると判明した。そしてその問題を解決するため、表 3-5 のようにトウモロコシとコムギの価格比を説明変数として入れ替えた結果、共線性問題は解決できた。

(8) 式における飼料用トウモロコシの需要関数を推定した結果、各説明変数の符号は、表 3-5 のように期待通り推定された。具体的には、トウモロコシ、コムギ、高粱などの 3 種類の飼料を用いて豚を飼育する養豚農家では、コムギ及び高粱がトウモロコシと代替財の関係にあると推測される。各説明変数の有意性検定からみると、トウモロコシとコムギの価格比、及び高粱の価格は有意水準 10% で有意であり、豚肉生産量は有意水準 1% で有意であった。各説明変数の有意性から、中国における飼料用トウモロコシの需要量はトウモロコシ対コムギの価格比と豚肉の生産量に強く影響されると推察される。

(8) 式において、両対数関数型を使用したもので、計測された各説明変数の係数は弾力性となる。即ち、トウモロコシとコムギの価格比が 1% 上昇すれば、飼料用トウモロコシの

表 3-5 大規模養豚経営向け飼料用トウモロコシの需要関数 (8) 式の推定結果

説明変数	係数	標準誤差	t 値
$\ln (P_c/P_w)$	-0.360*	0.170	-2.11
$\ln P_s$	0.127*	0.0641	1.98
$\ln Q$	0.904***	0.0371	24.3
C	1.35	0.377	3.58

R<sup>2</sup> = 0.995 Adjusted R<sup>2</sup> = 0.993 D.W = 1.77 N = 13 (1998~2010) \*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%で有意であることを示す。C は定数項である。

需要量は 0.360%減少し、高粱の価格が 1%上昇すれば、飼料用トウモロコシの需要量は 0.127%増加する。また、豚肉生産量が 1%拡大すれば、飼料用トウモロコシの需要量は 0.904%増加する。標本値から求めた回帰方程式のあてはまりの良さの尺度として利用される修正済み決定係数は 0.993 で、同回帰方程式の適合性が高く評価できる。攪乱項（誤差項）の独立性が成り立っているかどうかを検定するダービンワトソン (D.W) 統計量は 1.77 で、攪乱項の間に自己相関がないことが示唆された。

このような分析結果は先行研究による小泉達治 (2007)、大賀圭治他 (2009)、農林水産政策研究所 (2010) とは大きく異なるものとなった。小泉達治 (2007) のモデルでは飼料用トウモロコシの総需要量とトウモロコシの価格を内生変数 (Endogenous Variables) で、豚肉生産量と牛肉生産量を外生変数 (Exogenous Variables) として用い、計測したトウモロコシ価格の t 値は 2.1403 で、有意水準 10%で有意であったが、豚肉生産量と牛肉生産量の t 値はそれぞれ 0.5309、0.9659 で、両方とも有意性がなかった。同研究の推定期間は 1993 年から 2003 年までの 11 年間で、その間に豚肉生産量は毎年 4%の伸び率で増加したものの、有意性がなかったということは、多重共線性問題が存在した可能性があるとして推測される。さらに、同研究にて得られた各説明変数の有意性からみて、中国の飼料用トウモロコシの需要量はトウモロコシ価格に強く影響されると推察される。また、大賀圭治他 (2009)、

農林水産政策研究所（2010）のモデルでは、内生変数は小泉達治（2007）と同じであるが、外生変数としてはブロイラーの羽数と採卵鶏、豚、乳用牛などをブロイラーに相当する羽数に換算し、その合計値（Number of heads by chicken equivalent）を用いた。各説明変数に対する t 値は報告されていないが、ブロイラーの飼育羽数の合計値を説明変数として取り入れたこと、そして多重共線性が存在したことなどにより有意性が低かったと推測される。また、大賀圭治他（2009）が計測したすべての家畜に対する飼料用トウモロコシの需要弾力性は 0.7679 で、小泉達治（2007）のモデルによる推計値 0.3004 より高い値を示している。この差違は、派生需要である飼料トウモロコシの需要量の増加をもたらす外生変数の違いによると推測される。つまり、小泉達治（2007）のモデルでは、現実的に伸び率の低い豚肉生産量と牛肉生産量を外生変数として用いた一方、大賀圭治他（2009）は、近年急激に増えているブロイラーと採卵鶏が含まれているため、より大きい値の弾力性が計測されたものと推測される（表 3-6）。

**表 3-6 飼料用需要に関する先行研究と本研究との比較表**

先行研究	説明変数	データ	計測結果(弾力性)	その他(t 値)
	トウモロコシ価格	FAO	-0.151967	-2.1403
小泉達治（2007）	豚肉生産量	FAO	0.3004	0.5309
	牛肉生産量	FAO	0.2997	0.9659
大賀圭治他（2009）	トウモロコシ価格	FAO	-0.3531	No
農林政策研（2010）	家畜の合計値(羽数)	FAO	0.7679	No

しかしながら、こうした先行研究による計測数値は中国の畜産業で重要な位置を占める養豚業において、経営規模によって飼料の方法が異なっていることを無視し、平均的な弾力性を求めたものであり、実態との違いをもたらしている可能性が非常に強い。よって、本章で計測した値は、配合飼料の依存度が高い大規模養豚経営に基づくものであり、現実をより正確に反映したものとみることができる。

## 第5節 本章のまとめ

本章では、第2章で検討したトウモロコシの飼料用需要量はほとんど大規模養豚向けの飼料用トウモロコシの需要量によって決まるという現状をもとに、なおかつ、既存の研究で不透明であった中国養豚業の規模別飼料利用構造を考慮した上で、大規模養豚向けの飼料用トウモロコシの需要関数を推定し、その養豚農家における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシ需要に与える影響を定量的に明らかにした。その結果、大規模養豚経営において、飼料用トウモロコシの需要量はトウモロコシ対コムギの価格比と豚肉生産量に強く影響されるという新しい結果が得られた。また、飼料穀物としてコムギ及び高粱がトウモロコシと代替財の関係にあることが示唆された。

既存の研究では、飼料用需要の価格弾力性の推定について、ほぼ全面的に配合飼料を使用していない小規模養豚農家も含めて平均的な需要弾力性を推定し、飼料構造の問題が克服できていなかった。本研究では、ほぼ全面的に配合飼料を使用し、なおかつトウモロコシの飼料用需要の中で重要な位置を占めている大規模養豚経営に的を絞って分析した結果、飼料用トウモロコシの需要量は豚肉生産量に強く影響され、またコムギと代替財の関係にあるという既存研究で明らかにされていない新しい結果が得られた。つまり、豚肉の生産量に対する飼料用需要の弾力性は0.904で、小泉達治（2007）の0.5309に比べ大きい値の計測となった。それは小泉がトウモロコシを使っていない小規模養豚も含めて計測したためと思われる。即ち、小泉達治（2007）の研究では、豚肉生産の拡大が飼料用需要に与える影響について、過小評価された可能性がある。

次に、飼料用需要の価格弾力性の推定において、中国養豚業の大規模生産への構造転換が考慮されるべきである。その理由は、生産サイドからみて、トウモロコシ価格及び飼料価格の上昇に伴い、養豚経営の生産コストが高まり、それを克服するために養豚経営・豚肉生産において大規模化がさらに進んでいくと推察されるからである。また、消費サイドからみて、今後の中国における持続的な所得上昇や食生活の高度化に伴い、消費者の肉質

に対する好みが増加すると見込まれるからである。

既存研究に比べて、本研究の中国におけるトウモロコシの飼料用需要分析では説明変数が異なる。小泉達治(2007)は、養豚と養牛2種類の畜種に；Ohga(2008)、大賀圭治(2009)、農林水産政策研究所(2010)は、養豚、養鶏、採卵鶏、乳用牛など4種類の畜種に；草野(2012)は、養豚、養鶏、養牛、養羊、採卵鶏、乳用牛など6種類の畜種によって決まると仮定した上で分析を行った。中国畜牧業年鑑(2011)における家畜の飼育規模に対する分け方には、養豚と養牛、乳用牛において小規模経営が入っている<sup>34</sup>、畜種ごとの飼料の利用構造が明確に区分されていない段階でトウモロコシの飼料用需要関数を推定したり、飼料用トウモロコシの需要量を予測したりするのは、実態との違いをもたらしている可能性が非常に強い。即ち、Ohga(2008)、大賀圭治(2009)、農林水産政策研究所(2010)などの研究では、畜産物生産量の拡大が飼料用需要に与える影響について、過大評価される恐れがある。

このように、中国養豚業の経営規模を考慮し、配合飼料の依存度が高い大規模養豚経営におけるトウモロコシ需要量について考察することは、極めて重要であり、かつ、将来の中国の飼料用トウモロコシ需要量の予測においては、こうした現実の状況を考えた上で予測を行うことが期待される。

---

<sup>19</sup> 2011年の世界の豚肉総生産量は約1億200万トンで、その半分は中国で生産している。

<sup>20</sup> FAO(2013)の統計によると、2010年中国における1人当たりの豚肉消費量は38Kg、中国統計年鑑(2012)によると農村と都市人口はそれぞれ6億7,113万人、6億6,978万、これらのデータをもとに得られた農村と都市における1人当たりの豚肉消費量はそれぞれ16Kg、22Kgだった。FAOのデータを使用した理由は、外食部分も含めているからである。

<sup>21</sup> 中国政府は都市化を新たな経済成長戦略として重要視されている。United Nations(2011)の予測によると、中国の都市化進展に伴い、都市人口は2010年の6億7000万人から2020年の

8億2000万人まで拡大すると、予測している。

<sup>22</sup> 黄季焜（1995）の試算によると、所得水準と価格が不変である場合、農村から中小都市あるいは大都市へ移住すると、食糧の年間消費量はそれぞれ58.3kg、64.2kg減少する。また、野菜の消費量はそれぞれ23.0kg、24.9kg減少する。その一方、畜産物の消費量はそれぞれ4.2kg、7.2kg増加する。畜産物の中で、豚肉の消費が一番多いが、それぞれ1.8kg、2.7kg増加すると明らかにした。

<sup>23</sup> 2013年6月12日のブルームバーグ・ジャパン記事によると、豚肉加工で中国大手、双匯国際は5月に米国豚肉生産者大手スミスフィールド・フーズを47億ドルで買収するに合意したことを明らかにした。

<sup>24</sup> 「2018年における世界の食料需給見通し」に用いた「世界食料需給モデル」は、日本大学大賀圭治教授が開発した「IFPSIMモデル」をベースとし、農林水産政策研究所古橋元主任研究官が開発した計量モデル開発システム（AMBS）の知見や農林水産政策研究所が独自に収集してきた主要なアジアの国々などのデータや情報も活用し、改めてモデル開発を行ったものである。

<sup>25</sup> 「中国国家発展改革委員会価格司」に対する聞き取り調査によると、零細な養豚農家における一頭当たり飼料の需要量は、栄養ベースで、自ら推定した理論値であることが明らかになった。

<sup>26</sup> 曹慶波（1995）、陳偉生（2003）、張曉輝（2006）、王奎（2010）、中国畜牧年鑑（1999～2011）、Zhang（1998）、中国畜牧業年鑑（2011）などの先行研究からまとめた結果である。

<sup>27</sup> 中国で最大規模の飼料メーカーである「新希望グループ」は、遼寧省で2011年7月から2016年までに50億元を投資し、豚の年間出荷規模が300万頭に及ぶ大規模養豚事業を展開する予定である。養豚規模の拡大とともに、外国大手の食肉処理・加工・販売事業への参入が目立っている。例としてあげると、三菱商事と伊藤ハム、米久及び中国食糧大手中糧集団（COFCO）など4社は、2011年から2017年までに総額100億元（約1,250円）を投じ、中国での食肉及び加



工食品事業を拡大すると 2011 年 6 月 22 日に決定した。その目的としては、中国の高い経済成長とともに食肉及び加工商品の需要は拡大を続け、今後も堅調に推移すると予想され、中国国内消費者が求める安全・安心な商品を安定的に供給することである。また、より高品質な食肉及び加工食品の供給体制の確立と推進を戦略ミッションとしている。

<sup>28</sup> 豚の配合飼料の配合割合について、エネルギー飼料（穀物、トウモロコシ）が約 70%、タンパク質飼料が約 25%と言う形で構成されている [李慶偉（2009）]。

<sup>29</sup> 配合飼料は、使用目的に応じ、何種類かの材料を混合して作られたものである。一方、濃厚飼料は、タンパク質補充飼料とも言われ、魚粉・ダイズ粕などのタンパク質飼料と骨粉・石粉などのミネラル飼料、さらに添加剤混合飼料を混ぜたものである。最後に、添加剤混合飼料は微量元素やビタミンを補うため、2 種類以上の栄養性飼料添加剤を希釈剤などで、一定の割合に混ぜ合わせたものである。[河原昌一郎（2013）]

<sup>30</sup> 飼育頭数が 30 頭以下の養豚農家を零細な養豚農家に、30 頭以上~1,000 頭以下の養豚農家を専業養豚農家に、1,000 頭以上の養豚農家を商業的大規模養豚経営に定義した。

<sup>31</sup> 飼料用トウモロコシの需要は、消費者の豚肉に対する需要から派生的に導かれたものであって、生産要素需要である。生産要素需要は、企業の費用最小化行動の結果投入される各生産要素に対する需要である [Varian（1992）]。

<sup>32</sup> 畜産経営における費用最小化問題に関する研究で、吉田実（1987）は乳牛の飼料費を安くし生産をあげるため、投入費用が最小になるような飼料給与計画をたてた。松島正洋（1991）は飼料給与計画というものは与えられた条件を満たすための経費を最小にする手段を知ろうとするものだと述べている。

<sup>33</sup> 最小二乗推定法（OLS）によって（6）式を推定してみた結果、トウモロコシ価格の有意性は低く、コムギ価格との間で線形関係が認められ、共線性問題があると判明した。そしてその問題を解決するため、トウモロコシとコムギの価格比を説明変数として入れ替えた結果、共線性問題は解決できた。

<sup>34</sup> 日本農畜産業振興機構（2011）の中国山東省にある養鶏農家に対する聞き取り調査によると、2010年まで山東省で60万6000戸の養鶏農家があり、その中に庭先養鶏農家の割合は67%で、出荷規模は全体の21%を占めると明らかにした。

## 第4章 中国におけるスターチ生産の拡大が工業用トウモロコシ需要に及ぼす影響

### 第1節 課題

トウモロコシ粒には 65%~70%のスターチが含まれており、初期加工を通して得られたスターチは、食品、ブドウ糖などの糖類、アルコール、医薬、製紙、染色、ペンキ等幅広い工業分野の重要な原料となっている。中国でも経済発展とともにその需要も拡大している。

中国では、持続的な経済発展に伴い、スターチの需要量が増大している一方、このようなトウモロコシの経済的価値を活かし、農家所得を増やすとともに、トウモロコシの過剰在庫問題を解消する目的もあって、トウモロコシを原料としたコーンスターチやコーンエタノールを含むアルコールなどの工業加工製品の発展を 2000 年から政策的に支援してきた。具体的には、コーンスターチ、トウモロコシ粉、トウモロコシフレークス、食用トウモロコシなどの初期加工を行う加工企業に対して、法人税を減免する。また、トウモロコシを原料として、複数な加工を行い、付加価値の高い加工製品を生産する企業に対して、付加価値税の差し引きを許可する [李喜貴 (2010)]。

このような政策的支援を背景に、コーンスターチの生産量と、またそれを原料としたコーンスターチシュガーやアルコールなどのトウモロコシ加工製品の生産量は急激に上昇し、とりわけ甘味料やリジン、ビタミンCなどの加工製品においては、世界最大の生産・輸出国となっている<sup>35</sup>。このような旺盛なトウモロコシ加工製品の需要増加に伴い、工業用トウモロコシの需要もそれに合わせて拡大している。

こうしたトウモロコシの需要の拡大はトウモロコシの販路拡大や過剰在庫量の解消に伴い食管費用を軽減するとともに農家の生産拡大に対するインセンティブを高めることができる。しかし、トウモロコシ加工製品の生産量が急速に伸び、工業用トウモロコシ需要が

それに合わせて急速に増加し、なおかつ補助金付きのトウモロコシ輸出<sup>36</sup>を積極的に行ったため、トウモロコシ期末在庫量の減少とともに、トウモロコシ価格の上昇を引き起こし、飼料用需要が工業用需要に回される可能性があった。よって、2007年9月から中国政府はトウモロコシを原料としたスターチの生産及び加工利用の制限政策<sup>37</sup>を行い、飼料及び飼料用需要を優先する食糧安全保障政策を実施した。しかし、2008年の世界的な金融危機を背景に、トウモロコシの販路拡大の低迷が再び発生し、中国政府はトウモロコシの需給均衡のため、トウモロコシ加工利用の制限を取消すとともに新しい振興策<sup>38</sup>を打ち出した。その結果、2009年から工業用需要は再び上昇し始めた。

このように、中国政府は工業用トウモロコシ需要に対する調整を通じ、飼料の安定的な供給及び畜産業の安定的な発展を優先している。即ち、トウモロコシの旺盛な需要の下では工業需要を調整する一方、過剰供給の下では需要を刺激し、需給均衡を実現する。このようなトウモロコシ加工業に対する政府の役割は、今後とも果たしていくと推測される。

第3章で、中国ではトウモロコシを配合飼料として積極的に使用する大規模養豚経営が増えていることが示唆された。その背景には、消費者サイドからの安心安全・肉質の良い高品質豚肉の需要増もあり、生産者サイドからのトウモロコシ価格及び飼料価格の上昇に伴う生産コストの増加もある。こうした大規模養豚・豚肉の大規模生産への構造転換が進んでいる背景をもとに、今後の中国政府はトウモロコシの加工業でどのような役割を果たすか、あるいはトウモロコシ加工製品の生産はトウモロコシ市場にどのような影響を与えるか、などの課題がうかがえる。

トウモロコシの工業用需要に関する先行研究では、主に2つの立場に分けられて論じられている。その一つは、楊習理他(2003)、劉娟(2003)、趙継湘(2008)、李慶偉(2009)などトウモロコシ加工業の発展を振興すべきであると主張する研究である。具体的には、楊習理他(2003)、劉娟(2003)、李慶偉(2009)はトウモロコシの経済的価値を活かして、農家所得を増やすとともに生産拡大に対するインセンティブを高めるべきであり、トウモロコシ加工業の振興は、持続可能な農業生産が実現できると記している。また、趙継湘(2008)

はトウモロコシ加工業の生産構造の問題を強調し、その問題を克服すれば、飼料業に与える影響はないと主張している。

もう一つは、阮蔚（2007）、郭慶海（2007）、Gale *et al.*（2009）、張智先他（2010）、清水達也（2010）、丁声俊（2011）などによるトウモロコシ加工業の振興に対して控えめな態度を見せている研究である。具体的には、阮蔚（2007）、Gale *et al.*（2009）はトウモロコシ加工製品の生産拡大は、トウモロコシ価格の上昇を引き起こし、輸入量が増え、貿易収支に影響を与えると記している。また、郭慶海（2007）、清水達也（2010）、丁声俊（2011）はトウモロコシ加工業の進展により、食糧安全保障問題を先に考慮すべきであると主張している。さらに、張智先他（2010）は高付加価値かつ経済的価値の高いトウモロコシ加工業における政府の管理機能を強調している。

このように、分析を行った時期によってトウモロコシ加工業における様々な観点が議論されている。しかし、これらの分析でコーンスターチなどトウモロコシ加工製品の生産拡大が工業用トウモロコシの需要に与える影響については、数値的データに基づいた実証分析によるものではなく、憶測のレベルにとどまっている。よって、本研究では第2章で検討したトウモロコシの工業用需要はほとんどスターチ向けの工業用トウモロコシの需要によって決まるという現状をもとに、スターチ向け工業用トウモロコシの需要関数を推定し、スターチ生産の拡大が工業用トウモロコシの需要にどのような影響を与えるかについて考察することを目的とする。

## 第2節 工業用需要とその背景

### 1. トウモロコシの経済的価値とその生産状況

表4-1のように、湿式製粉法によって、トウモロコシからスターチ（56%）を取り出す

とトウモロコシ胚芽（7%）、コーンスティープリカー（17%）、残渣（20%）などの副産物が出られる。このスターチは、水素添加、糖化、乾燥、発酵、酸化などといった加工処理を施されることで、①ブドウ糖、麦芽糖などの糖化類製品；②ソルビット、キシリトールなどの多価アルコール類製品；③アミノ酸類、有機類、酵素、酵母などの発酵製品；④食用、医薬用、化学用、燃料用などのアルコール製品となる。そして、トウモロコシ胚芽と残りの残渣を利用して、トウモロコシ油やトウモロコシタンパク質粉が加工できる。

表 4-1 トウモロコシ加工製品の種類

トウモロコシ (100%)
スターチ (56%) <ul style="list-style-type: none"> <li>水素添加 (Hydrogenation)             <ul style="list-style-type: none"> <li>糖化類 (Saccharification)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>ブドウ糖、麦芽糖、デキストリン、イソマルトオリゴ糖</li> <li>高果ブドウ糖シロップ、ビール用シロップ</li> <li>フラクトオリゴ糖、キシロオリゴ糖</li> </ul> </li> <li>ポリアルコール類 (Polyalcohol)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>ソルビット、キシリトール、エチレンオキシド</li> <li>マルチトール、イソマルトオリゴ糖アルコール</li> <li>グリコール、エチレンオキシド、プロピレングリコール</li> </ul> </li> <li>発酵類 (Fermentation)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>アミノ酸、イノシン酸、グルタミン酸、リジン、乳酸</li> <li>クエン酸、イタコン酸、食用イースト、飼料用イースト</li> </ul> </li> <li>アルコール類 (Alcohol)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>食用アルコール、化学用アルコール、コーンエタノール</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>酸化 (Oxidation)             <ul style="list-style-type: none"> <li>ブドウ糖酸、コアグレーター</li> </ul> </li> </ul>
トウモロコシ胚芽 (7%) <ul style="list-style-type: none"> <li>トウモロコシ油</li> </ul>
残渣 (20%) + コーンスティープリカー (17%) <ul style="list-style-type: none"> <li>トウモロコシタンパク質粉</li> </ul>

資料：尤新（2008）、張智先他（2010）、日本農畜産業振興機構（2011）

このように、トウモロコシは、食品業はもとより、繊維業や自動車業、医薬業など様々な分野の原材料として利用されており、今のところ中国では 200 余の種類 of 加工製品が生産されているが、米国などの先進国ではおよそ 4,000 種類 of 加工製品が生産されており、中国のトウモロコシ加工業における成長潜在力は、遥に大きいと推察される [張智先他 (2010)]。

表 4-2 は、2005 年の吉林省におけるトウモロコシ加工企業の平均産出について説明している。具体的には、1,000 トンのトウモロコシを加工すれば、680 トンのスターチが生産されるが、それを 2 次加工すると、760 トンのブドウ糖が生産される (液体ブドウ糖と結晶ブドウ糖の合計)。このように、3 次、4 次加工を続けると、1,000 トンのトウモロコシを投入し、最終的に 350 トンのグルタミン酸を生産することができる。その金額は当初の 120 万元から 280 万元まで増加し、およそ 130% の付加価値が創出される。

表 4-2 トウモロコシの経済的価値 (単位：トン、元)

	トン	元	金額、元
トウモロコシ	<b>1,000</b>	1,200	<b>1,200,000</b>
スターチ	<b>680</b>	2,000	1,360,000
液体ブドウ糖	<b>160</b>	1,200	192,000
結晶ブドウ糖	<b>600</b>	2,900	1,740,000
ソルビット	600	4,000	2,400,000
グルタミン酸	350	8,000	<b>2,800,000</b>
副産物			
トウモロコシ胚芽	70	2,500	175,000
トウモロコシタンパク質粉	65	3,000	195,000
トウモロコシ繊維	90	600	54,000
コーンステープリカー	70	800	56,000

資料：王紹昕 (2008)

表 4-3 は、コーンスターチの生産量とその割合を示しているが、1995 年から 1998 年ま

でのコーンスターチの年間生産量は 300 万トン弱で、緩やかな成長を見せている。また、1999 年からは年間 15.8%の増加率で急速に伸びており、2010 年のコーンスターチ生産量は 1,800 万トンまで急速に伸び、2000 年の 456 万トンに比べ、4 倍程度増加した。また、トウモロコシ以外に、キャッサバや馬鈴薯、甘薯、コムギ、コメなどの作物を原料としてスターチを生産しているが、トウモロコシを原料としたスターチが 9 割以上を占めており、これから中国のスターチ生産者はほぼトウモロコシ産地に集中されていることが示唆される。

表 4-3 中国における原料別スターチの生産量推移 (単位：1,000 トン)

	コーン	キャッサバ	バレイショ	カンショ	コメ+コムギ	合計
1995	2,158 (83%)	371 (14%)	20 (1%)	40 (2%)	16 (1%)	2,606
1996	2,221 (84%)	358 (14%)	40 (2%)	13 (0%)	13 (0%)	2,645
1997	2,261 (87%)	207 (8%)	47 (2%)	54 (2%)	20 (1%)	2,590
1998	2,753 (92%)	137 (5%)	49 (2%)	11 (0%)	29 (1%)	2,978
1999	4,226 (90%)	347 (7%)	96 (2%)	33 (1%)	7 (0%)	4,709
2000	4,559 (91%)	336 (7%)	87 (2%)	4 (0%)	36 (1%)	5,022
2001	5,090 (90%)	436 (8%)	122 (2%)	5 (0%)	31 (1%)	5,683
2002	5,452 (87%)	417 (7%)	148 (2%)	30 (0%)	245 (4%)	6,293
2003	6,336 (89%)	484 (7%)	51 (1%)	8 (0%)	222 (3%)	7,102
2004	8,623 (92%)	420 (5%)	245 (3%)	40 (0%)	8 (0%)	9,336
2005	10,167 (92%)	544 (5%)	137 (1%)	23 (0%)	195 (2%)	11,066
2006	12,068 (93%)	679 (5%)	188 (1%)	5 (0%)	51 (0%)	12,991
2007	15,297 (93%)	791 (5%)	373 (2%)	30 (0%)	45 (0%)	16,536
2008	16,852 (93%)	895 (5%)	322 (2%)	72 (0%)	43 (0%)	18,184
2009	17,255 (96%)	474 (3%)	167 (1%)	90 (0%)	40 (0%)	18,027
2010	18,000 (96%)	483 (3%)	194 (1%)	95 (1%)	43 (0%)	18,815

資料：中国農産品加工業年鑑（1996—2011）



ところで、コーンスターチを原料として再加工すると、数多い加工製品が作られるが、中国で最も多く生産してきたのは、食用とコーンエタノール、コーンスターチシュガー、ポリアルコール、変性スターチ、そして、リジン、クエン酸、甘味料などの発酵類製品がある（表 4-4）。

表 4-4 中国におけるトウモロコシ加工製品の生産量推移（単位：1,000 トン）

	アルコール		コーンスターチシュガー		ポリアルコール		変性スターチ	
2001	-	-	1,636	-	228	-	171	-
2004	3,025	-	2,989	(83%)	393	(73%)	329	(93%)
2005	4,777	58%	3,707	(24%)	501	(27%)	559	(70%)
2006	7,240	52%	6,084	(64%)	496	(-1%)	692	(24%)
2007	6,855	-5%	7,734	(27%)	756	(53%)	989	(43%)
2008	7,075	3%	7,289	(-6%)	810	(7%)	853	(-14%)
2009	7,415	5%	8,277	(14%)	867	(7%)	1,129	(32%)

資料：中国農産品加工業年鑑（1996—2011）

注：アルコールは、食用と燃料用の合計値；コーンスターチシュガーは、液体と結晶体の合計値；ポリアルコールは、糖醇と山梨醇の合計値を示している。

表 4-4 の通り、2005 年から 2006 年までアルコール生産量が大幅に上昇したが、その理由は、トウモロコシを主原料としたコーンエタノールの生産を大幅に拡大したからである。また、2007 年にその生産量が減少したことも、コーンエタノールの生産を抑制したからである。一方、2004 年からコーンスターチシュガーの生産量が急激に上昇しており、それは近年において、サトウキビの不作による国内砂糖価格の高騰を背景に、コーンスターチシュガーを砂糖の代替甘味料として使用してきたからである。その他、コーンスターチを原料として生産したリジンやクエン酸などの発酵製品も注目を浴びて増産されているが、

2008年の生産量はそれぞれ58.5万トン、80万トンであり、世界最大の生産国とも言われている。また、クエン酸の場合は、7割以上が日本や韓国などに輸出されている〔張智先他（2010）〕。

このように、コーンスターチ生産の拡大、あるいは、コーンスターチを原料としたアルコール、コーンスターチシュガー、変性スターチなどの生産拡大に伴い、トウモロコシの工業用需要が増加している。

## 2. 工業用トウモロコシの需要量とその構成

図4-1は、1995年から2010年までのスターチ向け工業用トウモロコシの需要量と油やタンパク質粉向け工業用トウモロコシの需要量を表している<sup>39</sup>。ここで、スターチ向けと油やタンパク質粉向けを合わせると、工業用トウモロコシの需要量となる。

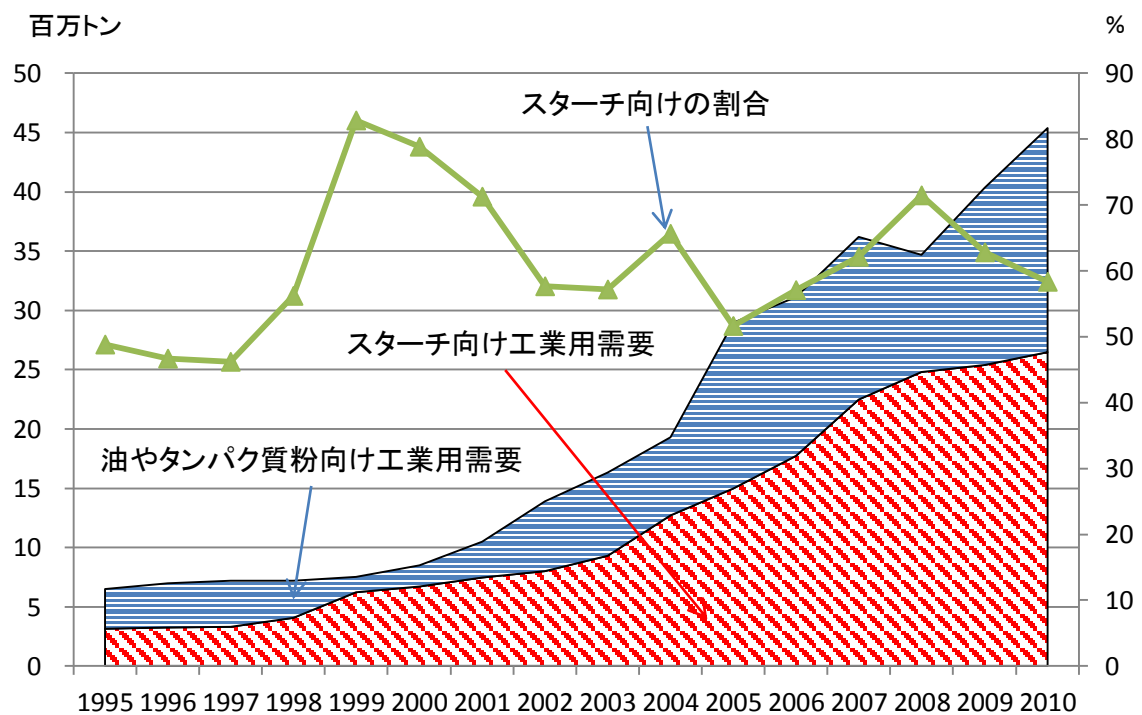


図 4-1 中国における工業用トウモロコシの需要量とその構成  
資料：中国農産品加工業年鑑（1996—2011）

同図の通り、加工業振興政策を実施した 2000 年前までのトウモロコシの工業用需要量は、横ばいであるが、2000 年からは急速に増加し始め、2005 年には 2004 年の 1,931 万トンに比べ、およそ 50%の増加率を見せている。これらの旺盛な需要を背景に、中国政府は畜産業への影響が懸念され、2007 年 9 月からトウモロコシ加工利用の制限を行い、2008 年の工業用需要量は減少した。しかし、2008 年の世界的な金融危機を背景に、トウモロコシの需要が伸び悩み、中国政府は従来 of 振興政策を再び復旧させた。よって、2009 年からの工業用需要は再び上昇傾向にあり、2010 年の工業用需要は史上ピーク値を更新した。

その一方で、2000 年まではトウモロコシを利用して主にスターチを生産してきたが、2001 年からはタンパク質粉の生産量をかなり伸ばしてきた。具体的には、2010 年の工業用需要量は 4,538 万トンであり、2000 年の 850 万トンに比べ、5 倍程度増加しており、その中、スターチ向け工業用トウモロコシの需要は 2,647 万トンで、2000 年の 670 万トンに比べ、4 倍程度増加した。また、油やタンパク質粉向け需要量は 1891 万トンで、2000 年の 180 万トンに比べ、およそ 10 倍程度増加した。

図 4-1 で示されたように、スターチ向け工業用トウモロコシの需要は平均 50%を大きく超えており、トウモロコシの工業用需要はスターチ向けトウモロコシの需要によって決まると推測される。よって、本章では、スターチ向けトウモロコシの需要関数を推定し、スターチ生産の拡大がトウモロコシの工業用需要に与える影響を明らかにする。

### 第3節 モデルとデータ

#### 1. モデルの導出

2 種類の原料作物（トウモロコシ、キャッサバ）を用いて、スターチを生産する加工企業を考える。スターチの生産量を  $Q$  (Kg)、投入されるトウモロコシ、キャッサバなどの

原料作物をそれぞれ  $C$ 、 $V$  で表す。この関係は (1) 式で示される。

$$Q = F(C, V) \quad (1)$$

$P_C$ 、 $P_V$  をそれぞれ トウモロコシ、キャッサバの価格 (RMB/kg) とすると、加工企業は次で与えられる費用を最小化するように原料作物の投入量を決める。

$$\min_{C, V} C(Q) = P_C \cdot C + P_V \cdot V \quad (2)$$

$$\text{Subject to } Q = F(C, V)$$

(2) 式を解くと、次の要素需要関数が得られる。

$$C = c(P_C, P_V, Q) \quad (3)$$

$$V = v(P_V, P_C, Q) \quad (4)$$

ここで、(3)、(4) 式はそれぞれ スターチ向け工業用 トウモロコシの需要関数、スターチ向け工業用 キャッサバの需要関数を指す。(3) 式を (5) 式のように一次の両対数関数型で示される。

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_C + \alpha_2 \ln P_V + \alpha_3 \ln Q \quad (5)$$

トウモロコシの価格  $P_C$  が上昇、あるいは、キャッサバの価格  $P_V$  が下落すれば、スターチ向けの工業用 トウモロコシの需要量  $C$  は減少する。さらにスターチの生産量  $Q$  が拡大すれば、(5) 式で与えられるスターチ向け工業用 トウモロコシの需要量  $C$  は増加する。

## 2. データ

スターチ向けのトウモロコシの需要量 $C$ とスターチの生産量 $Q$ は、中国農産品加工業年鑑（1996—2011）から、トウモロコシの価格 $P_C$ とキャッサバの価格 $P_V$ は、「全国農産品成本収益資料滙編」からそれぞれデータを入手した。いずれも推定期間は1995年から2009年までの15年間である。価格で表示される変数は、すべて中国の2011年消費者物価指数（CPI）を100として、実質化した。以上のデータをもとに、(3)式を一次の両対数関数で近似して、最小二乗推定法（OLS）によって推定する。

### 第4節 分析結果とその考察

スターチ向けのトウモロコシの需要関数を推定した結果、キャッサバの価格変数を除いて、各説明変数の符号は期待通り推定された（表4-5）。即ち、トウモロコシとキャッサバなどの2種類の原料作物を利用して、スターチを生産する加工企業では、トウモロコシとキャッサバが代替財の関係にないと推計された。各説明変数の有意性検定からみると、スターチ生産量は有意水準1%で有意であるが、トウモロコシ価格とキャッサバ価格の有意性は低い。多重共線性問題が疑われたが、各説明変数の間で系列相関がなかった<sup>40</sup>。また、攪乱項の系列相関についても検定を行ったが<sup>41</sup>、その問題はなかったため、表4-5の推定結果に対して排除されるべき理由はない。各説明変数の有意性から、中国における工業用トウモロコシ需要量はスターチ生産量に強く影響されるとともに、トウモロコシの価格にあまり影響されないと推察される。(3)式において、両対数関数型を使用したのも、推計された各説明変数の係数は弾力性となる。即ち、トウモロコシ価格が1%上昇すれば、スターチ向け工業用トウモロコシの需要量は0.0586%減少し、スターチ生産量が1%増加すれば、スターチ向け工業用トウモロコシの需要量は1.03%増加する。標本値から求めた回

帰方程式のあてはまりの良さの尺度として利用される修正済み決定係数は 0.998 で、同回帰方程式の適合性は高い。

表 4-5 中国におけるスターチ向け工業用トウモロコシの需要関数の推定結果

説明変数	係数	標準誤差	t 値
$\ln P_C$	-0.0586	0.0481	-1.22
$\ln P_V$	-0.0154	0.0154	-0.998
$\ln Q$	1.03***	0.0126	82.1
C	0.432	0.384	1.13

$R^2 = 0.998$  Adjusted  $R^2 = 0.998$  D.W. = 1.51 N = 15 (1995~2009) \*\*\*、\*\*、\* はそれぞれ有意水準 1%、5%、10%で有意であることを示す。C は定数項である。

このような分析結果は、先行研究による楊習理他 (2003)、劉娟 (2003)、趙繼湘 (2008)、李慶偉 (2009) とは大きく異なるものとなった。楊習理他 (2003)、劉娟 (2003) と李慶偉 (2009) は、トウモロコシの経済的価値のみ強調しており、工業用需要の拡大がトウモロコシ価格の上昇を引き起こし、飼料業及び畜産業に与える影響を考慮していない。トウモロコシはコメやコムギと同じように、期末在庫量を考慮しない場合、供給の価格弾力性が小さい。よって、トウモロコシの需要が膨らむ時、備蓄を市場に投入しない限り、トウモロコシの価格は急激に上昇する可能性が高い。こうしたトウモロコシ価格の上昇は、トウモロコシ総需要量の 6 割以上を占める飼料用需要に与える影響は決して小さくないと思われる。趙繼湘 (2008) は、トウモロコシ加工業の生産構造問題を強調しているが、小規模から大規模への生産構造転換を促し、原料節約型加工システムを構築していく方策は、あくまで一時的な対応であるものの、需要拡大に伴う価格上昇の影響は解消できないことが示唆される。

## 第5節 本章のまとめ

本章では、第2章で検討したトウモロコシの工業用需要量はほとんどスターチ向け工業用トウモロコシ需要量によって決まるという現状をもとに、なおかつ、既存の研究で不透明であった中国におけるトウモロコシの工業用需要に関する各種統計データを利用した上で、スターチ向け工業用トウモロコシの需要関数を推定し、中国におけるスターチ生産の拡大が工業用トウモロコシの需要に与える影響を定量的な分析手法を用いて明らかにした。その結果、スターチ向けトウモロコシの工業用需要量はスターチの生産量に強く影響を受けることが示唆された。また、トウモロコシの価格はスターチ向け工業用トウモロコシの需要量に対し有意性のある変数とは計測されなかった。

さらに、スターチ生産においてトウモロコシとキャッサバが代替財の関係については有意な結果は出なかった。これは中国がスターチ生産においてほとんどトウモロコシを原料としていることから解釈される(表4-3)。つまり、スターチの総生産量の増加に伴い、トウモロコシを原料としたコーンスターチの割合も増加していることが表4-3から分かる。2010年における中国のコーンスターチ生産量は1,800万トンで、スターチ総生産量の96%を占めている。いわば、スターチ向けトウモロコシの需要量はトウモロコシ自身の価格より、スターチの需要量に大きく左右されることが関係していると推察される。

本研究では既存の研究で不透明であった中国におけるトウモロコシの工業用需要に関する各種統計データを利用し、スターチ生産の拡大が工業用トウモロコシの需要に与える影響を定量的な分析手法を用いて明らかにしたことで、政府のトウモロコシ加工製品に関する振興政策あるいは抑制政策を分析・理解する上で有用である。

また、コーンスターチ生産はトウモロコシの需要を拡大するため、中国のトウモロコシの生産農家にとっては歓迎すべきであるが、スターチの生産においてトウモロコシを主な原料としているため、トウモロコシ加工利用に対する政策的な支援は工業用トウモロコシの需要拡大をもたらすと同時にトウモロコシ価格の大幅な上昇を伴う可能性がある。よっ

て、トウモロコシの価格を安定化するため、2009年から実施したコーンスターチの生産拡大を奨励する政策については、規制すべきであると考えられる。。

---

<sup>35</sup> 2008年のリジン生産量は58.5トンとして、世界最大な生産国となっている。また、クエン酸の場合は、世界で最大な生産国とともに、最大な輸出国となっている。2008年のクエン酸生産量は80万トンで、世界シェア70%を占め、その輸出量は60万トンに達している [張智先 (2010)]。

<sup>36</sup> 13ページを参照する。

<sup>37</sup> 具体的には、①コーンスターチやコーンエタノールを含むアルコールなどの加工製品向けの工業用トウモロコシの需要量を全体消費量の26%以内に抑制する；②すでに登録していたがまだ着工の予定のないトウモロコシ加工プロジェクトを停止する；③原則的に新規トウモロコシ加工プロジェクトの審査・許可はしない；④既存のトウモロコシ加工企業に対する審査・許可を強化し、厳格に生産能力の無秩序な拡大を抑止する；⑤レベルの低いプロジェクトは回避する；⑥甘味料やリジン、クエン酸などの加工製品の生産量を引き締め、アルコール輸出の付加価値税還付を撤廃する；⑦環境汚染防止のためアルコールやスターチ企業の排水処理基準を引き上げる。 [中国国家発展和改革委員会 (2007)]。

<sup>38</sup> 2009年6月1日から、コーンスターチとアルコールの輸出税払い戻し率を5%まで引き上げるとともに、アルコールの5%消費税を減免する。また、9月に637万トンの補助金付きの備蓄トウモロコシを東北地区の加工企業向け販売する [李喜貴 (2010)]。

<sup>39</sup> タンパク質粉とは、加工したトウモロコシの副産物として栄養が豊富な家畜用タンパク質飼料に利用される。中国で肉類や乳製品など畜産物生産量の拡大に伴いその需要量は増加している。

<sup>40</sup> 各説明変数間の系列相関に関する検定方法は、Eviews 6統計プログラムのCorrelations Testを用いた。

<sup>41</sup> 攪乱項の系列相関に関する検定方法は、Eviews 6統計プログラムのCorrelogram of Residuals Test と Correlogram of Residuals Squared Test 両方とも用いた。



## 第5章 中国におけるコーンエタノールの生産拡大がトウモロコシ の飼料用需要と工業用需要に及ぼす影響

### 第1節 課題

コーンエタノールとは、トウモロコシを発酵させ、糖を分離し得られたエタノールを指す。エタノールはアルコールの一つとして、揮発性が強く、殺菌・消毒のほか、自動車燃料にも用いられるが、トウモロコシの生産過程で二酸化炭素を吸収するため、その燃焼によって大気中の二酸化炭素の量を増やさないと解釈されることから、再生可能なエネルギー源としての将来性が期待されている。一方、二酸化炭素の削減効果やエネルギー生産手段としての効率性、及び食料との競合などの問題点も指摘されているが<sup>42</sup>、中国ではどのような背景でコーンエタノール生産を実施したか、明らかにしたい。

1990年代の中国の食糧流通は国有食糧企業が中心的な役割を担い、特に1990年代半ば以降の食糧価格の低迷期には政府が保護価格による無期限買付政策を実施したため、政府在庫量が急増し<sup>43</sup>、食管費用の拡大が問題視されるとともにトウモロコシの価格は2000年まで続落した。特に、吉林省や黒龍江省、河南省、山東省などトウモロコシ主産地における過剰在庫、販路不振の問題が深刻であった<sup>44</sup>。その一方で、中国では都市世帯の所得向上と都市化によるモータリゼーションの急速な発展に伴い原油の需要が急増し、原油資源の制約から海外からの輸入が大幅に増加した。

こうした中、中国政府はトウモロコシの過剰在庫や販路拡大問題の解消、自動車排気ガス排出量と原油への輸入依存度を減らすため、補助金付きのエタノール生産政策を2002年から実施し始めた<sup>45</sup>。具体的には、吉林省と黒龍江省で、トウモロコシを原料としたエタノール10%をガソリンに混合させるE10計画を2002年9月から本格的に開始した。また、同年11月にはコムギを原料としたエタノール10%を混合させるE10計画を河南省

で開始した。このようにコーンエタノールを混合させる E10 計画はトウモロコシの主産地ばかりでなく、湖北省や江蘇省など主産地ではない地域まで拡大され、2006 年まで 9 省 27 市においてその E10 計画が義務付けられた<sup>46</sup>。

このようなコーンエタノール混合ガソリンの普及政策を背景に、コーンエタノールの生産量は2002年の25万トンから2006年の143万トンにまで約6倍程も増大し、年平均153%の伸び率を示した。こうしたコーンエタノール生産の拡大に伴い燃料用トウモロコシの需要量がそれに合わせ急増し、さらに補助金付きトウモロコシの輸出量増加もあり、トウモロコシの期末在庫は急激に減少し、国内のトウモロコシ価格は2006年から高騰し始めた。2006年におけるトウモロコシの国内価格は1トン当たり1,268元<sup>47</sup>で、2002年の912元に比べ約39%上昇した。

中国政府は国内のトウモロコシ価格の上昇が飼料産業及び畜産業に与える影響を懸念し、2006年12月に「エタノール生産強化に関する中国国家発展改革委員会及び財政部の通知」を発表し<sup>48</sup>、2007年からトウモロコシなど穀物を原料とするエタノール生産の拡大を抑制するとともに今後はキャッサバなどイモ類の非穀物による食糧を中心とした原料からエタノール生産を促す方針を定めた。また、2007年8月31日に「再生可能エネルギー中長期発展計画」を発表し<sup>49</sup>、2010年に非穀物を原料としたエタノールの年間生産量を200万トン、2020年には年間生産量を1,000万トンに拡大するという目標を定めた。

コーンエタノール生産及びトウモロコシの燃料用需要に関する先行研究では、Taylor *et al.* (2006)、Yoon *et al.* (2010) は米国におけるコーンエタノール生産の拡大が飼料用トウモロコシの需要に及ぼす影響を定量的に明らかにした。また、中国を対象にした研究では、小泉達治 (2007) は中国のコーンエタノール生産量を42%増加した場合、トウモロコシの価格は0.5%上昇するとした。廖興華他 (2007) はコーンエタノールの経済的価値を強調し今後の中国におけるコーンエタノール生産拡大の潜在力について論じた。黄季焜他 (2007)、景梅芳 (2008)、仇煥広他 (2009) はコーンエタノールの生産拡大はトウモロコシの価格上昇を引き起こすと示唆した。張錦華他 (2008) は、トウモロコシの燃料用需要

量が供給量に占める割合を根拠とし、畜産業に与える影響は少ないとした。郎曉娟他(2009)は巨額な補助金が付いた中国のコーンエタノール生産政策は、財政赤字を拡大する危険性があると指摘した。郭玲霞他(2011)は中国におけるコーンエタノール生産シナリオを設定し、トウモロコシの需要と供給に関する単回帰線形関数をもとに2020年までの需要量と供給量を予測し、その超過需要が供給に占める割合をもとにコーンエタノール振興政策がトウモロコシの需要に与える影響は限られているとした。

しかし、コーンエタノール生産の拡大が飼料用トウモロコシの需要に与える影響について、定量的分析手法を用いて明らかにしたものは米国を対象にした研究では存在するものの、中国に関する定量分析は、現在のところ見受けられない。よって、本章は前章で計測したトウモロコシの飼料用需要と工業用需要の価格弾力性を用い、今後のコーンエタノール生産の需要シミュレーションを通じ、2007年から中国政府がコーンエタノールの生産拡大を抑制せずにそのまま続けていた場合、トウモロコシの飼料用需要と工業用需要にどのような影響を与えるかについて分析することを目的とする。

## 第2節 燃料用需要とその背景

### 1. コーンエタノールの経済的価値とその生産状況

図5-1は、中国における都市世帯の所得向上と都市化によるモータリゼーションの発展を示している。特に1998年から2002年まで自動車の販売台数が急速に伸び、2002年度の増加率は37%を示した。また、コーンエタノール10%をガソリンに混合させるE10計画が実施された2002年の販売台数は325万台、コーンエタノールの生産拡大を抑制し始めた2007年の販売台数は879万台、およそ1.7倍程度増加した。コーンエタノールの生産拡大が抑制された2007年以降、中国のモータリゼーションの進行スピードはさらに加速化され

ている。因みに 2009 年の新車販売台数は 1,364 万 4,800 台で、2008 年に比べて 46.2%増加し、米国の 1,043 万台を抜いて初めて世界第一位となった<sup>50</sup>。

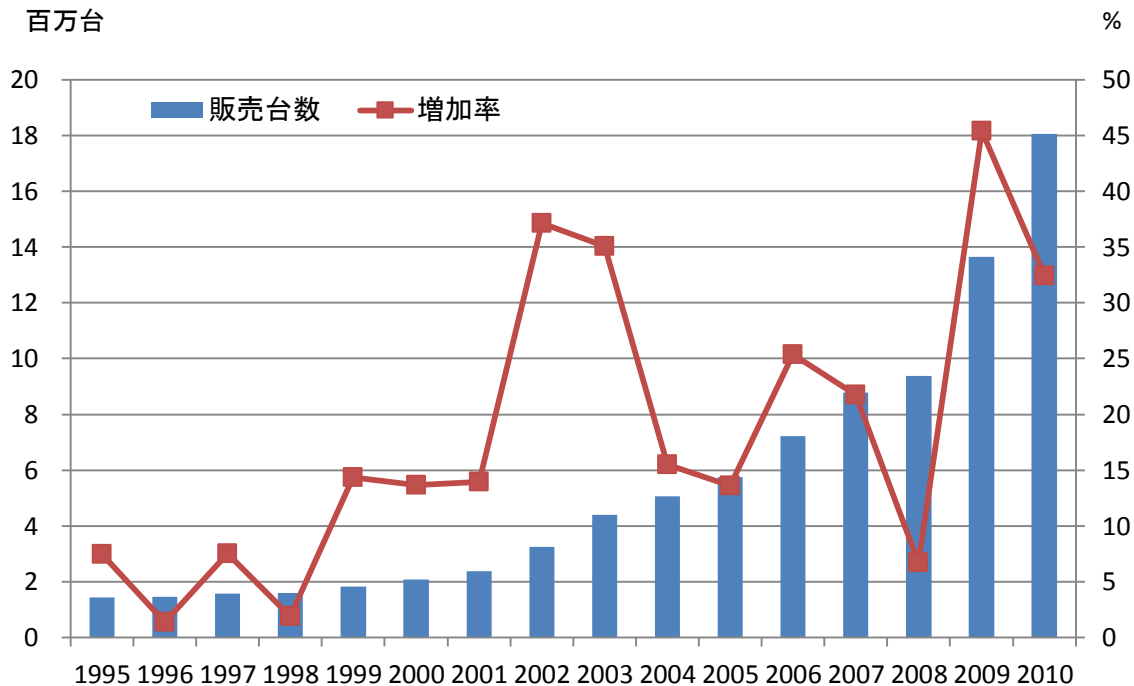


図 5-1 中国における新車販売台数の推移と年間増加率

資料：中国汽车工業年鑑（2012）

このようなモータリゼーションの急速な発展に伴い原油の需要が急増しており、原油資源の制約から海外からの輸入が大幅に増加した（図 5-2）。2001 年を境に原油の輸入量は急速に増加しており、2001 年の 6,000 万トンから 2009 年の 2 億 3,700 万トンまで年平均 19% の増加率を示している。輸入量の増大に伴い原油の自給率が下がり、2009 年には 39%まで低下した。一方、ガソリンの消費量は、2000 年の 3,500 万トンから 2010 年の約 7,000 万トンまで 2 倍程度増加し、年平均 7% の増加率を示した。仮に 2010 年におけるガソリン消費量の 10% をコーンエタノールに代替すると、700 万トンのガソリンがセーブされる。さらに、700 万トンのガソリンに相当する排気ガスの排出量が削減される。ここで、制約条件としてコーンエタノールの価格がガソリンの価格より安く押さえられなければならない。

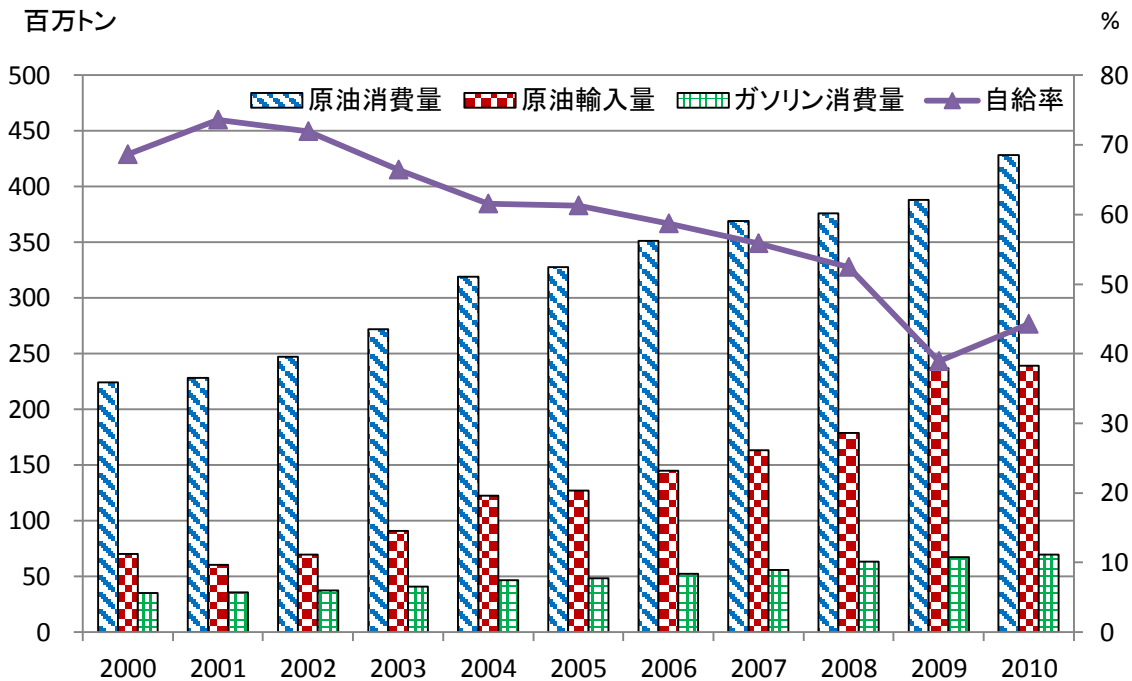


図 5-2 中国における原油の輸入依存度とガソリンの消費量推移

資料：Statistical Review of World Energy 2011

よって、中国政府はトウモロコシの過剰在庫や販路拡大問題を解消することと、ガソリン需要量の増大に伴う原油の輸入依存度の軽減及び都市の環境汚染を抑制することを目的に、トウモロコシを主原料としたコーンエタノールの生産拡大を積極的に推進した。

## 2. 燃料用トウモロコシの需要量とその割合

2002年にスタートしたコーンエタノール生産拡大政策により、2006年のコーンエタノールの生産量は143万トンで、2002年の25万トンに比べ6倍近く増大し、年平均56%の増加率を示した。また、燃料用向けトウモロコシの需要量もそれに合わせ急速に増加した。2006年における燃料用トウモロコシの需要量は約444万トンで、2002年の76万トンに比べ約6倍増大し、年平均60%の増加率を示している（図5-3）。2006年にコーンエタノールを10%混合させたガソリンは中国全土のガソリン消費量の20%に当たる約1,000万ト

ンに達した。

トウモロコシ需要の用途別伸び率を見てみると、飼料用は2004年から2007年にかけて減少しているが、2008年にはわずかに増加した。一方、燃料用と工業用は2004年から2006年にかけて大幅に伸びた。ここで注目したいのは、飼料用の減少と燃料用及び工業用の増加である。トウモロコシの飼料用需要はコーンエタノール生産の補助金や税制優遇などの影響を受け、燃料用・工業用、とりわけ前者に回された [景梅芳 (2008)]。

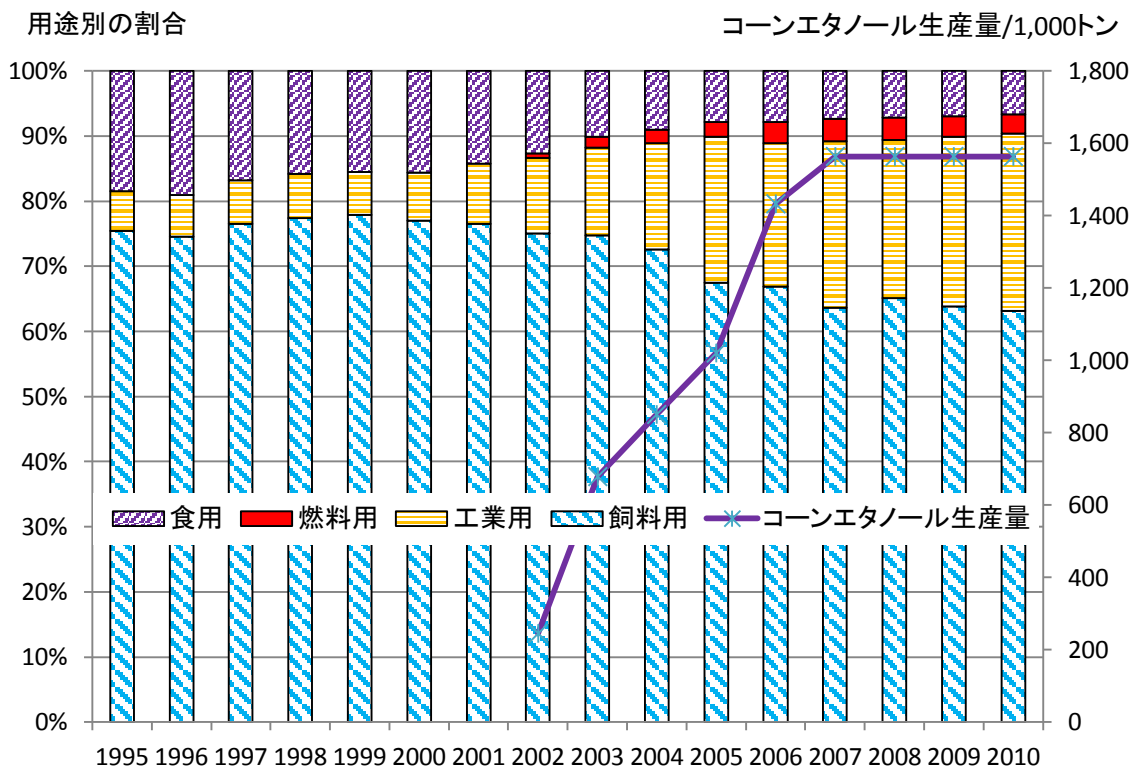


図 5-3 中国のトウモロコシの用途別割合とコーンエタノール生産量推移

資料：図 2-1、図 2-5。

表 5-1 は、中国政府がコーンエタノールの生産拡大を抑制した後、穀物を原料にするエタノール生産を許可した 5 社の最大生産量を表している。そのうち、「河南天冠燃料」社はコムギを燃料としているが、他はすべてトウモロコシを原料にしている。河南省は中

国最大のコムギ産地であり、大量のコムギ在庫を抱えていたためそれを原料としコムギエタノールを生産している。また、「華潤酒精」社、「吉林燃料乙醇」社、「吉林沱牌」社などの3社は中国最大のトウモロコシ産地にあるが、毎年増産により2002年前まで大量の在庫を抱えていた。さらに、当時の一元的な流通制度や流通システムの問題で販路があっても運べない事情もあった〔劉笑然他（2008）〕。そのため中国政府は2000年前後から地域間流通システムを構築し、東北春播き地帯で栽培したトウモロコシを飼料業・畜産業が発達していた広東省まで運んで、販路拡大を促した。

表 5-1 中国の稼働中エタノールメーカーと最大生産量（単位：万トン）

所在地	メーカー	原料	2005年	2006年	2007年
黒龍江省	華潤酒精	トウモロコシ	10	37	37
吉林省	吉林燃料乙醇	トウモロコシ	30	44	60
河南省	河南天冠燃料	コムギ	32	50	50
安徽省	豊原生物化学	トウモロコシ	30	44	44
吉林省	吉林沱牌	トウモロコシ	4	4	4
計			106	179	195

資料：日本エネルギー経済研究所（2007）

2005年の原油価格の上昇をきっかけに、中国のエタノール生産は2006年から過熱な様相が現れるようになった。原油価格が1バレル当たり60ドルを超えると、政府の補助金がなくても採算が合うと言われるほど、設備投資や拡充、新規着工の申込が殺到し計画のものを含むエタノールの生産能力は1,000万トンを超えた〔阮蔚（2007）〕。コーンエタノール生産政策は当初トウモロコシの過剰在庫の解消、価格下落の防止が目的であったが、2006年からはそのような当初の方針からかけ離れるようになった。こうした状況を懸念し、2006年12月に中国政府は「エタノール生産強化に関する中国国家発展改革委員会及

び財政部の通知」を公表し、穀物を原料としたエタノール生産設備の新規建設にストップをかけ、5社以外に穀物を原料にするエタノール生産の許可を見合わせた（表5-2）。

表 5-2 中国の2010年に稼働予定のエタノールメーカーと生産能力（万トン）

所在地	メーカー	原料	2010年
内モンゴル	順通生物技術有限会社	トウモロコシ	30
内モンゴル	中国糧油集団	トウモロコシ	10
河北省	中国糧油集団	サツマイモ・トウモロコシ	30
山東省	山東中国石油天然ガスグループ会社	砂糖モロコシ	20
江蘇省	塩城中国石油天然ガスグループ会社	(未定)	20
湖北省	湖北天冠燃料有限会社	サツマイモ	10
湖南省	河南天冠燃料有限会社	(未定)	20
四川省	南充中国石油天然ガス株式会社	サツマイモ・キャッサバ	10
四川省	河南天冠燃料有限会社	キャッサバ	20
雲南省	雲南中国石油天然ガス株式会社	(未定)	(未定)
広西自治区	南寧中糧物質有限会社	キャッサバ	20
広西自治区	貴港中糧物質有限会社	キャッサバ	20
広西自治区	梧州中糧物質有限会社	キャッサバ	20
広西自治区	河南天冠燃料有限会社	(未定)	20
広東省	河南天冠燃料有限会社	キャッサバ	10
広東省	清遠龍塘燃料有限会社	キャッサバ・砂糖キビ	10

資料：Morimoto, Ikunori (2008)

それと同時に、エタノール生産への補助金は、2004年の2,736元/トンから2005年は1,883元/トン、2006年には1,628元/トン、さらに2007年には1,373元/トンへと減らされ



ている [小泉達治 (2009)]。

コーンエタノール生産拡大を抑制すると発表した 2006 年のコーンエタノール向けトウモロコシの需要量は 444 万トンで、それが同年におけるトウモロコシの生産量 1 億 5,160 万トンに占める割合はわずか 3%、飼料用トウモロコシの需要量の 5%、工業用需要量の 14%を占める。このように 2006 年の燃料用需要量が生産量に占める割合は決して大きくないが、政府はそれが畜産業に与える影響を懸念し、トウモロコシの生産者に利するコーンエタノール生産政策について控えめな行動を取った。仮にコーンエタノール生産をこのまま続けていた場合、畜産業及び飼料用トウモロコシの需要はどれくらいの影響を受けるか、本章では次のシミュレーションモデルを構築し、トウモロコシの需要価格弾力性を用いてその影響を明らかにする。

### 第3節 モデルとデータ

#### 1. 理論モデル及び仮定

図 5-4 は、コーンエタノール生産拡大によりトウモロコシの総需要が拡大、価格上昇と飼料用需要の減少を招く過程を示したものである。トウモロコシの供給曲線  $S_Q$  を一定と仮定すると、コーンエタノール生産拡大により、トウモロコシの派生需要  $\Delta D_Q$  が生まれ、総需要曲線  $D_Q$  は右側  $D'_Q$  にシフトする。総需要曲線のシフトにより、トウモロコシ価格は  $P_C$  から  $P'_C$  へと  $\Delta P_C$  ほど上昇する。また、このトウモロコシ価格の上昇により、飼料用トウモロコシの需要  $D_{QF}$  は、新たな価格との交点で決まり、 $\Delta D_{QF}$  だけ減少する。トウモロコシ総需要曲線のシフトは、所得や畜産物価格、スターチ価格等の外生変数の変化によっても生ずるが、本章では、コーンエタノール生産の拡大のみと仮定しシミュレーションする。

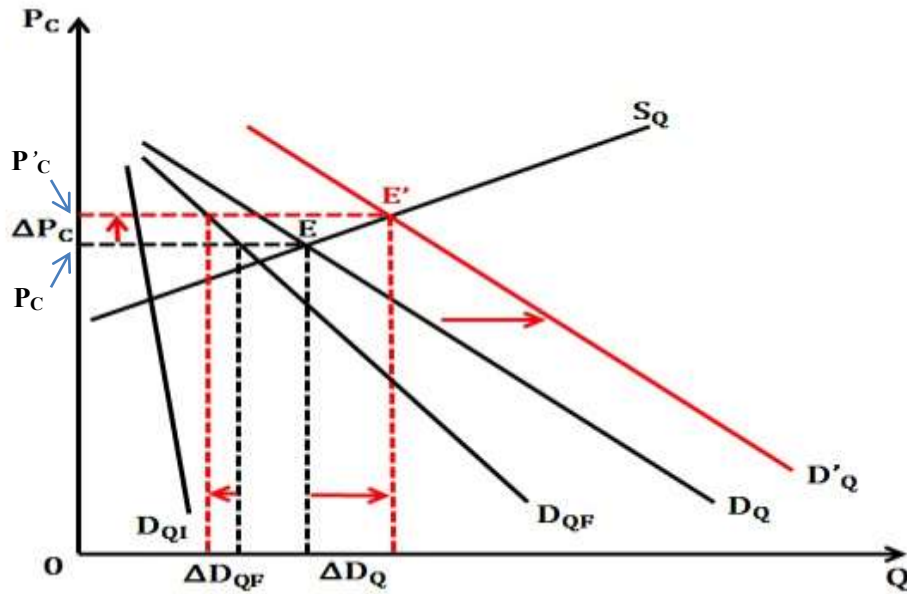


図 5-4 コーンエタノール生産拡大に伴う飼料用需要の減少に関する需給メカニズム  
資料：Mankiw, N. Gregory (2002)

## 2. 理論モデルの定式化

$D_Q$ 、 $D_{QF}$ 、 $D_{QI}$  はそれぞれトウモロコシの総需要量、飼料用需要量、工業用需要量である。即ち、

$$D_Q = D_{QF} + D_{QI} \quad (1)$$

ここで、各需要関数は、トウモロコシ価格の関数である。(1) 式をトウモロコシ価格に対して偏微分すると、

$$\frac{\partial D_Q}{\partial P_C} = \frac{\partial D_{QF}}{\partial P_C} + \frac{\partial D_{QI}}{\partial P_C} \quad (2)$$

となる。また、(2) 式を以下のように変形する。

$$\frac{\frac{\partial D_Q}{D_Q}}{\frac{\partial P_C}{P_C}} D_Q = \frac{\frac{\partial D_{QF}}{D_{QF}}}{\frac{\partial P_C}{P_C}} D_{QF} + \frac{\frac{\partial D_{QI}}{D_{QI}}}{\frac{\partial P_C}{P_C}} D_{QI} \quad (3)$$

即ち、

$$ED_Q * D_Q = ED_{QF} * D_{QF} + ED_{QI} * D_{QI} \quad (4)$$

となる。ここで、 $ED_Q$ 、 $ED_{QF}$ 、 $ED_{QI}$ はそれぞれトウモロコシ需要の価格弾力性で、総需要、飼料用、工業用である。(4) 式の両辺を  $D_Q$  で除すると、

$$ED_Q = \frac{ED_{QF} \cdot D_{QF} + ED_{QI} \cdot D_{QI}}{D_Q} \quad (5)$$

となる。ここで、総需要の価格弾力性  $ED_Q$  を、次のようにおく。

$$\frac{\Delta P_C}{P_C} = \frac{1}{ED_Q} \cdot \frac{\Delta D_Q}{D_Q} \quad (6)$$

ここで、左辺はトウモロコシの価格変化率、 $\Delta D_Q$  はトウモロコシ需要の変化分である。また、同じく、飼料用と工業用の需要の価格弾力性  $ED_{QF}$  と  $ED_{QI}$  を以下の (7) 式と (8) 式のように変形する。

$$\Delta D_{QF} = ED_{QF} \cdot \frac{\Delta P_C}{P_C} \cdot D_{QF} \quad (7)$$

$$\Delta D_{QI} = ED_{QI} \cdot \frac{\Delta P_C}{P_C} \cdot D_{QI} \quad (8)$$

ここで、 $\Delta D_{QF}$ 、 $\Delta D_{QI}$ はトウモロコシ価格上昇（下落）の影響を受けて、燃料用需要に回された飼料用及び工業用トウモロコシ需要の減少分（増加分）である。飼料用需要の価格弾力性 $ED_{QF}$ は、飼料用トウモロコシの需要関数 $D_{QF}$ の計測によって求められる。ここで、第3章で計測した大規模養豚向けの飼料用トウモロコシ需要関数を飼料トウモロコシの需要関数 $D_{QF}$ として利用する<sup>51</sup>。同じく、工業用トウモロコシの需要の価格弾力性 $ED_{QI}$ は工業用トウモロコシの需要関数 $D_{QI}$ の計測によって求められる。ここで、第4章で計測したスターチ向けの工業用トウモロコシの需要関数を工業用トウモロコシの需要関数 $D_{QI}$ として利用する<sup>52</sup>。よって、飼料用需要と工業用需要の価格弾力性はそれぞれ $-0.360$ 、 $-0.0586$ となる。

## 第4節 分析結果とその考察

### 1. ベースライン及びシナリオの設定

ベースライン設定において、USDAのWASDEによる2020年予測値をベースラインとする<sup>53</sup>。シナリオ設定においては、コーンエタノールの生産シナリオを2020年にコーンエタノールの生産量をそれぞれ2007年の2倍（S1）、3倍（S2）、5倍（S3）に拡大した場合の3シナリオを想定すると、2020年におけるコーンエタノールの生産シナリオは、表5-3のようになる<sup>54</sup>。即ち、シナリオS1では2020年においてコーンエタノールの生産量を2007年（基準年）の2倍に、シナリオS2では3倍に、シナリオS3では5倍に拡大すると想定する。

### 2. 弾力性計測によるシミュレーション分析とその考察

表 5-3 は、上記の三つのシナリオと (6)、(7)、(8) 式に基づいて求められたシミュレーション分析結果である。

表 5-3 中国のコーンエタノール生産拡大シミュレーション分析結果 (単位: 千トン)

項目	2007 年	2020 年	2020 年のコーンエタノール生産シナリオ		
	基準値	USDA 予測値	200% (S1)	300% (S2)	500% (S3)
Eth.Prod.	1,504		3,009	4,514	7,524
$D_{QE}$	4,620		9,240	13,860	23,100
$\Delta D_Q$			4,620	9,240	18,480
$D_Q$		259,434	254,814	250,194	240,954
$ED_Q$	-0.270				
$\Delta P_C/P_C$			6.6%	13.2%	26.4%
$ED_{QF}$	-0.360				
$D_{QF}$		182,022	177,701	173,380	164,738
$\Delta D_{QF}$			-4,321	-8,642	-17,284
$\Delta D_{QF}/D_{QF}$			-2.4%	-4.7%	-9.5%
$ED_{QI}$	-0.0586				
$D_{QI}$		77,412	77,113	76,814	76,216
$\Delta D_{QI}$			-299	-598	-1,196
$\Delta D_{QI}/D_{QI}$			-0.4%	-0.8%	-1.5%

注: Eth. Prod.はコーンエタノールの生産量を指す。また、変化率 (%) は年平均変化率を示す。2020 年 USDA の予測値は ERS, (April 2013) による。

ここで、トウモロコシの総需要の変化分  $\Delta D_Q$  は、コーンエタノール生産の拡大のみの結果である。総需要の価格弾力性  $ED_Q$ 、そして価格の変化率  $\Delta P_C/P_C$  は、それぞれ (5)

式と (6) 式によって求めることができる。また、 $\Delta D_{QF}$  と  $\Delta D_{QI}$  も、それぞれ (7) 式と (8) 式によって求められる。

シミュレーション分析の結果 (表 5-3)、2020 年にコーンエタノールを 2007 年の 2 倍程度生産 (S1) すると、トウモロコシ価格は 6.6% 上昇し、価格上昇の影響を受けた飼料用需要と工業用需要はそれぞれ 4,321 千トン (2.4%)、299 千トン (0.4%) 減少する。同様に、2020 年にコーンエタノールを 2007 年の 3 倍程度生産 (S2) すると、トウモロコシの価格は 13.2% 上昇し、価格上昇の影響を受けた飼料用需要と工業用需要はそれぞれ 8,642 千トン (4.7%)、598 千トン (0.8%) 減少する。さらに、2020 年にコーンエタノールを 2007 年の 5 倍程度生産 (S3) すると、トウモロコシの価格は 26.4% 上昇し、価格上昇の影響を受けた飼料用需要と工業用需要はそれぞれ 17,284 千トン (9.5%)、1,196 (1.5%) 減少する。

表 5-4 中国におけるコーンエタノール生産拡大の影響 (単位: 万トン)

シナリオ	コーンエタノール 生産量	トウモロコシ 価格	飼料用 需要量	工業用 需要量
S1	300.9	↑ 6.6%	↓ 2.4%	↓ 0.4%
S2	451.4	↑ 13.2%	↓ 4.7%	↓ 0.8%
S3	752.4	↑ 26.4%	↓ 9.5%	↓ 1.5%

表 5-4 の通り、2007 年からコーンエタノールの生産拡大を抑制せずにそのまま続けていた場合、その生産規模を拡大すればするほど、トウモロコシ価格は上昇し、飼料用需要に与える影響も大きくなるが、工業用需要に与える影響は限定的であった。

最も極端なシナリオ S3 の場合、トウモロコシ価格の年平均増加率は 26.4% で、コーンエタノール生産をスタートした 2002 年から 2007 年までのトウモロコシ価格の年平均増加率 10.4% より遥に大きい。このようなトウモロコシ価格の急激な上昇をもたらすコーンエ

タノール生産の拡大は、国内畜産業の飼料需要を圧迫し畜産業の発展を阻害しかねない。

シミュレーション分析結果の中で最も控えめなシナリオ S1 に注目したい。2020 年にコーンエタノールの生産量を 2007 年の 2 倍に拡大すると仮定した場合でも、トウモロコシ価格の変化率は年平均 6.6% である。このようなトウモロコシ価格の急激な上昇をもたらすコーンエタノール生産の拡大は、国内畜産業の飼料需要を圧迫し、畜産業の発展を阻害する可能性も予想される。

## 第5節 本章のまとめ

中国政府は、国内のトウモロコシ価格の上昇が飼料産業及び畜産業与える影響を懸念し、コーンエタノールの生産拡大を 2007 年から抑制し始め、キャッサバなどイモ類の食糧を中心としたエタノール生産及び普及政策を進めてきた。本章では、前章で計測した飼料用需要の価格弾力性と工業用需要の価格弾力性を用い、コーンエタノール生産の需要シミュレーションモデルを構築し、2007 年からコーンエタノールの生産拡大を抑制せずにそのまま続けていた場合、コーンエタノール生産の拡大がトウモロコシの価格及び飼料用需要にどれ程の影響を与えるかについて、定量的な手法を用いて予測した。その結果、コーンエタノールの生産拡大を抑制しなかった場合、トウモロコシ価格の大幅な上昇をもたらすとともに飼料用需要を大きく削減する一方、工業用需要に与える影響は限定的という新しい結果が得られた。

コーンエタノール生産はトウモロコシの需要を拡大するため、中国のトウモロコシの生産農家にとっては歓迎されるべきことであるが、トウモロコシ価格の大幅な上昇を伴う可能性があることから、養豚農家には打撃となる。よって、今後、コーンエタノールの生産拡大への政策転換を進める場合には慎重を要すると考えられる。

中国におけるコーンエタノール生産拡大政策に対する既存の研究では、これまで定量的

な分析はなく、要素需要関数の推計による弾力性の導出とコーンエタノール生産の拡大予測に基づくシミュレーションは政府のコーンエタノール政策を分析・理解する上で重要である。定量的に把握することで、コーンエタノールの生産拡大がトウモロコシ価格の上昇を通じて飼料用需要をどの程度圧迫するのか、その示唆が得られた。しかしながら、本研究では供給曲線が不変であると仮定し、コーンエタノールデータの制約から総需要曲線のシフトをコーンエタノール生産拡大のみと仮定した上で、つまり静的（Static）な分析の範疇において、このような結果が得られたことを指摘しておきたい。

因みに、中国政府が打ち出したコーンエタノール抑制政策でキャッサバを主に使用したエタノール生産の拡大を推奨しているが、キャッサバを栽培する耕地を確保しキャッサバなどの農業生産が可能なのか、農家に利する政策であるのか、これらの問題は残された課題としたい。

---

<sup>42</sup> 引用先 [尤新 (2008)]。

<sup>43</sup> 図 2-13 を参照する。

<sup>44</sup> 引用先 [李喜貴 (2010)]。

<sup>45</sup> 中国国家発展改革委員会への聞き取り調査では、1 トン当たりのコーンエタノールに 1,000 元の補助金を支給し、製造価格が 4,000 元であるものをガソリンの価格と同一の約 3,000 元で流通するようにコーンエタノール生産に対する支援政策を行った [小泉圭治 (2007)]。

<sup>46</sup> 9 省とは、黒龍江省、吉林省、河南省、安徽省、遼寧省、河北省、湖北省、山東省、江蘇省などで構成される。

<sup>47</sup> 1 元は 0.15 ドル (2013 年 12 月 1 日基準)

<sup>48</sup> 引用先 [中国国家発展和改革委員会、財政部 (2006)]

<sup>49</sup> 引用先 [中国国家発展和改革委員会 (2007)]

<sup>50</sup> 中国における 1990 年の自動車保有台数は 551 万台であったが、2000 年には 1,609 万台、2008



年には4,975万台へとわずか20年あまりで自動車保有台数は10倍近い水準まで急増した〔中国自動車消費網（2009）〕。

<sup>51</sup> ここで飼料用需要量  $D_{QF}$  は、また養豚用、養鶏用、養牛用、養採卵鶏用、養乳牛用飼料用需要量に分けられるが、中国における飼料用トウモロコシの需要量はほとんど大規模養豚向けの飼料用需要量によって決まるという結果をもとに利用した。また、トウモロコシを配合飼料として積極的に使用する農家が増えているため、規模別に推定しないといけない。

<sup>52</sup> ここで工業用需要量  $D_{QI}$  は、またスターチ向けと油やタンパク質粉飼料向けの工業用需要量に分けられるが、中国における工業用トウモロコシの需要量はほとんどスターチ向けの工業用需要量によって決まるという結果をもとに利用した。

<sup>53</sup> 弾力性によるシミュレーション分析なので、当面のベースライン予測値をもとにシミュレーションを行った。

<sup>54</sup> 1トンのコーンエタノールを生産するため3.07トンのトウモロコシが使われる〔小泉達治（2007）〕。

## 第6章 おわりに

### 第1節 結語

世界の5割程度の豚肉は中国で生産・消費されているが、その背景の一つには所得向上に伴う生活水準の向上や人口増加がある。もう一つの背景には、豚の雑食性及び国民のタンパク質栄養源として養豚業が重視された点がある。また、都市と比較して、農村の1人当たり豚肉の消費量は依然として低く、今後の都市化の進展に伴い豚肉の消費が拡大する余地は大きい。こうした豚肉需要の増加に対応して、養豚向けの飼料用トウモロコシの需要が増加すると思われる。

中国の養豚業は年間出荷頭数規模別に零細な養豚農家と大規模養豚経営に分けられる。その中で零細な養豚農家による出荷が半分以上を占めているが、零細な養豚農家は自家産の大麦や残滓、野菜などをエサとして使用している。2000年からのトウモロコシなどの穀物価格の高騰や食品安全問題などを背景に、養豚農家における大規模への生産構造転換が進んでいる。大規模養豚経営はトウモロコシを配合飼料として積極的に使用しており、大規模養豚経営が増えるとともに飼料用トウモロコシの需要量も増えている。このように中国における養豚業の生産構造の転換及び大規模養豚向けの飼料用トウモロコシ需要量の増加に伴い、飼料用トウモロコシの安定的供給が重視されてきた。

一方、中国は建国以降、食糧生産を重視する農業政策と一元的な食流通制度を実施し、その制度は1998年まで維持されてきた。この制度により、トウモロコシ流通の直接統制が実施され、管理面での大きな取引コストが掛かっており、販路拡大の問題によるトウモロコシ価格の長期的な低迷、それに伴う農家所得の低下、さらに生産拡大に対するインセンティブにより、トウモロコシの過剰在庫問題が生じていた。その過剰在庫問題を解消するため、中国政府は補助金付きのトウモロコシ輸出を積極的に行った。

また、トウモロコシからコーンスターチを生産し、それをまた原料にしてコーンスターチシュガーや食用アルコール、燃料用エタノールなどが加工できる。また、残りの副産物は肉質を良くにするタンパク質粉に加工できる。このように、中国政府はトウモロコシの経済的価値を活かし過剰在庫の問題を解決するとともに農家所得を増やし持続可能な農業生産を実現するため、2000年からコーンスターチやコーンエタノールを含むアルコールなどの工業の加工用向けとタンパク質粉など飼料加工用向けの拡大を政策的に支援してきた。その中で注目を浴びた代表的な政策として、補助金付きコーンエタノールの生産拡大政策が挙げられる。

コーンエタノールの生産と普及政策の背景にはトウモロコシの過剰在庫問題の解消と、さらにもう一つには、中国における都市世帯の所得向上と都市化によるモータリゼーションの急速な発展に伴い原油の需要増、とりわけ原油の大幅な輸入増がある。中国政府はトウモロコシの過剰在庫や原油への輸入依存度を減らすため、2002年から補助金付きのコーンエタノールの生産拡大政策を2002年から実施し始めた。

これらの支援政策を背景に、工業用トウモロコシの需要とコーンエタノール向けの燃料用トウモロコシの需要が急激に増え、トウモロコシの価格を引き起こし、飼料穀物の安定的供給問題、特に養豚経営の大規模への生産構造転換に悪影響を与えるようになった。

よって、本研究ではトウモロコシの飼料用需要、工業用需要及びコーンエタノール需要を中心として、中国におけるトウモロコシの需要拡大に関する経済学的研究を行った。具体的には、第2章で中国におけるトウモロコシの需要と供給、輸出と輸入、そして価格などトウモロコシ市場の全般から分析し、特にトウモロコシの飼料用需要と工業用需要において大規模養豚向け飼料用需要とスターチ向け工業用需要がそれぞれ平均60%の部分を占めていることを明確にした。また、第3章で中国の大規模養豚向け飼料用トウモロコシの需要関数を推定し中国における豚肉生産の拡大が飼料用トウモロコシ需要に及ぼす影響を明らかにした。さらに、第4章では中国のスターチ向け工業用トウモロコシの需要関数を推定し中国におけるスターチ生産の拡大が工業用トウモロコシ需要に及ぼす影響を明らか

にした。最後の第5章では本研究で計測したトウモロコシの飼料用需要の価格弾力性と工業用需要の価格弾力性を駆使して、コーンエタノール需要シミュレーションモデルを構築し、中国におけるコーンエタノール生産の拡大がトウモロコシの飼料用需要と工業用需要に及ぼす影響を定量的に明らかにした。

分析の結果、大規模養豚経営向け飼料用トウモロコシの需要においてはコムギ及び高粱がトウモロコシと代替財の関係にあり、トウモロコシ対コムギの価格比と豚肉の生産量とに強く影響を受けることが示唆された。つまり、この価格比が1%上昇すれば、飼料用トウモロコシの需要量は0.360%減少すること、また、豚肉生産量が1%拡大すれば、飼料用トウモロコシの需要量は0.904%増加することが示唆された。本研究では、このように既存の研究で不透明であったトウモロコシの代替財について、新しい知見が得られた。

さらに、トウモロコシの飼料用需要に着目して将来動向の予測を試みた研究は少なくないが、大規模化が進みつつある近年の状況においては大規模養豚経営に絞った研究は中国養豚業の実態をより正確に反映した研究は極めて少なく、その真相は未確認、未分析のままであった。将来の中国を対象とした飼料用トウモロコシ需要量の予測においては、こうした現実の状況を考えた上で予測することは不可欠である。

また、中国におけるスターチ生産の拡大が工業用トウモロコシ需要に及ぼす影響について分析を行った。中国における工業用トウモロコシの需要量はスターチの生産量に強く影響を受けることが示唆された。つまり、スターチ生産量を1%拡大すれば、スターチ向け工業用トウモロコシの需要量は1.03%増加することが示唆された。また、スターチ生産の原料としてトウモロコシとキャッサバは代替財の関係は明らかにされなかった。本研究では、既存の研究で不透明であったスターチ向けトウモロコシの数値データを用いて需要関数を推定し、スターチ生産の拡大が工業用トウモロコシの需要に与える影響を明らかにした上で政策提言を行った。つまり、スターチの生産においてトウモロコシを主な原料としているため、トウモロコシ加工利用に対する政策的な支援は工業用トウモロコシの需要拡大をもたらすとともにトウモロコシ価格の大幅な上昇を伴う可能性がある。

最後に、中国におけるコーンエタノール生産の拡大がトウモロコシの飼料用需要と工業用需要に及ぼす影響について、コーンエタノールの生産を拡大すればするほど、トウモロコシの価格はさらに上昇し、飼料用需要に与える影響は大きくなるが、工業用需要に与える影響は限定的という新しい結果が得られた。トウモロコシの飼料用需要と工業用需要の価格弾力性の推計とコーンエタノール需要シミュレーションモデルに基づく分析は、コーンエタノール生産の拡大を抑制した中国政府の政策を分析・理解する上で有用である。コーンエタノール生産はトウモロコシの需要を拡大するため、中国のトウモロコシの生産農家にとっては歓迎されるべきことであるが、トウモロコシ価格の大幅な上昇を伴う可能性があることから、養豚農家には打撃となり得る。よって、今後、コーンエタノールの生産拡大への政策転換を進める場合には慎重を要する。

中国は人口規模に比べて耕地面積が限られている。こうした中、中国政府はトウモロコシの輸出量の調整や工業用需要、燃料用需要などに対する規制によって、国内の食糧需給均衡・食糧安全保障を守ってきた。今後の中国におけるトウモロコシの需要がさらに増加すると見込まれる中、中国のような食糧の生産・消費大国は国内の食糧需給を重視することは、国際的な食糧市場の安定化に対して大きな意義を持つ。その一方で、世界的なレベルでの食糧安全保障政策に対する中国の貢献も求められている。

## 第2節 残された課題

中国では欧米流の食生活が広まっており、食肉へのニーズが急激に高まっている。食肉の生産を増やすにはトウモロコシの飼料が不可欠であるが、中国の飼料需給動向を把握することはトウモロコシを含む穀物貿易の動向などにも影響を与えることとなることから、国際的にも関心の高い問題である。よって、中国における飼料用トウモロコシの需要弾力性をよりの確に把握し、国際トウモロコシ需給均衡モデルを構築した上で、中国のトウモ

ロコシ需要増、若しくは輸入増が国際貿易に与える影響に関する分析は、残された課題としたい。さらに、第5章のシミュレーション分析において、供給曲線が不変であると仮定しコーンエタノールデータの制約から総需要曲線のシフトをコーンエタノール生産拡大のみと仮定し静的分析に限ったことは、ダイナミックに変化している国際市場や貿易の構造、さらには各国の需給体制の変化には十分に対応していない。そのようなダイナミックな体質を取り入れた分析が必要となるが、これも残された今後の課題としたい。

## 引用文献

- [ 1 ] ブルームバーグ・ジャパン (2013) : 「中国企業、農業資産求め世界ツアーで米豚肉大手も買収」、<http://www.bloomberg.co.jp/news/123-MO9C3U6K50XW01.html> (2013年6月20日閲覧)
- [ 2 ] 寶劍久俊 (2003) : 「中国における食糧流通政策の変遷と農家経営への影響」、アジア経済研究所、[http://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Download/Report/pdf/2001\\_02\\_06\\_04.pdf](http://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Download/Report/pdf/2001_02_06_04.pdf) (2013年11月10日閲覧)
- [ 3 ] 郭慶海 (2007) : 「中国玉米加工業發展探析」、中国農村經濟、2007年07期、pp.16~22.
- [ 4 ] 郭玲霞、黄朝禧、彭開麗 (2011) : 「從中国玉米生物乙醇發展分析生物能源对糧食安全的影響」、中国科技論壇、2011年第9期、pp.139~145.
- [ 5 ] 河原昌一郎 (2013) : 「中国の飼料需給問題」、日本農林水産省、  
<http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seika/project/pdf> (2013年9月30日閲覧)
- [ 6 ] 仇煥広、楊軍、黄季焜 (2009) : 「生物燃料乙醇發展及其对近期糧食價格上漲的影響分析、農業經濟問題、2009年第1期、pp.80~85.
- [ 7 ] 草野栄一、沈志宏、錢小平、小山修、陳永福 (2012) : 「中国の畜産物とトウモロコシの需給予測」、日本農業經濟学会九州大学大会、報告要旨、pp.K99.
- [ 8 ] 黄季焜、Rozelle Scott (1996) : 「邁向 21 世紀的中国糧食問題」、農業經濟問題、1996年01期、pp.20~25.
- [ 9 ] 黄季焜、仇煥広 (2007) : 「全球及区域生物能源發展、机遇与挑战」、中国農業部 2007 生物質能源發展与農產品貿易檢討会.
- [ 10 ] 小泉達治 (2007) : 「バイオエタノールと世界の食料需給」、筑波書房、pp.141~175.
- [ 11 ] 小泉達治 (2009) : 「バイオ燃料と国際食料需給: ネルギーと食料の競合を超えて」、農林統計協会、pp.147~174.

- [ 12 ] 胡浩、杉山道雄、小栗克之、荒幡克之 (1997) : 「中国における養豚経営の飼料構造及びその規定要因」、日本農業経営研究、第 35 卷、第 3 号、pp.60~68.
- [ 13 ] 景梅芳 (2008) : 「用玉米加工燃料乙醇对我国飼料和養殖業発展的影響」、中国牧業通訊、2008 年第 6 期、pp.21~25.
- [ 14 ] 松島正洋 (1991) : 「線形計画法による飼料設計プログラム」、畜産の研究、第 45 卷、第 8 号、pp.823~829.
- [ 15 ] 三菱商事株式会社 (2011) : 「中国における食肉事業への資本参加に関するお知らせ」、<http://www.mitsubishicorp.com/jp/ja/pr/archive/2011/html/0000012470.html> (2013 年 10 月 5 日閲覧)
- [ 16 ] 中兼和津次 (1992) : 「中国経済論：農工関係の政治経済学」、東京大学産業経済研究叢書、東京大学出版社、1992 年 11 月、pp.88~89.
- [ 17 ] 長瀬誠、向井清史 (2001) : 「中国畜産業と飼料、食料問題」、  
[www.econ.nagoya-cu.ac.jp/~oikono/pdfdp/pdf/dp282-2.pdf](http://www.econ.nagoya-cu.ac.jp/~oikono/pdfdp/pdf/dp282-2.pdf) (2012 年 12 月 25 日閲覧)
- [ 18 ] 日本農畜産業振興機構 (2011) : 「中国およびタイにおける鶏肉、鶏肉調製品生産、輸出状況とわが国鶏肉需給への影響」、畜産の情報、2011 年 8 月号。  
<http://lin.alic.go.jp/alic/month/domefore/2011/aug/wrepo01.htm> (2013 年 4 月 5 日閲覧)
- [ 19 ] 日本農畜産業振興機構 (2011) : 「中国におけるトウモロコシの需給動向」、海外現地調査報告、2011 年 12 月。  
[http://www.alic.go.jp/joho-d/joho08\\_000128.html](http://www.alic.go.jp/joho-d/joho08_000128.html) (2012 年 1 月 10 日閲覧)
- [ 20 ] 日本農畜産業振興機構 (2012) : 「2011 年中国の豚肉価格高騰の背景及び飼料の生産流通実態」、畜産の情報、2012 年 4 月号。  
<http://lin.alic.go.jp/alic/month/domefore/2012/apr/wrepo02.htm> (2012 年 5 月 28 日閲覧)
- [ 21 ] 日本エネルギー経済研究所 (2007) : 「中国の再生可能エネルギー中長期発展計画：バイオマス資源の開発」、研究レポート、2007 年 4 月掲載。  
<http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/1464.pdf#search=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E3%81%A>



E%E5%86%8D%E7%94%9F%E5%8F%AF%E8%83%BD%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E4%B8%AD%E9%95%B7%E6%9C%9F%E7%99%BA%E5%B1%95%E8%A8%88%E7%94%BB' (2011年5月6日閲覧)

- [ 22 ] 日本農林水産政策研究所 (2009) : 「2018年における世界の食料需給見通し」、  
<http://www.maff.go.jp/primaff/kenkyu/model/2009/index.html> (2011年2月10日閲覧)
- [ 23 ] 日本農林水産政策研究所 (2010) : 「2019年における世界の食料需給見通し」、  
<http://www.maff.go.jp/primaff/kenkyu/model/2010/index.html> (2011年2月10日閲覧)
- [ 24 ] 日本農林水産政策研究所 (2012) : 「2021年における世界の食料需給見通し」、  
<http://www.maff.go.jp/primaff/kenkyu/model/2012/index.html> (2013年3月6日閲覧)
- [ 25 ] 大賀圭治、中山里美、古橋元 (2009) : 「バイオ燃料の国際食料需給に及ぼす影響」、  
日本農業研究所農業研究、第22号。
- [ 26 ] 王晓霞 (2009) : 「玉米大豆加工企業面臨停產困境」、經濟時報、2009年8月31日。  
<http://www.chinagrains.cn/liangyou/2009/8/31/20098318184120745.html> (2013年11月10日閲覧)
- [ 27 ] 王奎 (2010) : 「中国生豬規模和收益分析」、修士論文、西南大学、2010年6月、  
pp.45~55.
- [ 28 ] 王醒男、高橋信正 (2000) : 「中国食糧主産地における農家養豚経営に関する考察」、  
日本農業経営研究、第38巻、第1号、pp.125~128.
- [ 29 ] 李喜貴 (2010) : 「当前玉米加工行業動態和用糧探討」、国家糧油信息中心、農業展望、2010年06期、pp.20~28.
- [ 30 ] 李慶偉 (2009) : 「適度發展我国玉米深加工行業研究」、上海師範大学、修士論文、  
2009年03期、pp.22~24.
- [ 31 ] 阮蔚 (2007) : 「中国におけるトウモロコシの需要変化」、農林金融、第60巻、第  
9号、pp.17~30.
- [ 32 ] 劉娟 (2003) : 「吉林省玉米加工業效益研究」、吉林農業大学、修士論文、2003年6

月、pp.37~38.

- [ 33 ] 廖興華、夏延斌、周伝雲、郭棟、張涛 (2008) :「燃料酒精的發展現狀和研究趨勢」、中国醸造、2008 年第 10 期、pp.20~22.
- [ 34 ] 郎曉娟、鄭風田、崔海興 (2009) :「中国燃料乙醇政策演變」、林業經濟、2009 年第 3 期、pp.29~33.
- [ 35 ] 清水達也 (2010) :「食料危機と途上国におけるトウモロコシの需要と供給」、アジア経済研究所、調査研究報告書、pp.107~146.
- [ 36 ] 清水達也 (2010) :「変容する途上国のトウモロコシ需給：市場の統合と分離」、研究双書、No.596、2010 年 3 月、pp.118~119.
- [ 37 ] 清水徹朗 (2011) :「中国の畜産業の動向と飼料需要の見通し」、農林中金総合研究所、農林総研調査と情報、第 25 号、2011 年 7 月、pp.4~5.
- [ 38 ] 新開陽一、新飯田宏、根岸隆 (1995) :「近代経済学」、有斐閣大学双書、pp.147.
- [ 39 ] 曹慶波 (1995) :「中国畜産品生産、市場和貿易的現狀及展望」、中国農村經濟、1999 年 05 期。  
<http://www.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CJFQ&dbName=CJFQ1999&FileName=ZNJJ905.005&v=MTQ2MDSstfTd5s5dEu59h52gXIeRVPyPBZLq4G8/Mr4oqFegOCwgu2Rg7Dt0SXjh&uid=> (2012 年 4 月 40 日閲覧)
- [ 40 ] 陳偉生 (2003) :「中国畜牧業生産和畜産物加工」、中国農業外徑外貿情報網、  
<http://www.caaa.cn/show/newsarticle.php?ID=70592> (2013 年 5 月 30 日閲覧)
- [ 41 ] 中国花生信息网 (2011) :「コムギ替代玉米用量繼續大幅增加的市場条件日益成熟」、2011 年 6 月 17 日、<http://www.62422.cn/look.asp?id=108135> (2012 年 5 月 30 日閲覧)
- [ 42 ] 中国汽車技術研究中心、中国汽車工業協會 (2012) :「中国汽車工業年鑑」、中国汽車工業年鑑期刊社.
- [ 43 ] 中国汽車消費網 (2009) :「2008 年我国私人汽車保有量增長 18%」、2009 年 3 月 5 日、[http://inf.315che.com/n/2009\\_03/83929/](http://inf.315che.com/n/2009_03/83929/) (2011 年 10 月 15 日閲覧)

- [ 44 ] 中国国家外匯管理局 (1994~2011) : 「人民幣中間價統計数据」、  
<http://www.safe.gov.cn/> (2012 年 4 月 10 日閱覽)
- [ 45 ] 中国国家統計局 (2012) : 「中国統計年鑑」、中国統計出版社.
- [ 46 ] 中国国家統計局 (1999~2011) : 「中国畜牧業年鑑」、中国統計出版社.
- [ 47 ] 中国国家發展和改革委員會、財政部 (2006) : 「国家發展改革委、財政部關於加強  
生物燃料乙醇項目建設管理、促進產業健康發展的通知」、2006 年 12 月 14 日、  
[http://bgt.ndrc.gov.cn/zcfb/t20061218\\_101437.htm](http://bgt.ndrc.gov.cn/zcfb/t20061218_101437.htm) (2011 年 10 月 9 日閱覽)
- [ 48 ] 中国国家發展和改革委員會 (2007) : 「可再生能源中長期發展規劃」、2007 年 8 月  
31 日、<http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2007tongzhi/W020070904607346044110.pdf>  
(2010 年 5 月 15 日閱覽)
- [ 49 ] 中国国家發展和改革委員會 (2007) : 「關於促進玉米深加工業健康發展的指導意見」、  
2007 年 9 月 5 日、[http://www.gov.cn/zwggk/2007-09/20/content\\_755790.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2007-09/20/content_755790.htm) (2011 年 10  
月 15 日閱覽)
- [ 50 ] 中国国家發展和改革委員會價格司 (2011) : 「全国農產品成本收益資料滙編」、中国  
物價出版社.
- [ 51 ] 中国輕工業聯合会 (2003~2011) : 「中国輕工業年鑑」、中国輕工業年鑑社.
- [ 52 ] 中国疾病預防控制中心榮養与食品安全所 (2010) : 「中国食物成分表 2010 版」、北  
京大学医学出版社.
- [ 53 ] 中国酒類流通協會、中国副食流通協會 (2003~2011) : 「中国糖酒年鑑」、中国輕工  
業出版社.
- [ 54 ] 中国スターチ工業協會 (1996~2011) : 「中国農產品加工業年鑑」、中国農業出版社.
- [ 55 ] 中国南寧大宗商品交易所 (2009) : 「中国食用酒精行業 2008 年回顧与 2009 年展望」、  
2009 年 3 月 9 日、<http://www.nnbce.com/html/xinxizhongxin/xinxizhongxin/jiujing/> (2013  
年 11 月 4 日閱覽)
- [ 56 ] 中国農業部 (1949~2009) : 「新中国農業 60 年統計資料」、中国農業出版社.

- [ 57 ] 中国農業部 (2012) : 「中国農業發展報告」、中国農業出版社.
- [ 58 ] 中国農博網 (2006) : 「国际各国魚粉成分総覧」、中国飼料在線、2006年7月12日、  
<http://fishery.aweb.com.cn/news/2006/7/12/11203579.shtml> (2013年11月23日閱覽)
- [ 59 ] 中国糧食局 (2008) : 「我国酒精產業發展需要關注的幾個問題」、2008年3月3日、  
<http://ls.zhangye.gov.cn/lskx/lcyj/200803/71052.html> (2013年11月10日閱覽)
- [ 60 ] 中国糧食信息網 (2008~2010) : 「玉米供需平衡表」、<http://www.cngrain.com/balance/2>  
(2012年5月30日閱覽)
- [ 61 ] 中国飼料工業協會 (2000~2011) : 「中国飼料工業年鑑」、中国商業出版社.
- [ 62 ] 中国食品伙伴網 (2007) : 「猪肉價格、玉米價格与生物燃料的關係」、2007年6月5日、  
<http://news.foodmate.net/2007/06/67650.html> (2012年11月5日閱覽)
- [ 63 ] 中国財經網 (2010) : 「2009年中国汽車產销量世界第一」、2010年1月12日、  
<http://www.caijing.com.cn/2010-01-12/110356593.html> (2012年2月14日閱覽)
- [ 64 ] 趙繼湘 (2007) : 「玉米深加工業的發展和糧食安全形勢的討論」、中国發酵工業協會、中国澱粉糖(醇)發展戰略研討會、報告要旨、2007年11月.
- [ 65 ] 趙克斌 (2006) : 「豚飼料原料的性價比」、豚業科学、2006年08期、pp.46~48.
- [ 66 ] 張錦華、吳方衛、沈亜芳 (2008) : 「生物質能源發展會帶來中国糧食安全問題嗎? :  
以玉米燃料乙醇為例的模型及分析框架」、中国農村經濟、2008年第04期、pp.4~15.
- [ 67 ] 張曉輝 (2006) : 「中国生豬生產結構、成本和收益比較分析」、中国畜牧雜誌、第42卷、第4期、pp.27~30.
- [ 68 ] 張智先、毛曉 (2010) : 「我国玉米深加工業現狀及發展趨勢」、中国農業科学院農業信息研究所、農業展望、2010年01期、pp.30~34.
- [ 69 ] 丁声俊 (2011) : 「發展玉米深加工業應掌握適度」、糧食与食品工業、第18卷、第4号、pp.1~4.
- [ 70 ] 佟屏亜 (2003) : 「關於中国玉米生產和種業發展形勢對話錄」、中国種業、2003年第6期、pp.17~19.

- [ 71 ] 尤新 (2008) : 「玉米深加工技術」、輕工業出版社、第 2 版、pp.20~27.
- [ 72 ] 于作江 (2010) : 「玉米深加工行業及其特点」、中糧集團報告要旨、  
<http://wenku.baidu.com/view/ec53d5d028ea81c758f578d9.html> (2013 年 10 月 1 日閱覽)
- [ 73 ] 楊昆、黃季焜 (2009) : 「以木薯為原料的燃料乙醇發展潛力 : 基于農戶角度的分析」、  
中國農村經濟、2009 年第 05 期、pp.14~25.
- [ 74 ] 吉田実 (1987) : 「線形計画法による乳牛の飼料給与の實際」、畜産の研究、第 41  
卷、第 7 号、pp827~832.
- [ 75 ] 楊習理、張萍 (2003) : 「玉米的深加工与綜合利用」、寧夏石油化工、2003 年 01 期、  
pp.18~19.
- [ 76 ] Beckman, Chanda, and Junyang Jiang (2009) : China Biofuels Annual. U.S. Department  
of Agriculture, Foreign Agricultural Service. GAIN CH9059, July 17, 2009.
- [ 77 ] British Petroleum (2011) : Statistical Review of World Energy 2011,  
<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013.html>  
(Visited on Mach 5, 2012)
- [ 78 ] China Business Journal (2009) : Raising Subsidies a Difficult Solution for Ethanol Profit  
Predicament, March 7, 2009. <http://news.cb.com.cn/html/36/n-4636.html> (Visited on May 10,  
2012)
- [ 79 ] China National Development and Reform Commission (NDRC, 2007) : On Healthy  
Development of the Corn Industrial Processing Industry, Ideas for Guidance, Unpublished  
report. September 2007.
- [ 80 ] Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI, 2007) : Impacts on Levels and  
Volatility of World Market Prices, presentation on project LNK meeting, Beijing.
- [ 81 ] Food and Agricultural Organization (FAO, 2013) : FAOSTAT, Food and Agricultural  
Organization of United Nations, Statistics Division. <http://faostat.fao.org/> (Visited on June 19,  
2013)

- [ 82 ] Fortenbery, T. Randll, and Hwanil Park (2008) : The Effect of Ethanol Production on the U.S. National Corn Price, Staff Paper No. 523, University of Wisconsin-Madison.
- [ 83 ] Gale, H. Frederick, Francis Tuan, Xiaohui Wang, and Zhi Cao (2009) : China is using more corn for industrial products, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, FDS-09K-01, December 2009.
- [ 84 ] Gallagher, W. Paul, Mark Dikeman, John Fritz, Eric Wailes, Wayne Gauthier, and Hosein Shapouri (2003) : Supply and Social Cost Estimates for Biomass from Crop Residues in the United States, Environmental and Resource Economics, Vol.24, pp.335~358.
- [ 85 ] International Monetary Fund (IMF, 2012) : IMF Primary Commodity Prices, November 7, 2012. <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx> (Visited on November 15, 2012)
- [ 86 ] International Monetary Fund (IMF, 2012) : World Economic Outlook Database, October 9, 2012. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/02/index.htm> (Visited on November 15, 2012)
- [ 87 ] James, W. Richardson, and Daryll E. Ray (1978) : Demand for Feed Grains and Concentrates by Livestock Category, Western Journal of Agricultural Economics, Vol.03, pp.23~30.
- [ 88 ] Kim, Hwa Nyun (2012) : The International Grain Prices Volatility, CEO Information, Vol.864, Samsung Economic Research Institute.  
<http://www.seri.org/db/dbReptV.html?menu=db02&pubkey=db20120905001> (Visited on December 12, 2012)
- [ 89 ] Kwon, Hyun Jun (2012) : China's four major changes and corresponding corporate, CEO Information, Vol.861, Samsung Economic Research Institute.  
<http://www.seri.org/db/dbReptV.html?menu=db02&submenu=&pgno=5&pubkey=db20120724001> (Visited on July 27, 2012)

- [ 90 ] Lichts, F.O. (2011) : World Fuel Ethanol Production, Renewable Fuels Association (RFA) .  
<http://ethanolrfa.org/pages/World-Fuel-Ethanol-Production> (Visited on June 20, 2010)
- [ 91 ] Li, Shizhong (2009) : Ethanol production in the People's Republic of China, Potential and technologies, Applied Energy 86 (2009) S162-S169
- [ 92 ] Liu, Gang (2012) : Study on income, price of pork and money supply in China, Chinese journal of agricultural technology and economics, Vol.4, pp.23~26.
- [ 93 ] Mankiw, N. Gregory (2002) : Principles of Economics, 2nd. Ed., Peking University Press, pp.19~36.
- [ 94 ] Morimoto, Ikunori (2008) : Biomass Utilization in China, The 5<sup>th</sup> Biomass – Asia Workshop, Guangzhou, China, December 4~6, 2008.
- [ 95 ] Nerlove, Marc (1956) : Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities, Journal of Farm Economics. Vol.38, No.2, pp.496~509.
- [ 96 ] Ohga, Keiji, Somporn Isvilanonda, Gen Furuhashi, and Prapinwadee Sirisupluxana (2008) : FAO Project for Food and Agriculture Market Projection Model Development, FAO Project Report, April 2008. pp.109~212.
- [ 97 ] Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, 2006) : Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels, Report to Directorate for Food, Agriculture and Fisheries Committee for Agriculture, Paris.
- [ 98 ] Renewable Fuels Association (RFA, 2011) : World Fuel Ethanol Production.  
<http://ethanolrfa.org/pages/World-Fuel-Ethanol-Production> (Visited on January 31, 2012)
- [ 99 ] Shao, Fei (2011) : Analysis on corn supply and demand in China, Dissertation for Doctor Degree, Northwest A&F University, May 2001, pp.49~66.
- [ 100 ] Sun, Yuexin (2007) : Maize economy in China : focus on supply and demand, Dissertation for Master Degree, Chinese Academy of Agricultural Sciences, June 2007, pp.19~32.
- [ 101 ] Taylor, Richard D., Jeremy W. Mattson, Jose Adino, Won W. Koo (2006) : Ethanol's

Impact on the U.S. Corn Industry, Agribusiness & Applied Economics Report No. 580, North Dakota State University.

[ 102 ] United Nations (2011) : World Urbanization Prospects, The 2011 Revision, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, October 7, 2013.

<http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/Urban-Rural-Population.htm> (Visited on November 11, 2013)

[ 103 ] United States Department of Agriculture (USDA, 2012) : World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) , Foreign Agricultural Service, September 12, 2012.

<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf> (Visited on September 22, 2012)

[ 104 ] United States Department of Agriculture (USDA, 2013) : Production, Supply and Distribution (PSD) Online, Foreign Agricultural Service, September 13, 2013.

<http://www.fas.usda.gov/psdonline/> (Visited on October 11, 2013)

[ 105 ] United States Department of Agriculture (USDA, 2013) : Agricultural Outlook Projection, Economic Research Service (ERS) , April 15, 2013.

<http://www.ers.usda.gov/data-products/agricultural-baseline-database.aspx> (Visited on June 12, 2013)

[ 106 ] Varian, R. Hal (1992) : Microeconomic Analysis, 3rd. Edition, University of Michigan, W.W. Norton & Company • New York, pp.49~76.

[ 107 ] Yoon, B.S., O.S, Kwon and J.S, Roh (2010) : The effect of ethanol production on the U.S. corn market, Rural Economy, Korea Rural Economic Institute, Vol.33 No.1, pp.67~97.

[ 108 ] Yu, Zuojiang (2008) : Analysis on China's Corn Deep Processing Industry, Presentation at International Corn Industry Conference, Dalian, China, September 2008.

[ 109 ] Zhang, X., (1998) : China's Livestock Feed Use Relationships: Preliminary Results from a Survey in Seven Provinces, Selected Paper for WRAC Workshop, Working Paper 02-01, January 12~13, 1998. Honolulu, Hawaii, USA.



## 謝 辞

筆者が、中国におけるトウモロコシの飼料用、工業用及び燃料用需要について初めて感心を持ち、研究を始めたのは2010年8月頃である。この時に九州大学農学部伊東正一指導教員より、テーマの設定から計量経済モデルの構造に至るまで示唆に富む貴重な意見をいただいた。その後、2011年4月に農業資源経済学専攻博士課程に入学し、様々の学会での発表を経て、終了に至る今日まで伊東正一教授の御指導を賜りながら研究を行ってきた。研究及び公務で多忙を極めているにもかかわらず、伊東教授から懇篤な御指導を賜ったことに対して謹んで深謝申し上げたい。

また、本研究を取りまとめるにあたって、ご指導いただいた九州大学農政学研究室の多くの方に、記して感謝申し上げたい。特に、副査を快くお引き受けくださった磯田宏先生には、本研究の細部にわたって貴重なご意見をいただいた。また、齋藤久光先生は、自己主張に固執しがちな私に、ミクロ経済理論の重要性をお示しくくださった。さらに、ご多忙であられるにも関わらず、本研究の学会誌への投稿のため、心血を注いでくださった齋藤陽子先生に厚く御礼を申し上げたい。

そして、論文の原稿を提出するにあたり、日本語の指導をしていただいた田中雅弘さん、平素より学業・研究においてサポートをしていただいた大重直美さん、課題を巡って様々な意見を相互に交換してきた高千恵さん、ひいては勉学や日常生活の中で様々な協力をいただいた農政学研究室の多くの方々にも厚く御礼を申し上げたい。

最後に、今日に至るまで経済的かつ精神的な面で多大に支えてくださった九州大学農学部同窓会及びみずほ国際交流奨学財団の皆様に、今一度感謝申し上げたい。先生の学恩や皆様方のご期待を裏切ることのないよう、これからも一所懸命はげむつもりである。