

# 輸送インフラストラクチャーの整備と農産物市場の統合

— マダガスカルのコメ市場の分析 —

三宅 元・櫻井武司

サブサハラ・アフリカ諸国では一般的に、輸送インフラストラクチャーの不足が物資や人の移動を妨げている。特にマダガスカルは道路状況がサブサハラ・アフリカ諸国で最も悪い国の一つであり、それが国内の流通を分断してきた。しかしマダガスカルでは近年少しずつ道路状況が改善している。本研究では2007年に始まった道路整備がマダガスカルのコメ市場の統合に与えた影響を分析した。

マダガスカル主要6都市(各州の州都)のコメ市場の精米価格は裁定による価格調整が行われており、市場が統合していることが示唆された。また、2007年に道路が新設された北部では、取引費用を含む広義の輸送費用の低下傾向が確認できた。

しかし、道路整備による輸送費用の低下が価格調整速度を上昇させている証拠はなく、むしろ燃料価格高騰を機にマダガスカル全体で価格調整速度の低下傾向が見られた。燃料価格が元の水準に戻っても価格調整速度は低下したままであり、輸送費用の上昇が運送業者の寡占を進めた可能性がある。  
JEL Classification Codes: O13, O18, Q13

## 1. はじめに

21世紀の最初の10年間、多くのサブサハラ・アフリカ諸国は順調な経済成長を遂げてきた。人口の増加と都市への集中のため、食料の需要も急激に伸びている。しかし、サブサハラ・アフリカの農業生産性はアジア諸国と比べていまだに低い水準に留まっており、増大する食料需要を満たすことができない。その結果、食料需要の急増という所得獲得機会を生かすことなく、農村部の貧困は残存している。サブサハラ・アフリカの経済発展が、アジア諸国と同じ経路を辿るのかどうかは議論の余地のある点ではあるが、アジアでは農業生産性の上昇(すなわち「緑の革命」)が経済発展に先行したこと(大塚・櫻井2007)を考えると、サブサハラ・アフリカにおいても農業生産性の向上がなければ経済発展が早晩行き詰まるのではないかと思われる。サブサハラ・アフリカにおいて、食料需要の増加に生産者が反応しない理由の一つに、生産者が市場から分断されていることがあげられる。そのため、生産者は外部市場に売るための増産インセンティブを持たないのである。サブサハラ・アフリカの農村部の貧困解消のためには、空間的に統合された効率的な市場を実現することが必要である(Goletti and Babu 1994)。

サブサハラ・アフリカ諸国では道路等の輸送インフラストラクチャーが十分に整備されていない。そのため、輸送時間、燃料費、トラックのレンタル費用等が高額となり、輸送費用を押し上げている。この高額な輸送費用が、市場の空間的統合を妨げていると考えられている。他方、経済成長をとげた過去

10年間に、サブサハラ・アフリカでも道路の整備が進んできた。では、道路を整備すれば輸送費用が低下し市場の統合は進むのであろうか? この問いに答える目的で、本稿はマダガスカルを取り上げる。マダガスカルは全体が起伏に富んだ島国であり、サブサハラ・アフリカ諸国の中で最も道路整備が遅れている国の一つである。マダガスカル道路総延長は、2007年時点で、約50,000 kmであるが、そのうち舗装道路は4,074 kmに過ぎず、良好な状態に維持されている道路は5,855 kmとされている。1,000 km<sup>2</sup>あたりの舗装道路延長は、サブサハラ・アフリカ諸国の平均値が31 kmであるのに対し、マダガスカルでは9.7 kmに留まっている(JICA マダガスカル事務所2010)。

本稿が分析の対象とするのはマダガスカルのコメ市場である。コメはマダガスカルで唯一の主食であり摂取カロリーの48%を占めると推定されている(Minten and Dorosh 2006)。また、穀物生産面積に占めるコメ生産面積の割合は全国平均で81%にのぼる(INSTAT 2009)。コメはマダガスカル国内のいたるところで生産、消費され、全国レベルの流通も行われている。しかし、コメ流通については問題点が指摘されている。まず、生産者にとっては、都市部の需要が生産者価格に反映せず、生産意欲の増大につながらない。他方、貧困層の集中する都市部では、低価格のコメが流入せず、高値が持続する。コメ市場統合により地域間の価格差が調整されれば、こうした問題が解消されるであろう。人口増加率が年3%であることを考慮すると生産の増加は不可欠である。したがって流通の改善は必須の政策課題な

のである。

マダガスカルのコメ市場統合についてはいくつか先行研究があるが、いずれも2001年の価格データを使っている。Moser *et al.*(2009)は、輸送費用によって同国のコメ市場が国レベルで分断されていると結論している。Butler and Moser(2010)は、地域としては中央高地において市場統合の確率が高いことを明らかにした。では、2001年以降、コメ市場の統合は進んでいるのだろうか。マダガスカルでは、2007年にMAP(Madagascar Action Plan=貧困削減戦略)の取り組みが開始された。その中で輸送インフラストラクチャーへの投資が優先課題とされ、実際に2007年と2008年にはある程度の道路整備が進んだ。しかし、2009年初頭に発生した政変により、道路整備計画は完了しないまま現在に至っている。そこで本稿は、MAP開始前の2005年11月からMAP中断後の2009年12月までを含むコメ価格データを利用し、MAPによる部分的な道路整備がマダガスカルのコメ市場の統合に及ぼした影響を検証し、上にあげた問いに答える。

## 2. 理論・実証モデル

### 2.1 理論モデル

空間的に離れた2つ以上の市場間で効率的に交易がなされるかどうかの重要な要因の1つに輸送費用がある。以下では市場間の価格差と輸送費用の関係を数式によって表わす。

まず、 $t$ 期において空間的に離れた2つの市場  $i, j$  の財価格を  $p_{it}, p_{jt}$ 、輸送費用を  $c$  とした場合、一物一価の法則や Enke-Samuelson-Takayama-Judge のモデルでは、全ての時期において価格と輸送費用との関係が以下の関係に従うことを前提としている(Rapsomanikis *et al.* 2006)。

$$|p_{it} - p_{jt}| = c \quad (1)$$

この(1)式が成り立つのであれば2つの市場  $i, j$  は空間的に統合しているといえることができる。短期的にこの状態から乖離する可能性があるが、もし市場が統合しており、かつ長期的な関係を考えると、裁定行為によって2市場の価格差は  $c$  に収束する。

2つ目の価格関係は以下のものである。

$$|p_{it} - p_{jt}| < c \quad (2)$$

(2)式が成立している状況では  $i, j$  地点の価格は独立した動きをする。裁定行為はむしろ不利益をもたらすため、2市場間に交易が起こらないからである。(1)式と(2)式を合わせると以下の式を得る。

$$|p_{it} - p_{jt}| \leq c$$

Fackler and Goodwin(2001)はこの関係を裁定条件と呼び、この価格関係が成立している状況は競争均衡の必要条件であると述べている。価格関係が裁

定条件を満たしていれば、追加的な利益を得るための裁定機会が残されていないという意味で効率的な状態である。

最後の価格関係は以下のものである。

$$|p_{it} - p_{jt}| > c \quad (3)$$

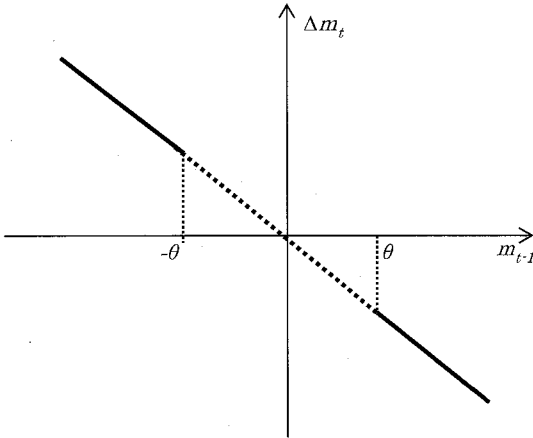
この状況では裁定条件が満たされていない。つまり、2つの市場間の取引に正の利益が残存しており、交易が2市場間で生じていることを示唆する。しかし、裁定条件が破れているということは、 $t$ 期における不均衡あるいは不完全競争のシグナルでもある。そこで、もし(3)式の関係が長期にわたり持続するならば、その背後には寡占・複占や量的な規制が有ることが推測される(Moser *et al.* 2009)。

### 2.2 実証モデル

農産物市場の空間的統合に関する研究は、2つの市場間で価格が相関しているどうかという実証分析から始まった(例えば、Lele(1967))。しかし、実際には2市場間の価格の調整は瞬時ではないことから、動的な価格調整を取り入れたモデルが Ravallion(1986)により提示された。さらに、価格の時系列データは非正常という性質を持つことが多いことから、非正常性を検定し、非正常時系列を定常時系列に変換して分析を行う手法が Palaskas and Harriss-White(1993)により提案され、多くの研究で採用されている。例えば Bassolet and Lutz(1999)はブルキナ・ファソの8つの地域の穀物価格の週次データを使って、単位根検定、共和分検定、グレインジャー因果検定などの標準的手法により、全国レベルの市場価格情報サービスが市場の空間的統合に有意な効果を与えていないことを示した。類似の手法を使った例には、他に Fachamps and Gavian(1996)や伊藤(2003)などがある。

しかし、これらのモデルは市場間の輸送費用を明示的に取り入れていない。現在の主流は、輸送費用を取り入れ市場の分断による価格調整の非線形性を扱うモデルである。最初に輸送費用をモデルに明確に導入したのは Sexton *et al.*(1991)である。Switching Regressions Model を使用し、2市場間の価格差が2市場間の輸送費用と一致する確率、上回る確率、下回る確率を同時に推計した。このモデルは、Baulch(1997)によって Parity Bounds Model(PBM)として拡張されている。Moser *et al.*(2009)は、マダガスカルのコメ市場の空間的統合について、約1400村ある行政村レベルのセンサスデータを使ってPBMにより分析した。行政村のコメ価格が3つのレベル(所属する郡の郡庁所在地、その郡の属する州の州都、首都)のコメ価格それぞれと統合している確率を推計し、行政村のコメ市場は、郡レベル

図1. TARモデルの概念図



ではよく統合しているものの、州レベルではおそらく寡占的な流通業者により裁定条件が破られており、国レベルでは高い輸送費用のために分断していると結論している。ただし、この手法ではマダガスカルのどの地域で実際に市場の分断が起きているのかは示されない。この点について Butler and Moser (2010) は、PBM モデルを発展させたモデルを提案し、Moser *et al.* (2009) と同じマダガスカルの行政村レベルのセンサスデータを使って、行政村のコメ市場と近隣の大都市のコメ市場の組合せごとに統合確率を推計した。その結果、首都の Antananarivo を含むマダガスカルの中央高地の都市で周辺の行政村との市場統合度が高いこと、北端にある都市の Antsiranana は周辺の行政村との市場統合度が低いことなどを明らかにした。しかし、いずれのモデルも、コメ市場統合の静学的な分析しかしていない点に限界がある。

他方、Threshold Auto-Regression (TAR) モデルは時系列のデータを使用して市場間の統合に関する動態を調べるのに適したモデルである。TAR モデルを使用し、Abdulai (2000) はガーナのメイズ市場における価格調整の非対称性を、Baulch *et al.* (2007) はベトナムの南北間における籼米の市場統合を分析している。最近の研究では Sanogo and Amadu (2010) がインドからネパールへのコメの価格伝達の非対称性を分析し、価格の長期安定的水準からの乖離が伝達する速度は、ポジティブショックよりもネガティブショックで大きいことを実証した。また、Van Campenhout (2007) はタンザニアのメイズ市場の統合について、市場統合が時間とともに進んだという結論を述べ、さらに実際に統合が進んだ地域を特定している。本研究では Van Campenhout (2007) に従って以下で紹介するような TAR モデルを採用する。

2 地点  $i$  と  $j$  が存在し、 $t$  期における価格をそれぞれ  $p_{it}, p_{jt}$  とする。また、この 2 地点間の  $t$  期における価格差を  $m_t = p_{it} - p_{jt}$  とする。

まず輸送費用を含まない AR1 モデルは、

$$\Delta m_t = \rho_{ar} m_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

と表わされる。ここで  $\Delta m_t = m_t - m_{t-1}$ 、 $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$  である。(4)式で推計すべきパラメータは  $\rho_{ar}$  であり、価格調整速度である。 $t-1$  期の 2 地点間の価格差の絶対値  $|m_{t-1}|$  が大きい程、今期の価格差  $|m_t|$  は裁定によって調整され  $|m_t| \leq |m_{t-1}|$  となる。そのため  $\rho_{ar}$  は負になると予想され、競争的市場では絶対値が大きくなり、寡占的・独占的な市場では絶対値が小さくなると考えられる。しかし、輸送費用によって市場が分断されていると価格調整が起こらないので  $\rho_{ar}$  はゼロになるはずであるが、AR1 ではそのような価格調整の非線形性は想定されていない。そこで価格が価格差に反応しない区間を閾値として組み込んだ TAR モデルが次の (5) 式である。

$$\Delta m_t = \begin{cases} \rho_{ar} m_{t-1} + \varepsilon_t & m_{t-1} > \theta \\ \varepsilon_t & -\theta \leq m_{t-1} \leq \theta \\ \rho_{ar} m_{t-1} + \varepsilon_t & m_{t-1} < -\theta \end{cases} \quad (5)$$

ここで  $\rho_{iar}$  は、(4) 式の  $\rho_{ar}$  と同じく価格調整速度であり、その特性も  $\rho_{ar}$  と変わらない。(4) 式との違いは、閾値 ( $\theta$ ) を含む点である。この  $\theta$  は  $t$  期に 2 地点間で価格調整が起こる(市場が統合されている)か価格調整が起こらない(市場が分断されている)かを定める  $t-1$  期の 2 地点の価格差であり、視覚的には図 1 で表わされる。

2 地点の価格差が  $\theta$  よりも小さいと価格調整が起こらないことから、 $\theta$  は 2 地点の輸送費用であると見なされる。この輸送費用は、トラックの賃借料や燃料代のような狭義の輸送費用だけでなく、取引に要するすべての費用(例えば、仲介手数料、セキュリティガードの賃金、電話代など)を含む広義の輸送費用である。もし、輸送インフラストラクチャーの改善や情報技術の普及等によって取引に要する費用が縮小する傾向があるなら、 $\theta$  は時間とともに小さくなるだろう。同様に、もし市場の競争状況や価格調整のための情報技術が改善する傾向があるなら価格調整速度を示す  $\rho_{ar}$  の絶対値は時間とともに大きくなっていくと考えられる。(6) 式にはそのようなタイムトレンドを加えた。

$$\Delta m_t = \begin{cases} \rho_{time} m_{t-1} + \rho'_{time} m_{t-1} + \varepsilon_t & m_{t-1} > \theta_t \\ \varepsilon_t & -\theta_t \leq m_{t-1} \leq \theta_t \\ \rho_{time} m_{t-1} + \rho'_{time} m_{t-1} + \varepsilon_t & m_{t-1} < -\theta_t \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{ここで } \theta_t = \theta_1 + \frac{\theta_T - \theta_1}{T} t \quad (7)$$

表 1. マダガスカル州の6つの州都とその特性

| 州都/県庁所在地                                   | アンツィラナナ州<br>Antsirananana | マハジャング州<br>Mahajanga | アンタナナリボ州<br>Antananarivo | トゥアマシナ州<br>Toamasina | フィアナランツァ州<br>Fianarantsoa | トウリアラ州<br>Toliara |
|--|---------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|
| 人口(万人, 2011年) <sup>1)</sup>                | 109                       | 209                  | 212.9                    | 26.0                 | 18.0                      | 14.9              |
| 人口(万人, 2005年) <sup>1)</sup>                | 8.1                       | 15.1                 | 156.1                    | 20.1                 | 16.4                      | 11.3              |
| 人口増加率(% , 2005~2011)                       | 34.6                      | 38.4                 | 36.4                     | 29.4                 | 9.8                       | 31.9              |
| 県レベル                                       |                           |                      |                          |                      |                           |                   |
| 人口(万人, 2011年) <sup>1)</sup>                | 66.3                      | 75.8                 | 317.3                    | 120.4                | 113.6                     | 124.8             |
| 面積(km <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>         | 19,266                    | 31,046               | 16,911                   | 21,934               | 21,080                    | 66,236            |
| 人口密度(人/km <sup>2</sup> ) <sup>1),2)</sup>  | 34.4                      | 24.4                 | 187.6                    | 54.9                 | 53.9                      | 18.8              |
| 農業生産をしている家計(% <sup>3),4)</sup>             | 63.0                      | 50.1                 | 41.1                     | 73.2                 | 73.6                      | 56.9              |
| 電化家計(% , 自家発電除く) <sup>3)</sup>             | 18.7                      | 22.6                 | 43.3                     | 13.9                 | 8.6                       | 6.4               |
| トイレを使用している率(% <sup>3)</sup>                | 29                        | 41                   | 81                       | 54                   | 64                        | 15                |
| 純死亡率(% <sup>3)</sup>                       | 59                        | 59                   | 81                       | 76                   | 81                        | 59                |
| 県レベル                                       |                           |                      |                          |                      |                           |                   |
| 人口(千人, 2011年) <sup>1)</sup>                | 159.3                     | 249.2                | 600.9                    | 315.8                | 430.3                     | 314.1             |
| 面積(km <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>         | 44,784                    | 150,023              | 57,191                   | 75,812               | 102,080                   | 157,405           |
| 人口密度(人/km <sup>2</sup> ) <sup>1),2)</sup>  | 35.6                      | 16.6                 | 105.1                    | 41.7                 | 42.2                      | 20.0              |
| 国道総延長(km) <sup>5)</sup>                    | 900                       | 1500                 | 1100                     | 1250                 | 1800                      | 2700              |
| 国道密度(km/km <sup>2</sup> ) <sup>2),5)</sup> | 0.0201                    | 0.0100               | 0.0192                   | 0.0165               | 0.0176                    | 0.0172            |
| 県都市化率(州都人口/県人口)                            | 0.164                     | 0.276                | 0.671                    | 0.216                | 0.158                     | 0.119             |
| 州都市化率(州都人口/州人口)                            | 0.068                     | 0.084                | 0.354                    | 0.082                | 0.042                     | 0.047             |

註) 1) マダガスカル国立統計研究所(INSTAT)のウェブサイトより(INSTAT(2012a)).  
 2) マダガスカル国立統計研究所(INSTAT)のウェブサイトより(INSTAT(2012b)).  
 3) Ministère de l'Economie et de l'Industrie(INSTAT(2009)).  
 4) 2004/2005年に少なくとも1種類の作物を栽培した家計の比率.  
 5) 国道総延長は地図上の長さをもとに定規で測って求めた。国道密度は、求めた総延長を面積で除した値。

る)。なお、(6)式のモデルでは図1の $\theta$ が(7)式に従って変化する。

(5)式および(6)-(7)式において、 $\theta$ は広義の輸送費用であり観察は困難である。そこで、 $\theta$ は $\rho$ とともにパラメータとして推計する。ここで $\theta$ は、 $\theta$ が取り得る値の中で、推計結果の残差二乗和が最小になる値をグリッドサーチにより求めた。 $\theta$ が取り得る値は、観測値(価格差)の20%以上は $\theta$ より大きい、または観測値の20%以上は $\theta$ より小さくなるように設定している。つまり、ほぼ全ての観測値が $\theta$ より大きくなる、または小さくなるような $\theta$ を予め除外した後、残った $\theta$ に関して全て推計し、残差二乗和が最も小さくなる値を $\theta$ として採用した。推計のためのStataのプログラムは、Van Campenhout(2007)に依っている。

3. データ

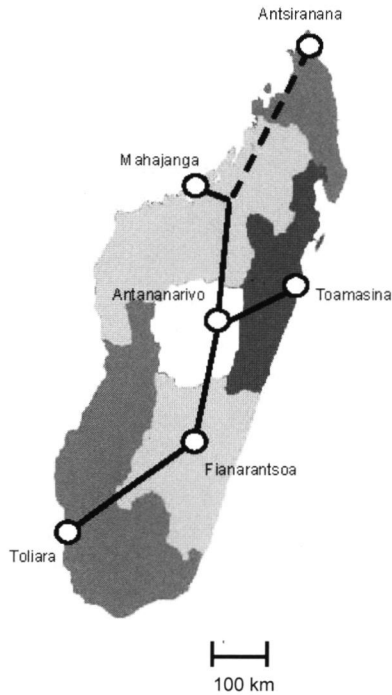
本稿が使用するデータは、フランスの援助によって設立されたマダガスカル政府のコメ価格調査機関 Observatoire du Riz(OdR)が、マダガスカル全国で約111ある郡の郡庁所在都市の小売市場で毎週収集しているものである。本稿では、2005年から2009年までの在来米の精米の週次の小売価格データを用いる<sup>1)</sup>。本稿の関心は幹線道路の整備による広域の市場統合にあるため、マダガスカルに6つある州の州都におけるコメ価格を分析の対象とした<sup>2)</sup>。各州の名称と州都名は表1にまとめた<sup>3)</sup>。それらの位置については図2の地図を参照。なお、マダガスカルは2007年まで6つの州(Province)により構成されていたが、2007年の憲法改正により州は廃止され、現在は22の県(Région)が最高の行政区分となった。

各県は郡(District)に分かれ、郡の総数はおよそ111である。現在では州は単に地理的な区分にすぎず、州都も存在しないが、本稿はかつての州都を分析の対象とする。この6つの州都は図2に示すように幹線道路により結ばれている。

なお本稿では Van Campenhout(2007)にしたがい、インフレーションを調整するため、 $t$ 期における市

ここでは、価格調整速度と輸送費用が時間とともに滑らかに変化していると仮定している。そのため、もし推計の結果 $\rho_{time}$ が負で有意であり、かつ $\rho_{time}$ も負であるならば時間とともに価格調整速度が上昇していることを意味する(傾きが急になる)。逆にもし $\rho_{time}$ が正であるならば、価格調整速度は時間とともに低下していることになる(傾きが緩やかにな

図2. マダガスカルの6つの州都と幹線道路



場  $i$  と市場  $j$  の名目的な価格差  $m_i = p_u - p_H$  を 2 地点間の平均価格  $(p_u + p_H)/2$  で除して実質化した(式(8)).

$$m_i = \frac{2(p_u - p_H)}{p_u + p_H} \quad (8)$$

#### 4. 調査地の特徴と仮説

##### 4.1 調査地の特徴

マダガスカルはアフリカ大陸南東部、モザンビークの東約 500 km にある南北約 1600 km, 東西約 570 km の島国である。国土面積約 58.7 万  $\text{km}^2$  の 45% が山地であり, 30% が丘陵地である。首都の Antananarivo 周辺は海拔が 1000 m 以上あり, 温帯気候に属する。しかし, 臨海部は熱帯で, 東海岸は年中高温多湿であり, 年降水量は 3000 mm を超える熱帯雨林気候である。それに対して西海岸は乾季が長くサバナ気候とステップ気候で, 特に南西部は極めて雨量の少ない砂漠気候である(二宮書店編集部 2010)。

表 1 に示したように, 6 つの州都のうち, 首都 Antananarivo の人口は 2011 年の推計値で 200 万人を超えているが, その他の 5 つの都市はどれも 10 万人から 30 万人程度でしかない。しかし, これらの都市は, マダガスカルでは首都に次ぐ人口規模を持つ。州都以外で人口規模で上位に入る都市は, Antananarivo と Fianarantsoa の間に立地する人口 23 万人の Antsirabe だけであり, 人口規模は第

3 位である(図示していない)。

表 1 では, いくつかの指標により 6 つの州都の経済発展の度合いを比較した。Antananarivo のあるアナラマンガ県, アンタナナリボ州は, 人口密度, 都市化率とも他の地域を引き離しており, 農業を行う家計の比率はもっとも低く, 電気を利用している家計の比率はもっとも高い。こうした点から, Antananarivo を含む首都地域はもっとも発展していると言えるが, トイレ利用, 就学率, 国道密度などの点では, 首都地域と同じ水準の地域が存在する。

人口密度でみると, マダガスカルで比較的人口が集中しているのは, アンタナナリボ州とフィアナランツァ州からなる中央高地, および東部のトゥアマシナ州である。トゥアマシナ州の州都はマダガスカル第 2 の都市の Toamasina であり, 同国で第 1 の貿易港を有する港湾都市である。中央高地と東部地域は, 就学率, トイレの普及率ともに高いが, 首都地域を除けば人口増加率は低く, 農業従事家計の率が高いという特徴があり, 相対的に経済発展が進んでいるという印象である。しかし, 電力の普及率については, 逆にマダガスカル北部のアンツィラナ州や西部のマハジャンガ州の方が大きい。国道密度については, マハジャンガ州は最低だが, アンタナリボ州とアンツィラナ州は他より高い値である。南部のトゥリアーラ州はほとんどの指標で下位になっている。トゥリアーラ州の国道の総延長は一番長い, 面積も大きいので密度は高くない。これらの指標でみる限り, トゥリアーラ州は経済発展がもっとも遅れた州である。なお, 本稿の分析は州全体でなく, 州都の消費市場を取り上げるため, 州内の国道密度でなく, 図 2 に示した都市を結ぶ幹線道路の整備状況に焦点をあてる。

マダガスカルは, 2007 年に中期国家開発基本戦略である MAP(Madagascar Action Plan)に着手し, その中で優先開発課題とされた「インフラストラクチャー整備」にしたがって道路の建設・補修を開始した。同国の公共工事・気象省の資料によると, 本稿で分析の対象としている州都を結ぶ幹線道路で, 2007 年と 2008 年に整備の対象となったのは, 同国中央部にある Antananarivo と北端の Antsiranana を結ぶ国道の, Mahajanga への分岐から北の部分(国道 6 号線, 図 2 の破線部分), Antananarivo と南の Fianarantsoa を結ぶ国道 7 号線, 同じく Antananarivo と東海岸の Toamasina を結ぶ国道 2 号線である。国道 6 号線の工事は道路建設を含む大規模なもので, 資料によるとほぼ 100% の達成率である。この区間の道路の状態がよいことは, 2011 年に実施した筆者による現地踏査でも確認できた。建設・補修以前の道路の状態は最悪だったとのことで

表2. マダガスカル各州の農業生産

| 州                              | アンツィラナナ州           | マハジャンガ州 | アンタナナリボ州 | トゥアマシナ州 | フィアナランツァ州 | トゥリアーラ州            |
|--------------------------------|--------------------|---------|----------|---------|-----------|--------------------|
| 州レベル                           |                    |         |          |         |           |                    |
| コメ生産量(万トン) <sup>1)</sup>       | 27.1               | 62.2    | 95.4     | 68.0    | 71.0      | 32.7               |
| コメ生産量(1人当たり, kg) <sup>2)</sup> | 206                | 321     | 187      | 233     | 186       | 132                |
| キャッサバ栽培面積(ha) <sup>3)</sup>    | 10,117             | 21,600  | 80,617   | 51,802  | 105,132   | 119,511            |
| コメ栽培面積(ha) <sup>3)</sup>       | 28,027             | 5,677   | 337      | 38,985  | 40,383    | 1,611              |
| 牛の頭数(万頭) <sup>3)</sup>         | 61                 | 263     | 105      | 49      | 147       | 325                |
| 牛の頭数(1人当たり) <sup>2),3)</sup>   | 0.46               | 1.36    | 0.21     | 0.17    | 0.39      | 1.31               |
| 州レベル(州都の属する県)                  |                    |         |          |         |           |                    |
| アンタナナリボ州                       |                    |         |          |         |           |                    |
| コメ生産量(万トン) <sup>1)</sup>       | 6.94 <sup>4)</sup> | 17.8    | 28.3     | 12.4    | 24.9      | 9.74 <sup>4)</sup> |
| コメ生産量(1人当たり(kg) <sup>2)</sup>  | 140                | 322     | 114      | 109     | 216       | 94                 |
| コメ単収(t/ha) <sup>3)</sup>       | 1.58               | 1.88    | 3.25     | 1.82    | 2.34      | 2.46               |
| 稲作の水田率(%) <sup>3)</sup>        | 69.5               | 93.7    | 95.4     | 31.7    | 96.7      | 96.6               |
| コメ外販(%, 対生産量) <sup>3)</sup>    | 10.6               | 28.7    | 15.1     | 13.7    | 10.2      | 29.0               |

注) 1) 2005~2008年の平均値。マダガスカル農業省より入手した資料より作成。  
 2) 2005年の推計人口を用いた。人口はマダガスカル国立統計研究所(INSTAT)のウェブサイトより(INSTAT(2012a))。  
 3) 2004/05年の値。出所はMinistère de l'Economie et de l'Industrie(INSTAT(2009))。  
 4) INSTAT(2009)の数値から著者が推計。

あり、道路建設によるインパクトは大きいものと思われる。他方、国道2号線と7号線は補修が中心であり、資料を見る限り計画区間の4分の1は達成率が1%、2分の1は達成率20%であり、十分な効果があったとは思えない。州都を結ぶ幹線道路のその他の区間では、2007年と2008年には工事は行われなかった。しかも、2009年初頭に発生した政変によりMAPの実施自体が中断したため、インフラ

トラクチャー整備計画の達成率は極めて低い。そこで本稿では、Antsirananaを含む市場組合せを「道路が整備されたグループ」、Antsirananaを含まない市場組合せを「道路が整備されなかったグループ」として、両者の比較により道路整備がマダガスカルのコメ市場の統合に及ぼした影響を分析する。

#### 4.2 マダガスカルのコメ生産と流通

州の単位でコメ生産量を見ると、表2に示したように、生産量の最も多いのはアンタナナリボ州で、同国の総生産量の4分の1強を占める。しかし、同州は人口も多いため1人当りに換算するとコメ生産が他州より多いというわけではない。州レベルの1人当たりのコメ生産から判断すると、マハジャンガ州とトゥアマシナ州に余剰がある。実際、マハジャンガ州のソフィア県のBealananaやボエニ県のMarovoay、トゥアマシナ州のアロチャ・マンガロ県は主要なコメ産地であり、Antananarivo, Mahajanga, Toamasinaといった大都市にコメを供給している。これらの産地のうちMarovoayは州都Mahajangaのあるボエニ県に属するためボエニ県は県レベルでも1人当たりのコメ生産が多い。県のレベルでは、Fianarantsoaのあるオート・マチャチャ県も1人当たりのコメ生産が多く、200kgを超えている。トゥアマシナ州の場合は、コメの産地と州都は別の県なので、州都Toamasinaのあるアツィナナ県レベルでは1人当たりのコメ生産は少ない。同様に、トゥリアーラ州では、西海岸メナベ県のMorondavaやMahaboにコメ産地があるが、州都Toliaraのあるアツィモ・アンドレファナ県は降水量が少なくあまりコメが取れないので1人当たりのコメ生産が少ない。コメの生産の少ないトゥリアーラ州では、キャッサバの栽培面積が大きく、牛の飼養頭数も多い。また州単位ではわかりにくいですが、東海岸ではコーヒーの生産が盛んであり、トゥアマシナ州とフィアナランツァ州で栽培面積が大きくなっている。

コメの収穫期は全国的に3月から7月、端境期は12月から翌2月とされる。しかし、地域によって雨季が多少ずれること、雨量が異なることから、表3に示すように収穫期にも違いがある。とはいっても生産量の多い灌漑水田の主作期の収穫時期は3月から5月に集中している。多くの農家は現金収入の不足や貯蔵能力の不足のため、収穫期に大半のコメを換金してしまう。8月から12月にも二期作の収穫があるが、量は非常に少なく、主として自家消費向けである。端境期にはコメ不足となる農家が多く、メイズやキャッサバが主食となる。

マダガスカルは、1960年にフランスから独立し

表3. 6州都周辺および代表的コメ産地の収穫期

| 農業生態区分 | 代表的産地、*6州都               | 7月                | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 |
|--------|--------------------------|-------------------|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 北部     | 生産環境                     |                   |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | アンツィアラナ州 (*マリアナ県)        | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    | ○   | △   |     |    |    | △  | ○  |    | △  |
|        | マハジャンガ州内陸部 (ソフィア県)       | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    | △  | ○   |     |     |    |    | ○  | △  |    | △  |
| 北西部    | マハジャンガ州海岸部 (*ボエニ県)       | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 | △  | ○  | △   |     |     |    |    |    | △  | ○  | ○  |
|        | アンタナナリボ州 (*アンタナナリボ県)     | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     | △   | ○   |    |    |    |    |    |    |
|        | フィアナランツァ州 (*オート・マチアアチャ県) | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     | △  | ○  |    |    |    |    |
| 中央高地南部 | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州海岸部 (*アマシナ州)       | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州内陸部 (*アマシナ州)       | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
| 北東部    | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
| 中央部東   | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
| 南・南西部  | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
| 中西部    | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |
|        | トアマシナ州 (*アマシナ州)          | 主・灌漑水田・従・灌漑水田・天水田 |    |    |     |     |     |    |    |    |    |    |    |

注) Ministère de l'Agriculture (2012)を参考に作成。同資料はマダガスカルを10の農業生態ゾーンに分けているが、そこから調査対象の6つの州都を含むゾーンおよび主要なコメ生産地を含むゾーン(計8つ)を取り出した。取り上げているのは、南東部と中央部西である。○は当該月のほぼ全期間が収穫期にあたる場合、△は当該月の半分程度の期間が収穫期にあたる場合である。

て以降、他のサブサハラ・アフリカ諸国と同様に農産物流通に対する政府統制を強めていき、1970年代の終わりにはほぼ全ての農産物の取引を政府の統制下においた。しかし、やはり他のサブサハラ・アフリカ諸国と同様に1980年代には構造調整政策が導入され、徐々にではあるが農産物の流通が自由化し、民間により流通が行われるようになった。現在ではほぼ全てのコメが民間によって流通している (Fafchamps and Minten 2007)。

マダガスカルのコメ市場の特徴はコメ価格の季節変動が非常に大きいことである。コメ市場が自由化して価格統制がないだけでなく、上で説明したよう

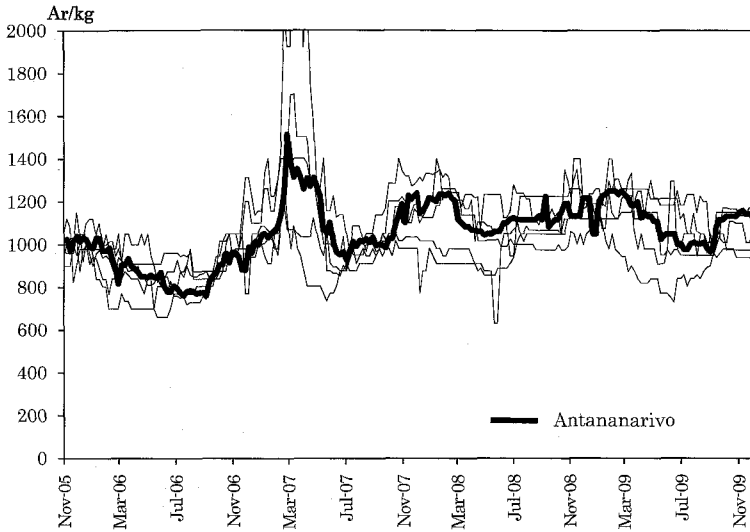
に全国的に収穫の時期が一致していて、しかも多くの農家が収穫後に一度にコメを売却することが価格の季節変動を大きくする原因である。それに加えて、雨季(端端期)の輸送費用の上昇も、コメ価格の季節変動を生み出している。マダガスカルでは依然として未舗装の道路が多く、雨季には道路の状態が悪化し市場が物理的に分断されてしまうことがある。こうした輸送費用の上昇がコメ価格に上乗せされているのである。そこで実際にコメの市場価格の動きを見てみよう。図3は、分析対象とする6つの州都における週次の精米小売価格である。中央の太い線が Antananarivo であり、その他の市場は細い線にしてある。まず、Antananarivo の価格の動きを見ると、季節変動の存在が確認できよう。2007年の1~3月にコメ価格が高騰しているが、これはこの3か月間にサイクロンが4つ上陸したためである。サイクロンによる収穫減少を予想した業者による投機により価格が高騰したとも言われている。上で論じたように、人口の多い Antananarivo は、周辺で生産されるコメだけでは需要を満たせず、全国の産地からコメが移入されていると考えられる。しかし、他の5つの市場の価格の動きと必ずしも常に一致した動きをしているわけではなさそうである。果たして市場は空間的に統合しているのだろうか？ また統合度は進んでいるのだろうか？

### 4.3 仮説

本稿では、マダガスカル6つの州都のコメ市場の精米小売価格データを使って、前節で提示した TAR モデルを推計し、道路の整備がコメ市場の統合を進めたという仮説を検証する。ここでいうコメ市場の統合とは、次のような状況である。

マダガスカルほとんどの小売業者、卸売業者は特定の消費市場をベースにしており、小売業者は卸売業者からコメを仕入れるか自分で周辺の農村部に買い付けに行く。卸売業者も周辺の農村部でコメを買い付けるが、周辺の農村部にコメが十分でない季節には遠隔の生産地まで仕入れに行く。小売業者と卸売業者には、仕入れ先についてこのような違いがあるが、ここでは単純化のために両者の区別はつけず小売業者と呼ぶ。小売業者は、自分で産地にコメを仕入れに行く代わりに、輸送業者が産地から消費市場に運んできたコメを購入することもできる。

図3. 6つの市場における精米小売価格の推移



しかし、輸送費用をどちらが負担するかという違いだけなので、ここではすべての小売業者が自分で産地からコメを仕入れてくるとする。

まず、6つの市場間でコメの移送がないと仮定し、各市場で独立したコメ市場が成立しているとする。その場合、小売業者は市場の小売価格、産地の仕入れ価格、産地から市場までの輸送費用を所与として、どの産地までコメを仕入れに行くかを決定する。次に市場間のコメの移送を認めると、前節で提示した(1)から(3)式の裁定条件にしたがってコメが移送され、価格差が輸送費用の水準まで低下する。本稿では、2市場間の価格の動きにそのような傾向が観察される時、2市場は空間的に統合していると言う。2市場の空間的統合は2段階に分けることができる。まず、価格差に対して輸送費用が十分に小さく、裁定行動が起こるかどうかが、つまり2市場が統合されているか否か。次に、裁定行動により価格が調整される場合、その調整速度が速いかどうか。調整速度が速いほど、市場統合の程度が高いとする。(5)式に則すると、前者は $\rho_{var}$ がゼロか否か、後者は $\rho_{var}$ の絶対値の大きさにより判定できる。

しかし、マダガスカルのコメの主要な産地は、6つの市場周辺だけではなく、もし、コメ産地が2市場の間に位置するならば、裁定行動の結果、2市場の価格差は2市場間の輸送費用ではなく、産地から各市場への輸送費用の差になるであろう。極端な例をあげると、産地が2つの市場のちょうど中間にあり、両市場への輸送費用が同じ場合である。両市場の価格も同じになり、(5)式の $\theta$ はゼロとなる。ただし、 $\theta$ は広義の輸送費用なので、コメを運搬する費用が同じでも、輸送費用の差はゼロとは限らない。

ある市場がどこからコメを仕入れるかは、その市

場の需要量を一定とすると、市場周辺のコメの供給量により決まる。多くの場合は、季節によって主たる仕入れ先を変更している。市場周辺に十分コメがある収穫後の季節には市場周辺からだけコメを仕入れるような2市場を考えよう。この場合、収穫後の季節には2市場間の輸送費用は価格差を超えている可能性があり、2市場は分断されていることになる。しかし、端境期になると、2市場とも別の産地からコメを仕入れる必要がある。それが共通の産地ならば、上で論じたように、2市

場の価格差は各市場と産地間の輸送費用の差になる。このように、コメの供給元が季節によって移動すると、それに応じて $\theta$ が変動する。しかし、(5)式の推計により得られる $\theta$ は対象期間の平均的な $\theta$ であるから、季節性は消えてしまう。また、タイムトレンドをいれた(6)-(7)式では $\theta$ は時間とともに一定の方向に変化することを想定しており、季節性のある動きは考慮されない。

以上まとめると、2市場間の価格調整速度( $\rho$ )を決めるのは、①2市場間の距離(価格調整のための情報の流通に影響を与える)と②2市場それぞれに固有の市場構造(寡占的か競争的かなど)である。同様に、2市場間の輸送費用( $\theta$ )を決めるのは、①2市場間の距離(狭義の輸送費用を決める要因)と②2市場それぞれに固有の取引費用(広義の輸送費用のうち、2市場間の距離によらない費用全般)である。2つの市場にコメを供給する産地の位置や、季節による産地の移動は2市場に固有の取引費用として②に含まれる。輸送費用( $\theta$ )と価格調整速度( $\rho$ )の関係は次のように考えられる。まず、2つの市場が統合されている時、2市場間の輸送費用が2市場間の価格調整速度に直接的に影響することはないだろう。しかし、2市場間の輸送費用が大きいほど、2市場が一時的に分断されて価格調整速度がゼロになる確率が高くなる。したがって、輸送費用が大きいほど、平均値でみた価格調整速度は低下する。このように、市場が一時的に分断することを考慮に入れると、2市場間の輸送費用は2市場間の価格調整速度を低下させる要因であると予想できる。もし、2市場間の輸送費用がある程度まで2市場間の距離によって決まるのであれば、2市場間の距離は情報の流通だけでなく、コメ自体の輸送費用を通じて2市場間の



表4. 各市場の精米小売価格の相関と市場間の距離

| 相関係数<br>道のり(km) | Antsiranana | Mahajanga | Antananarivo | Toamasina | Fianarantsoa | Toliara |
|-----------------|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|---------|
| Antsiranana     |             | 0.796*    | 0.615*       | 0.580*    | 0.294*       | 0.224*  |
| Mahajanga       | 805         |           | 0.688*       | 0.556*    | 0.370*       | 0.123   |
| Antananarivo    | 1093        | 552       |              | 0.858*    | 0.553*       | 0.514*  |
| Toamasina       | 1417        | 876       | 324          |           | 0.479*       | 0.518*  |
| Fianarantsoa    | 1498        | 957       | 405          | 729       |              | 0.570*  |
| Toliara         | 2016        | 1478      | 923          | 1247      | 518          |         |

註) 2005年11月から2009年12月までの週次価格データ( $n=215$ )を使用。\*は相関係数が1%水準で有意(両側)を意味する。

価格調整速度に影響することになる。

輸送費用と価格調整速度に関する以上の考察に基づいて本稿の仮説は次のように書き改められる。まず、道路整備は、トラックの大型化、輸送時間の短縮、輸送途中の事故や故障の減少などにより狭義の輸送費用を引き下げることが、各市場に固有の取引費用や市場構造、生産地の季節的な移動には影響を与えないと仮定する。前節の定義にしたがい6つの市場の15組合せを、Antsirananaを含む「道路が整備されたグループ」(A群)とAntsirananaを含まない「道路が整備されなかったグループ」(B群)にわけると、仮説1は「A群はB群と比べて、道路整備後に輸送費用( $\theta$ )が低下する」、仮説2は「A群はB群と比べて、道路整備後に価格調整速度( $\rho$ )が上昇する」である。本稿では、すでに説明したように、価格調整速度の上昇を市場統合度の上昇と定義している。そのため、仮説1の成立を前提として仮説2が支持されることで、道路整備が輸送費用の削減を通じてマダガスカルのコメ市場の統合を進めたと結論できる。

留意すべき点は、仮説1、仮説2とも、道路整備が各市場に固有の取引費用や市場構造に影響を与えないと仮定していることである。しかし、道路の整備によって、今まで分断されていた生産地からもコメが市場に流入するようになる可能性がある。その場合、A群だけでなくB群でも、輸送費用の低下の恩恵を受けることもあり得る。その場合、道路の整備された市場だけで輸送費用が低下するという仮説1の支持は弱まるであろう。次にトラックの大型化は、狭義の輸送効率を向上させるだけでなく、市場における取引費用も削減する可能性がある。これは広義の輸送費用も引き下げることになるので、仮説1の支持を強化する方向に働く。しかし、同時にトラックの大型化が市場の寡占化を進めることも考えられる。その場合、価格調整速度は低下するので、仮説2が成立する可能性が低くなる。

## 5. 価格データの視覚的分析

まず6つの市場の価格に相関があるかどうかを確認する。2市場の市場価格の相関は、インフレーションや共通の季節変動などにも起因するため、相関係数が有意であっても市場が統合しているとは言えないが、2つの市場の価格の変動が似ているかどうかを判定することはできる。表4に示すように、MahajangaとToliaraの組合せを除くすべての市場組合せで精米小売価格は有意に正の相関がある。しかも、市場間の距離が大きいほど、相関係数は小さくなる傾向がある(価格の相関係数と市場間の距離の相関係数は $-0.726$ で、1%水準で有意)。

次に6つの小売市場における週次データを用いて、2市場間のコメ市場の統合度を視覚的に分析する(付録のA1~A15参照)。左側で精米小売価格の時系列を比較し、右側では図1にしたがって2つの価格の関係を散布図により視覚化してある。

最初の5組(A1~A5)はA群に対応するAntsirananaと他の市場との組合せである。Antsirananaでは2007年1月から3月に精米価格が暴騰したことがわかる。幹線道路が整備されていないAntsirananaはハリケーンによる道路の分断で陸の孤島となり価格の暴騰を招いた。程度の差はあるが、同じ時期にMahajanga, Antananarivo, Toamasinaでも価格の上昇が見られる。しかし、地理的に離れたFianarantsoaやToliaraではほとんど上昇していない。その部分を含め、全般的にAntsirananaの価格変動はMahajanga, Antananarivo, Toamasinaとよく似ているが、FianarantsoaやToliaraとは異なっていることがわかる。散布図からは、やはりA4 Antsiranana—FianarantsoaやA5 Antsiranana—Toliaraの組合せでは、他の3つの組合せ(A1~A3)と比べてドットが水平に分布していて閾値の幅が大きいこと、すなわち市場間の輸送費用が大きいことを示している。

残りの10組(A6~A15)はB群に対応する。まずA6からA9はMahajangaと他の市場との関係を示す。Antananarivoとは価格の時系列がよく重なっている。また、Antananarivoより先に位置するToamasinaとも価格の動きは似ているといっていよい。しかし、両者とも、2008年の半ば以降に価格の乖離が大きくなっている。散布図を見ると、A6 Mahajanga—Antananarivo と A7 Mahajanga—Toamasina のどちらの組合せも緩やかな右下がりの分布を示し、価格が調整されていることがわかる。一方、A8 Mahajanga—Fianarantsoa や A9 Mahajanga—Toliara の組合せでは、価格の動きが異なり、散布図の横軸方向の分散も大きい。

続くA10からA12はAntananarivoとの組合せである。15組の市場組合せのうち2市場間の距離が最も短いA10 Antananarivo—Toamasinaは、価格の動きがよく一致している。2008年半ばまでは価格差もほとんど無かった。しかし、2008年半ば以降、両市場の価格に乖離が発生している。散布図のドットは中央に集中し、輸送費用が低いことを示す。2市場間の距離が短いだけでなく、両者の中間にマダガスカルの代表的なコメの産地であるアロチャ・マンゴロ県があることが反映していると思われる。他方、Antananarivoから320kmのToamasinaよりは遠いものの、400kmしか離れていないFianarantsoaとは季節により価格差が大きくなったり無くなったりして、Toamasinaとは様子が異なる。Toamasinaはコメの産地ではないが、Fianarantsoaは周辺の農村でコメが十分にとれるためである。散布図をみるとAntananarivoからの距離にはあまり差がないにもかかわらず、ToamasinaとFianarantsoaとは閾値の幅は大きく異なり、A11 Antananarivo—Fianarantsoaの輸送費用がA10 Antananarivo—Toamasinaの輸送費用よりもずっと高い。Antananarivo—Fianarantsoa間には主要なコメ産地がないのに対して、前述のようにAntananarivo—Toamasina間には主要なコメ産地があるためであろう。A12 Antananarivo—Toliaraの組合せでは、価格の時系列も散布図もA11 Antananarivo—Fianarantsoaの組合せによく似ている。このことは、FianarantsoaとToliaraの価格の動きが似ているためである。

Toamasinaと南部の2市場の組合せ(A13 Toamasina—Fianarantsoa および A14 Toamasina—Toliara)は、Antananarivoとそれらの市場の組合せ(A11 Antananarivo—Fianarantsoa および A12 Antananarivo—Toliara)と同じような結果が得られた。AntananarivoとToamasina、FianarantsoaとToliara、それぞれで価格の動きが似ていることか

ら、予想通りである。

最後の組はA15 Fianarantsoa—Toliaraである。すでに述べたようにFianarantsoaとToliaraの価格を比べるとよく似た動きをしている。散布図も右下がりの傾向が明らかであり、マダガスカルの他の市場からは統合度の低い傾向のある両市場ではあるが、両市場は距離が比較的近く、統合度も高い。

以上、視覚的な分析の結果をまとめると、マダガスカルの6つの市場は、中央から北部の4市場と南部の2市場の2つのグループに分けることができ、それぞれのグループ内では価格の動きに類似性が見られ、輸送費用も低い。しかし、異なるグループに属する市場の組合せでは、価格の動きが異なり、輸送費用も高くなる。したがって、この2つの市場グループの間には市場の分断がありそうである。

## 6. 推計結果

### 6.1 モデルの推計

まず(4)式で与えた輸送費用を含まないARIモデルを推計した(表5)。全ての市場の組合せで有意に負の $\rho_{ar}$ が得られる。このことは、マダガスカルの市場が州都間で完全に分断されているという状況ではなく、市場間で価格の調整が起きていることを示唆する。次に輸送費用の存在によって生じる価格調整の非線形性を考慮したTARモデルを推計した。

(5)式は輸送費用を観測期間中一定であると見なしている。表5に示すようにマダガスカルの6つの州都のすべての市場の組合せで $\rho_{ar}$ は有意に負である。(6)、(7)式で与えられるトレンド入りTARモデルでも $\rho_{time}$ はすべての市場組合せで負となった。しかし有意水準は $\rho_{ar}$ よりも低い。 $\rho_{time}$ が有意でない場合は市場が分断されていると見なすと、Antsiranana—Toamasina、Antsiranana—Fianarantsoa、Antsiranana—Toliara、Mahajanga—Fianarantsoa、Mahajanga—Toliaraの5つの組合せで市場が分断されていると判定できる。この5つは、市場間の距離が比較的長く、Antsiranana—Toamasinaを除けば、前節の視覚的分析で見いだした北部市場グループと南部市場グループに属する市場の組合せである。したがって、この分析結果は輸送費用によりマダガスカルの市場が分断しているという予測と一致している。

$\rho_{time}$ は価格調整速度が分析対象期間を通じてどのような傾向的变化をしたかを示す。有意な結果が得られたのは、15の市場組合せのうち4つであり、そのうち3つ、Antsiranana—Mahajanga、Mahajanga—Toamasina、Antananarivo—Toamasinaは正で有意な値となった。この3つの市場組合せでは、 $\rho_{time}$ の絶対値が比較的大きくかつ有意にゼロと異な

表5. ARI モデルと TAR モデル推計結果

| 市場           | 市場           | 道のり<br>(km) | ARI モデル<br>$\rho_{ar}$ | $\theta$ | TAR モデル<br>$\rho_{tar}$ | $\theta_1$ | TAR モデル<br>$\theta_{215}$ | TAR モデル(タイムトレンド入り)<br>$\rho_{time}$ | $\rho_{time}$     |
|--------------|--------------|-------------|------------------------|----------|-------------------------|------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Antsiranana  | Mahajanga    | 805         | -0.189(0.040)**        | 0.154    | -0.243(0.048)**         | 0.154      | 0.154                     | -0.460(0.100)**                     | 0.0021(0.0008)**  |
| Antsiranana  | Antananarivo | 1093        | -0.167(0.038)**        | 0.049    | -0.174(0.038)**         | 0.106      | 0.045                     | -0.154(0.093)*                      | -0.0003(0.0010)   |
| Antsiranana  | Toamasina    | 1417        | -0.141(0.035)**        | 0.049    | -0.146(0.035)**         | 0.178      | 0.178                     | 0.059(0.113)                        | -0.0029(0.0014)** |
| Antsiranana  | Fianarantsoa | 1498        | -0.034(0.018)*         | 0.174    | -0.041(0.019)**         | 0.316      | 0.143                     | -0.059(0.045)                       | -0.0001(0.0004)   |
| Antsiranana  | Toliara      | 2016        | -0.100(0.030)**        | 0.259    | -0.123(0.034)**         | 0.237      | 0.209                     | -0.062(0.102)                       | -0.0006(0.0010)   |
| Mahajanga    | Antananarivo | 552         | -0.184(0.039)**        | 0.076    | -0.211(0.041)**         | 0.043      | 0.100                     | -0.268(0.077)**                     | 0.0005(0.0007)    |
| Mahajanga    | Toamasina    | 876         | -0.142(0.035)**        | 0.115    | -0.176(0.037)**         | 0.166      | 0.095                     | -0.371(0.090)**                     | 0.0013(0.0006)**  |
| Mahajanga    | Fianarantsoa | 957         | -0.053(0.022)**        | 0.232    | -0.083(0.026)**         | 0.227      | 0.242                     | -0.077(0.046)                       | -0.0012(0.0005)   |
| Mahajanga    | Toliara      | 1478        | -0.132(0.034)**        | 0.227    | -0.205(0.044)**         | 0.227      | 0.227                     | -0.088(0.115)                       | -0.0012(0.0011)   |
| Antananarivo | Toamasina    | 324         | -0.297(0.049)**        | 0.023    | -0.301(0.049)**         | 0.023      | 0.023                     | -0.739(0.131)**                     | 0.0031(0.0009)**  |
| Antananarivo | Fianarantsoa | 405         | -0.043(0.021)*         | 0.042    | -0.045(0.021)*          | 0.041      | 0.048                     | -0.076(0.045)                       | 0.0003(0.0003)    |
| Antananarivo | Toliara      | 923         | -0.173(0.039)**        | 0.047    | -0.182(0.039)**         | 0.053      | 0.043                     | -0.230(0.101)**                     | 0.0004(0.0009)    |
| Toamasina    | Fianarantsoa | 729         | -0.044(0.020)**        | 0.265    | -0.068(0.025)**         | 0.239      | 0.285                     | -0.130(0.069)*                      | 0.0004(0.0005)    |
| Toamasina    | Toliara      | 1247        | -0.158(0.037)**        | 0.088    | -0.163(0.038)**         | 0.050      | 0.091                     | -0.203(0.104)*                      | 0.0003(0.0008)    |
| Fianarantsoa | Toliara      | 518         | -0.163(0.038)**        | 0.178    | -0.217(0.047)**         | 0.046      | 0.182                     | -0.208(0.085)**                     | -0.0001(0.0006)   |

注) 全ての市場組合せでササンブル数は215( $t=1\sim 215$ )。括弧内は不均一分散に対して頑強な標準誤差。\*は1%、\*\*は5%、\*\*\*は10%の有意水準をそれぞれ意味する。

ることから、価格調整速度が他の組合せと比べて速いことがわかる。しかし、 $\rho_{time}$ が正で有意にゼロと異なるので調整速度は時間とともに低下している。残る Antsiranana—Toamasina については、 $\rho_{time}$ がゼロと有意に異なることから価格調整が行われていないと見なされる。しかし、 $\rho_{time}$ が有意に負なので、時間とともに価格調整速度が上昇し、市場が分断から統合に変化したと考えられる。

次に  $\theta_1$  と  $\theta_{215}$  を比較して、輸送費用の変化について検討する。A 群に属する組合せでは、Antsiranana—Antananarivo と Antsiranana—Fianarant-

soa で  $\theta$  が大きく下がっている。また Antsiranana—Toliara も  $\theta$  が低下する傾向が見られるが、低下幅は比較的小さい。これは Antsiranana—Toliara の区間に  $\theta$  が上昇した Fianarantsoa—Toliara を含むためであろう。しかし、Antsiranana—Mahajanga および Antsiranana—Toamasina では  $\theta$  の値に変化がない。Mahajanga と Toamasina の市場には、道路新設による  $\theta$  の低下を打ち消すような市場固有の費用が存在する可能性がある。

他方、B 群では、 $\theta$  はほぼ一定(微減を含む)か上昇である。2005 年から 2009 年の間に道路整備が十分に行われなかったため、道路状態の悪化が輸送費用の上昇を招いたものと思われる。例外として Mahajanga—Toamasina では  $\theta$  が大きく低下した。この区間では分析対象期間中に道路の整備が行われていないことから、輸送費用の低下は、トラックの大型化などによる輸送効率の上昇に起因すると思われる。上で指摘したように、Mahajanga と Toamasina を含む市場組合せでは調整速度は時間とともに低下する傾向が見いだされており、トラックの大型化による寡占化の可能性とも整合的である。

### 6.2 仮説の検定

TAR モデルの推計は、15 ある市場組合せごとに行うため、市場間の距離や市場固有の要因をコントロールして道路整備が輸送費用や調整速度に及ぼす影響を直接検証することはできなかった。そこで、前節で推計されたパラメータを被説明変数にして、以下の(9)式を推計した。

$$Q_{ij} = \alpha + \beta_1 D_{ij} + \sum_{m=1}^5 \gamma_m M_m + \varepsilon_{ij} \quad (9)$$

$i, j = 1 \sim 6, i < j$

ここで、 $Q_{ij}$  は、市場  $i$  と市場  $j$  の組合せで推計されたパラメータ ( $\theta$  または  $\rho$ )、 $D_{ij}$  は市場  $i$  と市場  $j$  の間の距離(道のり)、 $M_m$  は市場ダミーである。この市場ダミーは、例えば  $\theta$  が Antsiranana と Mahajanga の組合せに対するものならば、Antsiranana ダミーと Mahajanga ダミーが 1 をとり、他の 4 つの市場ダミーは 0 となる。

まず被説明変数  $Q_{ij}$  として輸送費用 ( $\theta$ ) を用いる。市場間の距離をコントロールすると、市場ダミーは、各市場固有の制度や商習慣による取引費用や各市場に固有の道路の状態など輸送費用のうち市場間の距離に依存しないすべてを捉えることになる。調査期間中に市場固有の取引費用等に変化はなく、変化したのは道路の整備状況だけであると仮定すると、輸送費用の変化 ( $\theta_{215}$  と  $\theta_1$  の差) は道路整備により生じた変化であると見なすことができる。そこで、被説明変数を  $\theta_{215}$  と  $\theta_1$  の差として(9)式を推計し、Antsiranana ダミーの係数、すなわち A 群の組合せ

表 6. 市場固有の輸送費用

| 説明変数                  | $\theta$        | $\theta_1$      | $\theta_{215}$  | $\theta_{215}-\theta_1$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| 市場間距離 ( $10^{-4}$ km) | 0.58(0.35)      | 1.73(0.27)***   | 0.44(0.31)      | -0.13(0.41)**           |
| 市場ダミー変数               |                 |                 |                 |                         |
| Antsiranana           | -0.038(0.031)   | 0.067(0.033)*   | -0.129(0.331)   | -0.079(0.037)*          |
| Mahajanga             | 0.023(0.028)    | 0.115(0.021)*** | 0.033(0.038)    | -0.082(0.045)           |
| Antananarivo          | -0.100(0.032)** | 0.038(0.033)    | -0.091(0.033)** | -0.129(0.039)**         |
| Toamasina             | -0.042(0.050)   | 0.080(0.033)*   | -0.003(0.048)   | -0.082(0.045)           |
| Fianarantsoa          | 0.053(0.051)    | 0.152(0.042)*** | 0.060(0.057)    | -0.092(0.055)           |
| 定数項                   | 0.109(0.057)*   | -0.181(0.057)** | 0.099(0.064)    | 0.280(0.084)**          |
| $R^2$                 | 0.73            | 0.87            | 0.69            | 0.58                    |
| 観察数                   | 15              | 15              | 15              | 15                      |

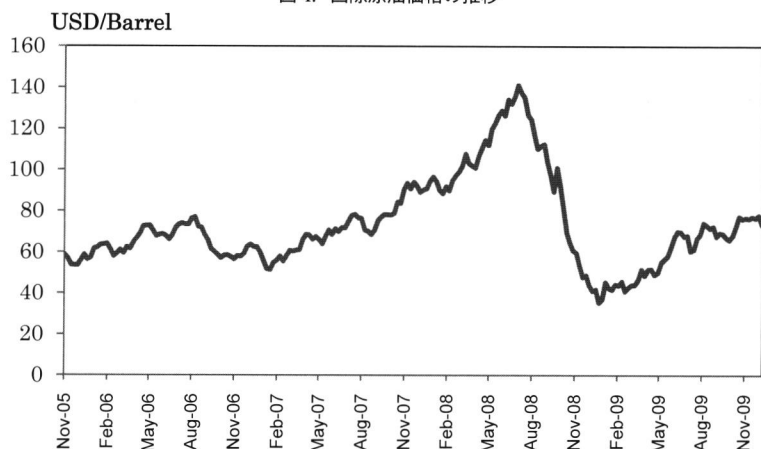
註) 括弧内は不均一分散に対して頑強な標準誤差。\*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の有意水準をそれぞれ意味する。

表 7. 市場固有の価格調整速度

| 説明変数                  | $\rho_{ar}$      | $\rho_{tar}$     | $\rho_{time}$    | $\rho'_{time}$  |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 市場間距離 ( $10^{-4}$ km) | 1.36(0.33)***    | 1.62(0.38)***    | 4.00(1.10)***    | -0.0230(0.0126) |
| 市場ダミー変数               |                  |                  |                  |                 |
| Antsiranana           | 0.002(0.016)     | 0.015(0.024)     | -0.036(0.101)    | 0.0002(0.0011)  |
| Mahajanga             | 0.058(0.024)**   | 0.054(0.026)*    | 0.033(0.063)     | 0.0001(0.0008)  |
| Antananarivo          | 0.063(0.035)     | 0.111(0.039)**   | 0.120(0.102)     | -0.0003(0.0011) |
| Toamasina             | 0.040(0.028)     | 0.073(0.030)**   | 0.011(0.124)     | -0.0001(0.0013) |
| Fianarantsoa          | 0.168(0.034)***  | 0.193(0.034)***  | 0.268(0.106)**   | -0.0008(0.0022) |
| 定数項                   | -0.379(0.061)*** | -0.468(0.068)*** | -0.733(0.184)*** | 0.0028(0.0023)  |
| $R^2$                 | 0.84             | 0.83             | 0.64             | 0.44            |
| 観察数                   | 15               | 15               | 15               | 15              |

註) 括弧内は不均一分散に対して頑強な標準誤差。\*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の有意水準をそれぞれ意味する。

図 4. 国際原油価格の推移



註) 欧州ブレント原油 FOB スポット価格(週次)。  
出所) U.S. Energy Information(2012)

に対する係数が有意に負であるかどうかを検討する。なお、比較の目的で、被説明変数にはトレンドのない TAR モデルから得た  $\theta$ 、トレンド入りの TAR モデルから得た  $\theta_1$  と  $\theta_{215}$ 、および  $\theta_{215}$  と  $\theta_1$  の差の 4 つを用いた。推計結果は表 6 である。

まず、被説明変数を  $\theta, \theta_1, \theta_{215}$  にした場合、推計結果がそれぞれかなり異なることから、輸送費用は分析対象期間で一定ではないことが示唆される。次に被説明変数を  $\theta_{215}-\theta_1$  にして輸送費用の変化をみると、Antsiranana で有意に減少している。A 群で

輸送費用が低下という仮説を支持する結果である。Antananarivo でも有意な減少が見られるが、道路に理由を求めるなら、Antananarivo 周辺で 2007 年から 2008 年にかけて部分的に実施された既存の国道の補修工事によるものであろう。他方、遠隔地の Toliara 市場では逆に輸送費用が増加しているが、道路状態が悪化したと考えられる。なお、市場間の距離は輸送費用の変化に有意に負の影響を与えている。つまり、距離が長いほど輸送費用の低下が大きい。トラックの大型化などによる輸送費用の低下率は、輸送距離が長いほど大きいと考えられるので、う

なずける結果である。次に被説明変数  $Q_{it}$  として価格調整速度 ( $\rho$ ) を用いると、市場間の距離は価格調整速度を遅らせると考えられる。そこで、市場間の距離をコントロールすると、市場ダミーは各市場に固有の市場構造や規制を反映するであろう。その点を確認するために、 $\rho_{ar}, \rho_{tar}, \rho_{time}, \rho'_{time}$  を被説明変数にして(9)式を推計した結果が表 7 である。 $\rho_{ar}, \rho_{tar}, \rho_{time}$  いずれも市場間距離が有意に正である。つまり予想通り離れた市場ほど価格調整速度が遅い。

市場の特性については、3つの推計で一致しているのは、Fianarantsoa が正で有意であること、定数項で捕捉される Toliara が有意に負であることである。また、Mahajanga も 3 つのうち 2 つで有意に正となった。Fianarantsoa と Mahajanga の市場では価格調整速度が遅いことを意味する。その理由として、市場が寡占的であること、市場周辺がコメ産地なので季節的に他市場と分断する傾向が強いことなどが考えられる。実際、表 2 からわかるように、Fianarantsoa と Mahajanga を含む県において人口

表 8. TAR モデル推計結果(燃料価格高騰前、高騰期、高騰後)

| 市場           | 市場           | 道のり<br>(km) | 輸送コスト $\theta$ |          | 価格調整速度 $\rho_{tar}$ |            |
|--------------|--------------|-------------|----------------|----------|---------------------|------------|
|              |              |             | 燃料価格高騰前        | 燃料価格高騰期  | 燃料価格高騰前             | 燃料価格高騰期    |
| Antsiranana  | Mahajanga    | 805         | 0.0942         | 0.1438   | -0.3973***          | -0.2781**  |
|              | Antananarivo | 1093        | 0.1033         | 0.0907   | -0.2302***          | -0.1570**  |
|              | Toamasina    | 1417        | 0.0681         | 0.1538   | -0.1176*            | -0.1486*   |
|              | Fianarantsoa | 1498        | 0.2641         | 0.2000   | -0.1083             | -0.0402    |
|              | Toliara      | 2016        | 0.1463         | 0.2769   | -0.3204***          | -0.1227*   |
| Mahajanga    | Antananarivo | 552         | 0.1250         | 0.0554   | -0.2888***          | -0.1807*** |
|              | Toamasina    | 876         | 0.1590         | 0.1276   | -0.2993**           | -0.3070*   |
|              | Fianarantsoa | 957         | 0.2222         | 0.2222   | -0.0800             | -0.0635    |
|              | Toliara      | 1478        | 0.1229         | 0.2809   | -0.3187***          | -0.2043**  |
| Antananarivo | Toamasina    | 324         | 0.0228         | 0.0224   | -0.7281***          | -0.3004**  |
|              | Fianarantsoa | 405         | 0.0416         | 0.1209   | -0.0817             | -0.0423    |
|              | Toliara      | 923         | 0.1333         | 0.2342   | -0.5458**           | -0.1950**  |
| Toamasina    | Fianarantsoa | 729         | 0.0487         | 0.2910   | -0.1130*            | -0.0852**  |
|              | Toliara      | 1247        | 0.0425         | 0.2127   | -0.3187***          | -0.1377**  |
| Fianarantsoa | Toliara      | 518         | 0.1739         | 0.0582   | -0.2741**           | -0.1581**  |
|              | 平均値          |             | 0.1179         | 0.1660   | -0.2806             | -0.1824    |
|              | (標準偏差)       |             | (0.0691)       | (0.0873) | (0.1806)            | (0.1013)   |

註) すべての市場組合せでサンプル数は 215 ( $t=1 \sim 215$ )。\*\*\*は 1%, \*\*は 5%, \*は 10% の有意水準をそれぞれ意味する。

1人当たりのコメ生産量は 200 kg を超えており、他の 4 都市と比べて余剰があると思われる。他方、Antsiranana 市場については、3つの推計ともゼロと有意に異なることから、価格調整速度が Toliara 市場と同じくらいに速いといえる。価格調整速度のトレンド的变化( $\rho_{time}$ )については、どの市場についても有意な推計結果が得られなかった。

### 6.3 燃料価格高騰のインパクト

前節までの分析では、分析対象期間を通じて一定

方向のトレンドを想定しているために、推計結果の有意水準を下げていている可能性がある。実際、本研究が分析対象とする期間、国際原油価格は乱高下したため、輸送費用の変化は一定方向ではなかった。図 4 に示すように、2007 年 1 月から上昇し始め 2008 年 7 月ころまで上昇を続け、その後 2009 年 1 月まで急落してから反発してほぼ 2009 年末には 2005 年末の水準にまで戻っている。そこで分析対象期間を、2005 年 11 月 ( $t=1$ ) から 2007 年 1 月 ( $t=63$ ) までの燃料価格高騰前、2007 年 1 月 ( $t=64$ ) から 2008 年 7 月 ( $t=140$ ) までの燃料価格高騰期、2008 年 7 月 ( $t=141$ ) から 2009 年 12 月 ( $t=215$ ) までの燃料価格高騰後の 3 期に分け、それぞれの期にトレンドなしの TAR モデルを推計した<sup>4)</sup>。

推計結果は表 8 である。まず  $\theta$  を見ると、15 組の  $\theta$  の平均値は、燃料価格高騰前から高騰期に上昇し、高騰後に下落している。平均値の差の検定をすると、燃料価格高騰前と高騰期の  $\theta$  の平均値の差は 10% 水準で有意にゼロと異なる。しかし、燃料価格高騰前と高騰後の  $\theta$  の平均値には統計的に有意な差はない。燃料価格高騰期と高騰後の  $\theta$  の平均値を比較すると高騰期の平均値の方が大きい、有意水準は 15% である。以上より、マダガスカル全体で見ると燃料価格高騰期に  $\theta$  の値が上昇しており、 $\theta$  は輸送費用を反映した指標であると結論できる。次に  $\rho_{tar}$  は、平均値が 3 期間で徐々に大きく(絶対値が小さく)なっている。つまり、価格調整速度は低下していく傾向がある。平均値を比較すると、高騰前と高騰期、高騰前と高騰後では、いずれも 5% 有意水準で異なっている。しかし、高騰期と高騰後の平均値に有意な違いはない。つまり、マダガスカル全体で見ると、価格調整速度は燃料価格高騰期に低下し、燃料価格が元の水準にもどっても、価格調整速度は低下したままだった。

道路建設により輸送費用が低下した Antsiranana との組合せ(A 群)に焦点を当てると、すべての組合せで、燃料価格高騰前と比べて、燃料価格高騰後の  $\theta$  が小さくなっている。道路建設がちょうど高騰期に行われたことから、高騰前の水準以下に  $\theta$  が低下したのは道路建設の結果だと考えられる。価格調整速度については、タイムトレンドで有意に速度の減少が見られた Antsiranana—Mahajanga について、この分析でも 3 期間を通じて速度の減少が確認できる。他方、速度が上昇した Antsiranana—Toamasina では 3 期間を通じて速度が上昇している。Antsiranana—Fianarantsoa では 3 期間を通じて、価格調整速度がほとんどゼロと有意に変わらない傾向、すなわち市場の分断が示唆された。以上まとめると、マダガスカル全体では燃料価格高騰期に輸送

表 9. 燃料高騰が輸送費用と価格調整速度に及ぼす影響

| 説明変数                        | 被説明変数 | $\theta$        | $\theta$        | $\rho_{ar}$      | $\rho_{ar}$      |
|-----------------------------|-------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 市場間距離(10 <sup>-4</sup> km)  |       | 0.886(0.232)*** |                 | 1.482(0.304)***  |                  |
| 燃料高騰期ダミー( $P_2$ )           |       | 0.048(0.029)*   |                 | 0.098(0.041)**   |                  |
| 燃料高騰後ダミー( $P_3$ )           |       | 0.035(0.041)    | 0.011(0.034)    | 0.138(0.044)***  | 0.089(0.030)***  |
| 道路整備ダミー( $P_3 \times M_1$ ) |       | -0.087(0.043)** | -0.087(0.040)** | -0.078(0.080)    | -0.078(0.074)    |
| 市場ダミー変数                     |       |                 |                 |                  |                  |
| Antsiranana( $M_1$ )        |       | -0.010(0.022)   | 0.018(0.033)    | 0.081(0.037)**   | 0.059(0.062)     |
| Mahajanga( $M_2$ )          |       | 0.032(0.023)    |                 | 0.094(0.023)***  |                  |
| Antananarivo( $M_3$ )       |       | -0.003(0.021)   |                 | 0.095(0.039)**   |                  |
| Toamasina( $M_4$ )          |       | -0.004(0.023)   |                 | 0.076(0.024)***  |                  |
| Fianarantsoa( $M_5$ )       |       | 0.085(0.029)*** |                 | 0.263(0.040)***  |                  |
| Toliara( $M_6$ )            |       | NA              |                 | NA               |                  |
| 定数項                         |       | 0.003(0.055)    | 0.136(0.020)*** | -0.631(0.070)*** | -0.251(0.045)*** |
| $R^2$                       |       | 0.45            | 0.07            | 0.62             | 0.08             |
| 観察数                         |       | 45              | 45              | 45               | 45               |

註) 15市場組合せ×3期間のパネルデータを変量効果モデルにより推計。括弧内は15の市場組合せでクラスター化した標準誤差。\*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の有意水準をそれぞれ意味する。

費用が上昇し価格調整速度が低下している。道路整備のあったA群でも輸送費用の上昇は確認できたが、価格調整速度の変化については一定の傾向は見いだせない。

市場間の距離や取引費用や価格調整にかかわる市場固有の要因をコントロールして道路整備が輸送費用や価格調整速度に与えた影響を確認するため、表8に示した推計結果を15の市場組合せ( $q=1\sim 15$ )、3期( $p=1\sim 3$ )のパネルデータと見なし、以下の(10)式を変量効果モデルにより推計した。

$$Q_{qp} = \alpha + \beta_1 D_q + \sum_{p=2}^3 \gamma_p P_p + \sum_{m=1}^5 \delta_m M_m + \rho R_{qp} + \varepsilon_{qp} \quad (10)$$

$q = 1 \sim 15$

ここで被説明変数の $Q_{qp}$ は、市場 $i$ と市場 $j$ の組合せが $q$ の場合に、 $p$ 期に得られたパラメータ( $\theta$ または $\rho$ )である。説明変数は、 $D_q$ は市場 $i$ と市場 $j$ の組合せが $q$ の場合の市場間の距離(道のり)、 $P_p$ は各期に対応する時間ダミー、 $M_m$ は6つの州都に対応する市場ダミーである。 $R_{qp}$ は道路整備に対応するダミー変数で、この係数により道路整備のインパクトを検定する。上に述べたように道路建設は主として第2期(燃料価格高騰期)に行われたので、その影響が現れるのは第3期(燃料価格高騰後)である。また、大規模な道路建設はAntsirananaだけで行われた。したがって、 $R_{qp} = P_3 \times M_1$ である(ただし、 $M_1$ はAntsirananaに対応する市場ダミー)。これはちょうど道路建設の有無と道路建設の前後に関するDifference in Differencesの構造となるので、他の説明変数を除いた定式化と(10)式にあるすべての説明変数を含む定式化の2つを行った。結果は表9に示す。

まず輸送費用については、市場間の距離が有意に正であり、燃料高騰期に輸送費用が他の期と比べて有意に高くなっている。したがって、TARモデルにより推計された $\theta$ が狭義の輸送費用を反映していることが確認できた。市場ごとにもると、Fia-

nantsoaで輸送費用が有意に高い。これはその市場に固有の取引費用を反映していると見なすことができる。最後に道路整備ダミーの係数は、いずれの定式化でも負で有意にゼロと異なる。道路建設によって低下した輸送費用は、2つの市場の精米価格の平均値に対して約8.7%に相当する金額であり、かなり

の高額である。したがって、仮説1は支持された。

価格調整速度も、市場間の距離が長いほど遅い。また、燃料価格の高騰で価格調整速度は低下し、価格が元の水準に戻っても価格調整速度は低下したままである。市場ごとに見ると、Fianarantsoaが他の市場と比べて突出して価格調整速度が低いことが確認できる。しかし、道路整備ダミーはどちらの定式化でも、価格調整速度に有意な影響を持たない。すなわち、仮説2は支持されない。

以上より、マダガスカルで実施された幹線道路の整備は、当該区間を含む市場間の輸送費用を有意に減少させたが、価格調整速度には有意な影響を持たなかった。したがって、輸送インフラストラクチャーの整備は、コメ市場の統合を進めることはなかったと結論できる。

## 7. 結論

本研究は週次の精米小売価格データを使用して、マダガスカルにおける近年の輸送インフラストラクチャーへの投資が同国の主要6都市のコメ市場の統合に及ぼした影響をTARモデルにより検証した。6つの市場からは、15の市場組合せができるが、そのうちAntsirananaを含む5つの市場組合せを「道路が整備されたグループ」とする。仮説は、このグループが「道路が整備されないグループ」と比べて、「輸送費用が低下している」、「価格調整速度が上昇している」、の2つである。本研究では、価格調整速度の上昇をもって市場統合度が進んだと判定する。

まず、価格調整が起こる最小の価格差を広義の輸送費用とみなして、各市場間の輸送費用を推計すると、「道路が整備されたグループ」で、「道路が整備されなかったグループ」よりも輸送費用が有意に低下していることが確認された。次の価格調整速度の分析からは、主要6都市のコメ市場の間では、全体的には裁定による価格調整が行われており市場が統

合している傾向があることがわかった。しかし、市場組合せごとの価格調整の速度の違いは大きく、一部の市場の組合せでは価格調整がゼロであるため市場が分断していると判定できる。市場統合の傾向は市場が近接しているほど強いことから、輸送費用が市場統合を妨げる原因の一つである。ところが、「道路が整備されたグループ」は、道路整備により輸送費用が低下したにもかかわらず、価格調整速度は上昇していない。以上の分析結果は、仮説1は支持するが、仮説2は支持しない。したがって、輸送インフラストラクチャーの整備が市場統合を必ずしも促進するわけではないと結論できる。

マダガスカル全体では、燃料価格が高騰した時期に価格調整速度が低下し、燃料価格が元の水準にまで下っても価格調整速度は低下したままだった。燃料価格の高騰が、大規模業者で効率的な輸送業者を選別したため寡占化の傾向を強め、燃料価格低下後も価格調整速度が回復しなかったのではないかと考えられる。道路整備が輸送費用を引き下げたにもかかわらず、価格調整速度を高めなかったのも、このような市場構造の変化が生じたためであろう。この点については、今後のさらなる検証が必要である。

(シャープ・一橋大学経済研究所)

## 注

\* 本稿は三宅元が2011年1月に一橋大学大学院経済学研究科に提出した修士論文に大幅な改訂を加えて作成したものである。改訂にあたっては、黒崎卓氏(一橋大学)、有本寛氏(一橋大学)、中島賢太郎氏(東北大学)、真野裕吉氏(一橋大学)および一橋大学経済研究所定例研究会出席者の方々から貴重な示唆や助言をいただいた。また、マダガスカルのデータの入手については国際協力機構マダガスカル事務所の助力を得た。なお、本研究は、平成23年度一橋大学学内研究プロジェクト助成および科学研究費補助金基盤研究(A)「サブサハラ・アフリカにおける緑の革命の進展と貧困削減：パネルデータによる政策評価」(課題番号：23252007)から資金的支援を受けている。以上、記して感謝する。

1) OdRの価格データは2005年11月から収集が始まり、2012年4月現在も継続中であるが、資金を提供するフランス側の事情により2010年1月から6月の期間に中断がある。そのため本稿では2005年11月から2009年12月までのデータを使用した。また、OdRの価格データは、精米をVary Gasy, Tsipala, Makalioka, Riz Importéという4つのカテゴリーに分けている。Vary Gasyは在来品種、TsipalaとMakaliokaは改良品種で前者が並級品、後者が高級品にあたる。Riz Importéは輸入米である。Vary Gasyは「マダガスカル米」という意味で、在来米の総称であり、農学的には単一の品種ではない可能性があるが、コメ市場における商品としてはひとくくりにして扱われている。本稿の分析にはVary Gasyの小売価格を用いるが、その理

由は、Vary Gasyの価格は、他のコメ価格と比べてマダガスカル全国のすべての地域で季節によらず入手可能であるためである。

2) 先行研究のMoser *et al.*(2009)やBulter and Moser(2010)は2001年に実施した行政村(commune)レベルのセンサスで得られた行政村レベル(生産地)のコメ価格を使い、6つの州都を含む9つの大都市(消費地)におけるコメ価格との統合関係を分析している。本稿は、先行研究とは課題の設定が異なるため、6つの州都の市場間の統合関係を分析の対象としている。さらに、Moser *et al.*(2009)は行政村の市場と首都の市場との統合関係も分析し、コメ市場は国のレベルでは輸送費用のために分断されていると結論している。この点については、本稿で6つの州都の市場が統合していることが示されれば、国のレベルで市場が統合しているということができるとであろう。

3) 本稿では、マダガスカルの各都市の名称は、現地の標準的なアルファベット綴りをそのまま採用した。他方、国、州、県、郡の名称は、発音にしたがってカタカナ表記にしてある。例えば、マダガスカルの首都はAntananarivoであり、首都の属する州はアンタナナリボ州である。

4) 国際原油価格がマダガスカル国内の自動車燃料価格にどのように反映したかはデータがないので不明であるが、マダガスカルは燃料の全量を輸入に依存しているため、国際価格との連動性は非常に高いと考えられる。そのため、3期の区分は国際原油価格の変動に基づいた。

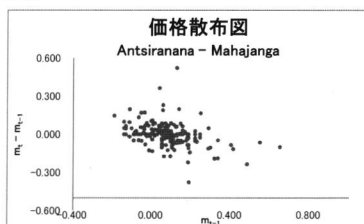
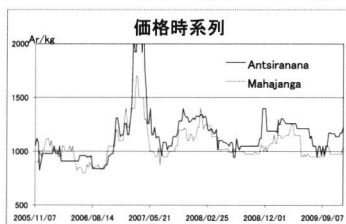
## 参考文献

- 伊藤成朗(2003)「インドにおける米市場統合度と裁定統制」『アジア経済』XLIV巻7号, pp. 2-33.
- JICA マダガスカル事務所(2010)「JICA アナリティカルワーク「運輸交通セクター」」.
- 二宮書店編集部編(2010)『データブックオブザワールド2010』二宮書店.
- 大塚啓二郎・櫻井武司(2007)『貧困削減と経済発展』東洋経済新報社.
- Abdulai, A. (2000) "Spatial Price Transmission and Asymmetry in the Ghanaian Maize Market," *Journal of Development Economics*, Vol. 63, No. 2, pp. 327-349.
- Bassolet, B. and C. Lutz (1999) "Information Service and Integration of Cereal Markets in Burkina Faso," *Journal of African Economies*, Vol. 8, No. 1, pp. 31-51.
- Baulch, R. (1997) "Transfer Cost, Spatial Arbitrage, and Testing for Food Market Integration," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 79, No. 2, pp. 477-487.
- Baulch, R., H. Hansen, L. D. Trung, T. N. M. Tam (2007) "The Spatial Integration of Paddy Markets in Vietnam," *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 59, No. 2, pp. 271-295.
- Butler, J. S. and C. Moser (2010) "Structural Model of Agricultural Markets in Developing Countries," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 92, No. 5, pp. 1364-1378.

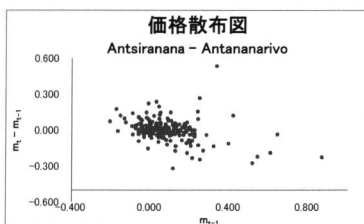
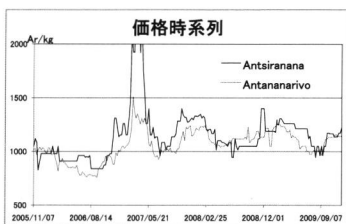
- Fackler, P. L. and B. K. Goodwin (2001) "Spatial Price Analysis," In: B. L. Gardner and G. C. Rausser (eds.), *Handbook of Agricultural Economics*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Fafchamps, M. and S. Gavian (1996) "The Spatial Integration of Livestock Markets in Niger," *Journal of African Economics*, Vol. 5, No. 3, pp. 366-405.
- Fafchamps, M. and B. Minten (2007) "Relationship and Traders in Madagascar," *Journal of Development Studies*, Vol. 35, No. 6, pp. 1-35.
- Goletti, F and S. Babu (1994) "Market Liberalization and Integration of Maize Market in Malawi," *Agricultural Economics*, Vol. 11, No. 2-3, pp. 311-324.
- INSTAT (2009) *Journée Africaine de la Statistique 2008 Les Points Saillants*, Antananarivo: Institute National de la Statistique de Madagascar.
- INSTAT (2012a) Population and Démographic, [http://www.instat.mg/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33&Itemid=56](http://www.instat.mg/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=56) (2012年5月13日アクセス).
- INSTAT (2012b) Géographie Physique, [http://www.instat.mg/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11&Itemid=34](http://www.instat.mg/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=34) (2012年5月13日アクセス).
- Lele, U. J. (1967) Market Integration: A Study of Sorghum Prices in Western India," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 49, No. 1, Part 1, pp. 147-159.
- Ministère de l'Agriculture (2012) Calendriers Agricoles de Madagascar, <http://www.maep.gov.mg/doncal.htm> (2012年5月13日アクセス).
- Minten, B. and P. Dorosh (2006) "Rice Markets in Madagascar in Disarray: Policy Options for Increased Efficiency and Price Stabilization," Africa Region Working Paper Series, No. 101.
- Moser, C., C. Barrett, and B. Minten (2009) "Spatial Integration at Multiple Scales: Rice Markets in Madagascar," *Agricultural Economics*, Vol. 40, No. 3, pp. 281-294.
- Palaskas, T. B. and B. Harriss-White (1993) "Testing Market Integration: New Approaches with Case Material from West Bengal Food Economy," *Journal of Development Studies*, Vol. 30, No. 1, pp. 1-57.
- Rapsomanikis, G., D. Hallam, and P. Conforti (2006) "Market Integration and Price Transmission in Selected Food and Cash Crop Markets of Developing Countries: Review and Applications," In A. Sarris and D. Hallam (eds), *Agricultural Commodity Markets and Trade—New Approaches to Analyzing Market Structure and Instability*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ravallion, M. (1986) "Testing Market Integration," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 68, No. 1, pp. 102-209.
- Sanogo, I. and M. M. Amadou (2010) "Rice Market Integration and Food Security in Nepal: The Role of Cross-Border Trade with India," *Food Policy*, Vol. 35, No. 4, pp. 312-322.
- Sexton, R. J., C. L. Kling, and H. F. Carman (1991) "Market Integration, Efficiency of Arbitrage, and Imperfect Competition: Methodology and Application to U.S. Celery," *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, No. 3, pp. 568-580.
- U.S. Energy Information (2012) Weekly Europe Brent Spot Price FOB, <http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=pet&s=rbrte&f=w> (2012年5月13日アクセス).
- Van Campenhout, B. (2007) "Modeling Trends in Food Market Integration: Method and Application to Tanzanian Maize Markets," *Food Policy*, Vol. 32, No. 1, pp. 112-127.

## 付録 価格データの視覚的分析

A1 Antsiranana - Mahajanga

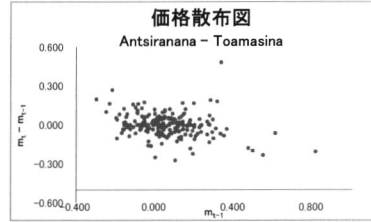


A2 Antsiranana - Antananarivo

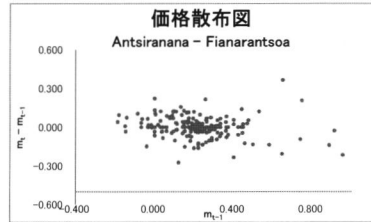
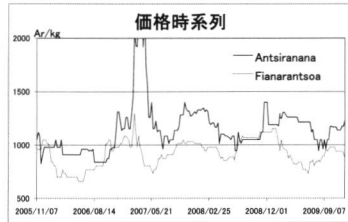




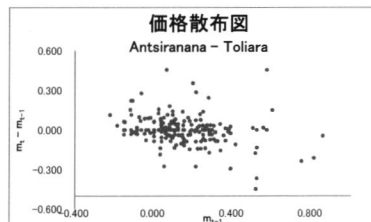
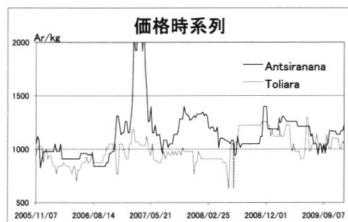
A3 Antsiranana -  
Toamasina



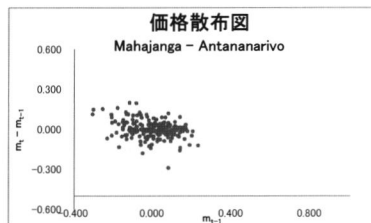
A4 Antsiranana -  
Fianarantsoa



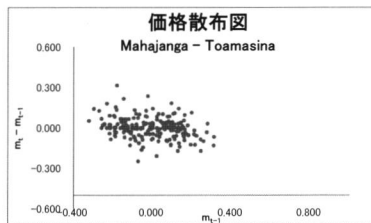
A5 Antsiranana -  
Toliara



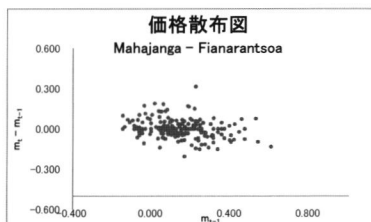
A6 Mahajanga -  
Antananarivo



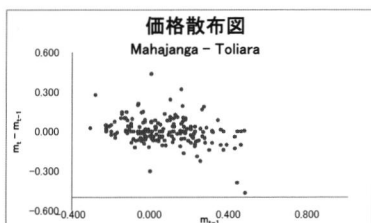
A7 Mahajanga -  
Toamasina



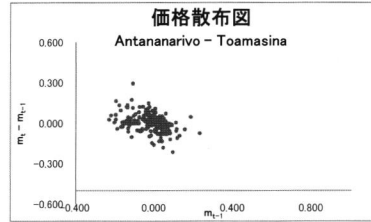
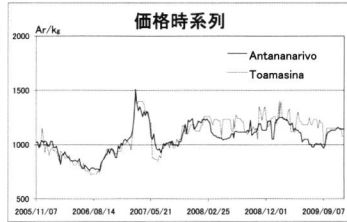
A8 Mahajanga -  
Fianarantsoa



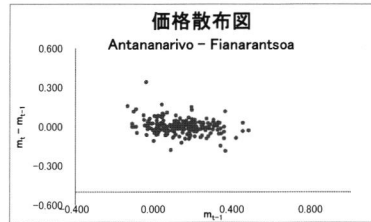
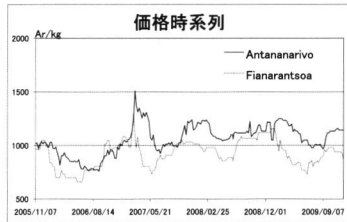
A9 Mahajanga -  
Toliara



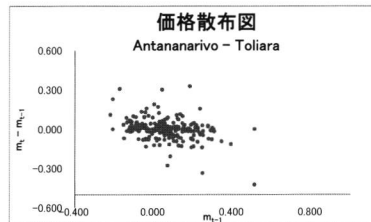
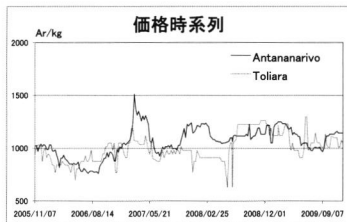
A10 Antananarivo -  
Toamasina



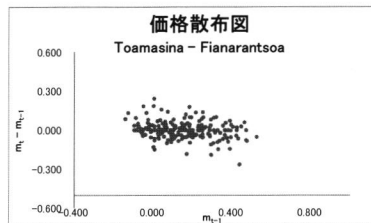
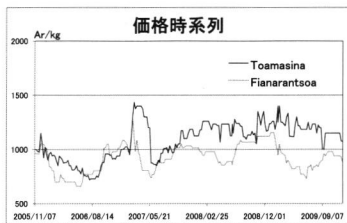
A11 Antananarivo -  
Fianarantsoa



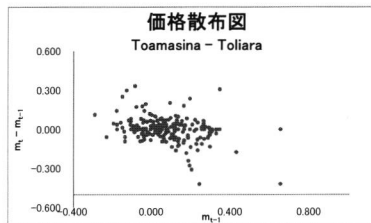
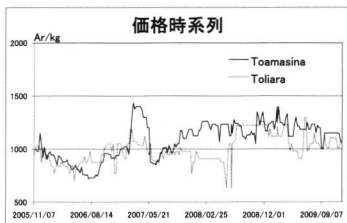
A12 Antananarivo -  
Toliara



A13 Toamasina -  
Fianarantsoa



A14 Toamasina -  
Toliara



A15 Fianarantsoa -  
Toliara

