

# みかん作の全要素生産性および地域間収束

## Total factor productivity and convergence of the mandarin orange

中川 雅嗣  
Masatsugu Nakagawa

### Abstract

This study analyzed the productivity of the Wenzhou mandarin orange and the convergence. The data are 13 prefectures of 37 years from 1970 through 2007. I measured a Data Envelopment Analysis (DEA) to measure total factor productivity. The malmquist index can check technical effectiveness and technological change. Convergence of the productivity of the Wenzhou mandarin orange will prove the production situation and agricultural policy. A tendency to drop includes total factor productivity of the Wenzhou mandarin orange. The cause is a drop of the technological change. It turned out that total factor productivity did not converge for a benchmark and displayed it. Therefore, it was revealed that mandarin orange management was severe.

Keywords : DEA (Data Envelopment Analysis), Malmquist index, Wenzhou mandarin orange, Convergence, Panel Uintroot Test, Convergence Speed

### 【目次】

- I はじめに
- II 果樹農業の現状
- III マルムクイスト指数による生産性の分析方法
- IV 単位根検定による収束の検定
- V マルムクイスト指数の計測結果
- VI 収束に関する検定結果と半減期の比較
- VII みかんの生産調整と経営安定
- VIII おわりに

## I はじめに

わが国は、多様な気候や矮小な土地条件の下、地域の特性に応じて多様な果樹が栽培されており、特色ある果樹農業が展開されている。みかんにおいても優良品目・品種への改植が進み、消費者ニーズに対応した高品質な国産果実の生産が行われており、近年、需要量が上昇傾向に推移するなど、堅実な需要がみられる。また、わが国の生鮮果実、海外からの評価も高く、輸出品目としても高い品質を有している。みかんは、各種ビタミン、ミネラル及び食物繊維の摂取限として重要な食品であり、機能性関与成分も含まれている当、健康の維持・増進に必要な食物である。

しかし、生産地は急傾斜地が多く、他の作物の栽培が困難な中山間地では、果樹が地域経済を支える基幹品目になっており、こうした地域では中小の農業経営体が、産地単位で連携し、統一的な販売戦略や行動販売を通じて持続的な生産を行い、地域産業を維持している。先行研究として桐生司一郎[1967]がみかん生産費の実態について明らかにし、生産費の差異は土地生産性にあり、園地の傾斜、分散性（園地の集約度）、樹齢構成、成園面積にあるとし、労働費（特に収穫労働）の低減が重要であるとした。さらに新谷正彦[1979]によってミカンの生産と価格変化について計量的分析がなされた。

また松下秀介[1999]によって小さな産出規模では平均費用に格差があり、産出規模が大きくなるに従い単位収穫量当たり固定費が縮小するという意味で操業度効果を検討すること、需要の減少傾向に伴う規模拡大では収益性が補填できないことを示唆した。さらに経済性における研究として松下秀介[1997]が果樹経営安定対策の経済性について述べており、安定対策の加入は対策加入者に経済的効果があることを明らかにしている。しかし果樹の全要素生産性に焦点を当てた研究は乏しく、

その収束について検討されてこなかった。

以上の点を考慮し、本稿では、規模に関して収穫可変を考慮し、農業の生産性や技術効率性について年毎、地域毎に分析を行う。また、農業の生産性や技術効率性が地域内で収束するか否かを検定し、収束速度も計測することにする。

## II 果樹農業の現状

国内果樹農業をめぐる状況は、産地における農業の担い手の高齢化や後継者不足、耕作放棄地の増加、長期化する消費低迷による販売不振、特に若者の果樹離れが進行し、果樹生産量は減少傾向にある。このため、果実の加工など6次産業化を踏まえた生産・販売活動の取り組みが重要といえる。

### (1) 温州みかんの生産の動向

温州みかんの結果樹面積は、需給の不均衡を是正するため、昭和50年代以降、数次にわたり園地転換対策が実施されたことや、農家の高齢化、管理放棄地や老木園の廃園が増加したことなどにより、減少傾向にあり、2018年の結果樹面積は39,600haであり、作付けピークであった1975年(160,700ha)の約1/4程度にまで減少した。ここ5年間では、約8%減少している。また、収穫量は、2006年以降70～90万トン台で推移しており、表年と裏年の差も小さくなっている。温州みかんの主産県は、和歌山県、愛媛県、静岡県であり、この3県で全国の約5割の生産ウェイトをもっている。

温州みかんの品種別生産量は、これまで早生ヘシフトする傾向にあったが、近年はそのようなシフトは見られず、早生品種の割合は64%、極早生品種16%となっている(2018年現在)。その他かんきつについては、品種の多様化がすすみ、はるみ、せとか、肥の豊、紅まどんな等新しい品種が増加している。

(2) 生産現場の状況

生産現場では、消費者ニーズを捉えた高品質な生産が進み、温州みかんにおける周年マルチ点滴かん水同時施肥法や、選果場における光センサー選果システムなどの、高品質果実の生産・出荷のための技術等の導入が進んだ。また、施策においても、優良品種・品種への改植を支援する対策が進められた。しかし、この高品質な果実生産は、生産農家の労力と時間をかけた手作業に支えられている。生産農家は、整枝、剪定など高度な技術を要する作業、摘果、収穫作業など機械化が困難な作業が多く、特に急傾斜地など条件が厳しい園地では手作業にかかっていると見える。

このため、労働集約的農業となっており、土地利用型農業に比べ労働時間が長く、労働生産性が低い結果となっている。さらに労働の過渡期が摘果と収穫であるため労働力の確保が課題となっている。このため、多品目に比べ農地の集約と規模拡大が進みにくく、大規模階層の園地は増加しにくい状況にある。さらに、生産者の減少や高齢化、後継者不足が深刻であり、結果樹面積も長期に減少傾向にあり、果樹農業を支える苗木生産やその供給体制が脆弱になってきており、花粉供給も輸入に頼っている状況である。これまでより困難になっている現状がある。

Ⅲ マルムクイスト指数による生産性の分析方法

包絡分析法による生産性および効率性、技術進歩の変化を計測する方法としてマルムクイスト指数が用いられている。マルムクイスト指数は、Caves et al. (1982) によって提唱され、その生産性を技術進歩と技術効率性に分解することができるという特徴を持っている。生産性の変化が、技術変化による上昇する局面、キャッチアップ効果による上昇する局面を実証し、その後、生産性の伸びがゼロになる局面を示唆した。

(1) マルムクイスト指数による生産性および技術効率性の計測方法

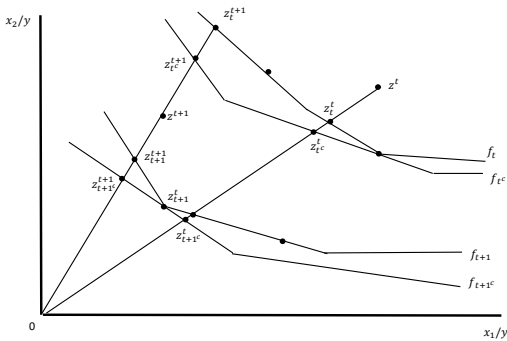
時間による効率値の変化を説明するために、図1を用いて説明する。この図の中では、ある事業体のパフォーマンスがt期において $z_t^1$ 、t+1期において $z^{t+1}$ で示されていると考える。1出力(y)と2入力( $x_1, x_2$ )と考えるとこの図1では、t期においてBCC効率的フロンティア(規模の経済性に仮定をおかない)は $f_t^1$ で表され、CCR効率的フロンティア(規模の経済性において、収穫一定の仮定をおく)は、 $f_t^c$ で表されている。

添字“t”の上に“c”をおくのは、“constantRTS: 収穫一定”を意味している。t+1期も同様で、2

第1図



図2 時系列分析における効率と指数の関係



つの効率的フロンティアは、それぞれ  $f_{t+1}$ 、 $f_{t+1}^c$  であらわされている。

図1のt期において  $z^t$  で示された事業体は、その期において技術的効率 TE（フロンティアへのキャッチアップ）を達成した場合、 $z_t^t$  で表される。ここで、上の添字“t”はt期を示し、下のそれはt期のBCC効率的フロンティアを示している。ここである期でフロンティアシフトがあった場合、t期のパフォーマンスをt+1期の効率的フロンティアで評価する必要がある。図でみると、 $z^t$  はt+1期の効率的フロンティア上の  $z_{t+1}^t$  と  $z_{t+1}^c$  へシフトすることができる。逆に、t+1期のパフォーマンス  $z^{t+1}$  は、そのt+1期の効率的フロンティア上に移動された値  $z_{t+1}^{t+1}$  と  $z_{t+1}^c$  のほかに、その前の期（t期）の効率的フロンティアに移動させることもでき、 $z_t^{t+1}$  と  $z_t^c$  で表される。

マルムクイスト指数は、ここで対象となる事業体が属する産業に技術進歩があり、t期からt+1期においてパフォーマンスの向上がみられ、効率的フロンティアが生産性の向上する方向に移動しているという仮定を設けている。技術進歩があまりない産業では、効率的フロンティアがシフトしなかったり、t期とt+1期の2つのフロンティアが交差する場合もある。これらの場合にもマルムクイスト指数は解析可能な分析力をもつ。

マルムクイスト指数は図1の中で

$$MI_t^{t+1} = \left[ \frac{oz_t^t}{oz_{t+1}^c} \times \frac{oz_{t+1}^{t+1}}{oz_{t+1}^c} \right]^{1/2} \quad (1)$$

この指数は2期（t期とt+1期）間のフロンティア上の点（ $z_t^t$ 、 $z_{t+1}^{t+1}$ 、 $z_{t+1}^c$ 、 $z_{t+1}^c$ ）を比較し、

$z_{t+1}^c \rightarrow z_{t+1}^t$  と、 $z_{t+1}^{t+1} \rightarrow z_{t+1}^{t+1}$  の幾何平均で求められている。ここで（1）式の分母分子を  $oz_t^t$  と  $oz_{t+1}^{t+1}$  で割ると

$$MI_t^{t+1} = \left[ \frac{oz_t^c}{oz_t^t} \times \frac{oz_{t+1}^{t+1}}{oz_{t+1}^c} \right]^{1/2} \quad (2)$$

となる。このことから  $MI_t^{t+1}$  は計測されている事業体の技術・スケール効率（TSE）がt期からt+1期に、逆にt+1期からt期にどのように変化しているかを収穫一定の条件下で測定し、その2つの変化の幾何平均をとったものであることがわかる。TSEに時間の変化を表す添字“t”と“t+1”をつけて

$$MI_t^{t+1} = \left[ \frac{TSE^t}{IEI^{t \rightarrow t+1}} \times \frac{IEI^{t+1 \rightarrow t}}{TSE^{t+1}} \right]^{1/2} \quad (3)$$

として表される。ここで、 $TSE^t$  と  $TSE^{t+1}$  はt期とt+1期におけるそれぞれの技術・スケール効率を表している。また、 $IEI^{t \rightarrow t+1}$  はt期の事業体をt+1期の効率的フロンティアで評価した場合のTSEを意味し、逆に  $IEI^{t+1 \rightarrow t}$  はt+1期の事業体をt期の効率的フロンティアで評価した場合のTSEを意味している。IEI（Intertemporal Efficiency Index：時間による効率指数）と呼ばれており、矢印はフロンティア上のシフトの方向を示している。マルムクイスト指数において通常の算術平均をとらず幾何平均をとる理由は、時系列変化の平均値の動きを、幾何平均の方が算術平均よりの確にとらえるためとされている。

マルムクイスト指数は、各時点での生産性水準ではなく2時点間の変化であることから、近藤・山本（2004）に倣い生産性水準は、1年目の生産性水準は1年目の技術効率性とし、2年目以降の生産性水準は1年目の技術効率性に時年次以降の生産性変化を累積的に毎年乗じて行くことにより産出した。他の指数の水準について、技術効率性

は1年目の技術効率性、技術進歩等その他の指数は1年目の水準を1とし、次年以降は年次変化を累積的に乗じるにより産出した。

なお、生産性変化を表すマルムクイスト指数、キャッチアップ効果を現す技術効率 TEC、技術変化 TC の解釈は次のようになる。MI>1 (MI<1) ならば生産性は上昇 (低下) で、MI=1 ならば生産性は変化なしである。TEC>1 (TEC<1) ならばキャッチアップ効果はプラス (マイナス) で生産性上昇 (低下) に寄与し、TEC=1 ならばキャッチアップ効果は変化なしである。TC>1 (TC<1) ならば技術進歩 (技術後退) で、生産性上昇 (低下) に寄与し、TC=1 ならば技術変化は変化なしである。本研究で利用する包絡分析法は評価方法として相対評価であり、絶対評価ではない。

すなわち基準となる経済主体との比較で、その良否を判定する。農業生産は工業製品と異なり、自らの投入量を調整できない要因、気象条件など管理不能な要因が存在する。そのため効率性の評価を歪め、技術進歩などを適切に計測できない場合がある。特に、農業は気象条件に大きく影響を受けるため変動が大きくなることに加え、データ全体に対する単一の回帰平面を最適化することを目的とするパラメトリックな方法とは異なることを考慮しなければならない。

## IV 単位根検定による収束の検定

### (1) 収束と検定方法

収束仮説は、技術伝播により新しい技術開発には時間がかかり、技術を開発した地域が最も早く成長し、周辺地域はその模倣により急速に発展し先進地域に追いつくとされている。つまり収束は、生産性の低い地域は高い地域より急速に成長し、生産性の低い地域は高い地域にキャッチアップすると定義される。収束が成立しているなら、当該地域内で同一方向へ進んでいることがわかり、共

通の農業政策が有効であると言える。しかし収束が成立していないならば、地域内で別々の方向に向かっていることとなり、個別の農業政策を検討する方が効果的と判断できる。

経済発展が遅れた経済主体がより速いスピードで成長すれば、最終的には、すべての経済主体の経済パフォーマンスは同じような定常水準に収束することとなる。このような収束過程を絶対収束と名付けてられている。しかし、各経済主体がそれぞれ異なる定常水準を持ち、経済パフォーマンスもそれぞれの定常水準に収束する場合がある。このような状態を条件付収束と呼ばれている。具体的には拡張されたディッキーフラー検定 (ADF 検定) により次ぎの3つのモデルにより推定する。

$$\text{モデル 1: } Y_t = \phi Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t$$

$$\Leftrightarrow \Delta Y_t = \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (4)$$

$$\text{モデル 2: } Y_t = \mu + \phi Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t$$

$$\Leftrightarrow \Delta Y_t = \mu + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (5)$$

$$\text{モデル 3: } Y_t = \mu + \delta t + \phi Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t$$

$$\Leftrightarrow \Delta Y_t = \mu + \delta t + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (6)$$

ここで、 $\beta = 1 - \phi$ 、 $\sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j}$  は拡張項、 $\mu$  は確定項、 $t$  はタイムトレンドを表している。ここで、 $\beta = 0$  のとき、確率変数  $Y_t$  が単位根を持つ場合、すべてのモデルで発散する。また  $\beta < 0$  のとき、モデル1に従うならば絶対収束、モデル2に従うならば、条件付収束、モデル3に従うならば、発散することになる。ここでモデル2に従うということは、 $\beta < 0$  かつ  $\mu \neq 0$  であることを意味し、モデル3に従うというのは  $\beta < 0$  かつ  $\mu \neq 0$  かつ  $\delta \neq 0$  であることを意味する。従って、 $\beta < 0$  かつ  $\mu = 0$  かつ  $\delta = 0$  の場合、モデル1に従うことになり絶対収束となる。また  $\beta < 0$  かつ  $\mu \neq 0$  かつ  $\delta = 0$  の場合、モデル2に従うことになり条件付収束と判断できる。

### (2) 収束と検定方法

政策を実施する上で、各地域の農業が同一方向

へ進んでいるか、あるいは発散しているかは重要な点となる。同一方向に進むのであれば共通農業政策が有効であり、同一方向に進んでいないなら各地域で個別の政策が効果的となる。以下の議論において、絶対収束とは長期的に均衡との差がゼロになることを意味する。すなわち、経済主体が同じ定常状態に収束することを意味する。また条件の収束とは、長期的に均衡との差が一定になることを意味し、経済主体は異なる定常状態に収束することを意味する。収束性の検定方法として単位根検定を利用する。

また計測期間が短い場合、通常の時系列分析と異なり、検出力が弱くなるという問題点が生じるため、以下のパネル単位根検定により分析する。Levin, Lin and Chu (2002), Im, Pesaran and Shin (2003), Phillips and Perron (1986) の方法（以下、LLC 検定, IPS 検定, PP 検定）により検定を行うこととする。経済主体数は  $n$ 、期間を  $t$  とすると  $Y_{it} = \phi_i Y_{i,t-1} + u_{it}$  ( $i=1,2,\dots,N; t=1,2,\dots,T$ ) (7)  $N$  はクロスセクションの数を示し、 $T$  は時系列の標本期間を示す。 $u_{it}$  は定常的な誤差項である。 $\phi_i = 1$  であれば  $Y_{it}$  は単位根を持ち、 $|\phi_i| < 1$  であれば  $Y_{it}$  は単位根を持たない。

さらに単位根検定のために以下のような ADF モデルを考える。

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \alpha_{mi} d_{mt} + u_{it} \quad (m=1,2,3\cdots) \quad (8)$$

ただし、 $\rho = \phi_i - 1$ 、 $d_{mt}$  は確定的変数<sup>2)</sup>を含み、 $d_{1t} = \{0\}$ 、 $d_{2t} = \{1\}$ 、 $d_{3t} = \{1, t\}$  である。つまり、 $m=1$  の時は、 $\alpha_{1t} d_{1t} = 0$ 、 $m=2$  の時は、 $\alpha_{2t} d_{2t} = \alpha_{2t}$ 、 $m=3$  の時は、 $\alpha_{3t} d_{3t} = \alpha_{3t}^0 + \alpha_{3t}^1 t$  となる。拡張項の次数は、SBIC 情報量により決定した。帰無仮説は  $\rho = 0$  であり対立仮説は  $\rho < 0$  である。LLC 検定では、次のような帰無仮説と対立仮説を検定する。

帰無仮説： $\phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_n = 1$

対立仮説： $\phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_n < 1$

LLC 検定は、すべての経済主体に単位根があるか否かを検定するものであり、帰無仮説が棄却された場合はすべての経済主体の確率変数  $Y$  が長期的にゼロに近づくことになり、収束すると判断される。これに対し、IPS 検定は次のような帰無仮説と対立仮説を検定する。

帰無仮説： $\phi_i = 1$  for all  $i$

対立仮説： $|\phi_i| < 1$  at least one  $i$

IPS 検定では、少なくとも 1 つの経済主体には単位根があるか否かを検定している。帰無仮説が棄却されると、少なくとも一つの経済主体において、確率変数  $Y$  が収束していると考えられる。

PP 検定は

$$\Delta Y_t = (b_1 - 1)Y_{t-1} + u_t = cy_{t-1} + u_t \quad (9)$$

(9) を OLS で推定した場合、OLS 残差を  $\bar{u}_t$  とし、PP 検定の統計量は

$$Z = \frac{S_{u^2} b_1}{S_{u^2} - S_{u^2}^2} - \frac{S_{u^2}^2 - S_{u^2}^2}{S_{u^2} (T^2 \sum_{t=2}^T (O_{t-1} - \bar{y}_{-1})^2)^{1/2}} \quad (10)$$

となる。ここで  $q$  はラグの次数とし、 $T$  を標本数とし、 $\bar{y}_{-1}$  は  $y_{t-1}$  の平均値とし、 $\tau_{b_1}$  は  $(x)$  における  $c$  の  $t$  値で、 $S_{u^2}$  と  $S_{u^2}^2$  が下記のようになる。

$$S_u^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \bar{u}_t^2$$

$$S_{u^2}^2 = \frac{1}{T} \sum \bar{u}_t^2 + \frac{2}{T} \left[ \sum_{j=1}^q \sum_{t=j+1}^T \left( 1 - \frac{j}{q+1} \right) \bar{u}_t \bar{u}_{t-j} \right]$$

この統計量の臨界値はデイツキーフラー検定と同様になる。

### (3) 収束速度

長期的に収束するならば、どの程度の速度で乖離が縮小するかは重要なことである。この速度を計測する指標として、半減期（均衡からの乖離が半分になるのに必要な時間）がある。(7) 式または (8) 式で求められる  $\phi$  によって、以下のとおり半減期  $T_{1/2}$  を表すことができる。

$$Y(t) = Y_0 e^{-\phi t}$$

$$Y(T_{1/2}) = \frac{Y_0}{2} = Y_0 e^{-\phi T_{1/2}}$$

$$e^{-\phi T_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\phi} \quad (11)$$

したがって、半減期は  $\ln(2) / \phi = 0.69 / \phi$  である。

それゆえ、 $\phi = 0.05$  の場合、半減期は 14 年となる。本研究では、1 期は 1 年（12 ヶ月）となる。

## V マルムクイスト指数の計測結果

### (1) 使用した統計データ

本研究でマルムクイスト指数の計測に必要なデータは、農林水産省農業経営統計調査である。計測期間は 1970 年から 2007 年であり、変数に関して生産物は収穫量、生産要素は労働、資本、経常財、結果樹面積とした。資本と経常財は農作物価統計（平成 22 年基準）の価格指数で実質化した。労働は直接投下労働時間、資本は農機具費、建物費、賃借料及び料金、園芸施設費、経常材費は肥料費、農薬費、諸材料とした。またマルムクイスト指数による全国平均値は単純平均により求めた。分析対象は、神奈川、静岡、和歌山、広島、山口、徳島、香川、愛媛、福岡、佐賀、長崎、熊本、大分の 13 県とした。

### (2) マルムクイスト指数の計測結果

第 2 節で紹介した計測方法に従い、マルムクイスト指数（全要素生産性）、技術効率性、技術進歩の 3 つの指標の変化を計測した。これらの結果をより簡単に解釈するために、指数およびその要素の自然対数をとった。このことで、これらを % 変化として解釈できる。各地方の各年の指標の変化をグラフにしたものを図 3 に示した。全国のマルムクイスト指数の計測期間平均は 0.963 であり低下していることがわかった。みかんは、太平洋戦争後の食糧難（1950 年代）に約 35,400ha であったが、その後 1960 年代になると 63,100ha 程度になり農業の成長部門として栽培が大きく増加した。

1970 年代のマルムクイスト指数の全国平均は 1.0 を上回っており、1979 年に 1.111 となった。1970 年代に入ると、1975 年に結果樹面積 160,700ha、収穫量 3,665,000 t となり最大になっ

た（第 1 図）。このみかん生産が拡大した背景には、みかんの収益性が高いことが上げられる。稲作の所得を上回る収益があり、高度経済成長によって果樹需要が上昇することが見込まれたため、みかん栽培の拡大が推進された。「選択的拡大」する農産物の一つとして選定された。「果樹農業推進特別措置法」により、新植する場合に補助金が交付され、農機具等の購入に対し低金利で融資が受けられることとなった。

みかん栽培にとって西日本は生育条件がよく、九州で多く栽培された。愛媛は戦後まもなくから作付け増加したが、その後、熊本県、佐賀県、長崎県、大分県が増加した。1980 年代に入るとマルムクイスト指数は、1982 年（1.021）、1987 年（1.018）以外、1.0 を下回り減少傾向を示す結果となった。これは 1970 年代のみかんの増産により生産過剰となったこと、また生産調整が始まったことによると考えられる。1960 年代に新植したみかんが 1970 年代に入ると市場に出回りだし、1980 年代には過剰状態になったこと、加えて所得上昇による果実消費がみかん需要に影響しなかったことが生産性の低下要因と思われる。

1990 年代のマルムクイスト指数は 1.0 を上回る年次はなく、0.8 台となっている。これは 1988 年に日米交渉の結果、1991 年からオレンジ、1992 年からオレンジジュースの輸入が自由化されることがきまった。これに伴い生産過剰であったみかんに対し「うんしゅうみかん園地再編対策」（1988～1990）が実施され、栽培面積削減が行われた。さらにガット・ウルグアイ・ラウンドにより、1995 年からオレンジの関税引き下げが決定され「みかん等果樹園転換特別対策」（1995～1997）が実施された。こうした生産削減により生産性は大きく低下したと考えられる。

2000 年代のマルムクイスト指数は、2000 年（0.792）、2001 年（0.887）と低かったものの、2003 年以降 1.0 を超える生産性の向上が見られる

ことがわかった。みかんの品種は9～10月に収穫される「極早生」、11～12月初旬に収穫される「早生」、12月～2月に収穫される「普通（晩生を含む）」に区分される。1970年代は普通温州みかんが太宗を占めていたが、その後、普通品種

は減少し、1990年代以降は早生が増加し、2000年代になると早生品種の増加に拍車がかかった。普通品種より早生品種の方が生産性が高く、特に極早生が増加傾向にある。

表1 ADF検定による収束性の検定結果

| malmquist index(MI) |            |           |        |            |           |            |            |             |     |        |
|---------------------|------------|-----------|--------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-----|--------|
|                     | $\Phi$ (3) | $\mu$ (3) | t      | $\Phi$ (2) | $\mu$ (2) | $\Phi$ (1) | Std. Error | t-Statistic | 結果  |        |
| 和歌山                 | bench mark |           |        |            |           |            |            |             |     |        |
| 神奈川                 | -0.367     | 0.008     | 0.002  | -0.212     | 0.028     | -0.130     | 0.104      | -1.250      |     | 発散     |
| 静岡                  | -0.393     | -0.078    | 0.002  | -0.353     | -0.030    | -0.276     | 0.115      | -2.401      | *** | 絶対収束   |
| 広島                  | -0.228     | 0.230     | -0.007 | -0.097     | 0.035     | -0.062     | 0.058      | -1.064      |     | 発散     |
| 山口                  | -0.459     | -0.123    | 0.015  | 0.025      | 0.043     | 0.090      | 0.081      | 1.107       |     | 発散     |
| 徳島                  | -0.434     | 0.000     | 0.011  | -0.086     | 0.056     | -0.002     | 0.035      | -0.061      |     | 発散     |
| 香川                  | -0.191     | -0.117    | 0.018  | -0.019     | 0.081     | 0.025      | 0.042      | 0.601       |     | 発散     |
| 愛媛                  | -0.408     | -0.083    | -0.002 | -0.368     | -0.117    | -0.136     | 0.087      | -1.559      | *   | 条件付き収束 |
| 福岡                  | -0.211     | 0.055     | 0.002  | -0.137     | 0.070     | -0.024     | 0.042      | -0.562      |     | 発散     |
| 佐賀                  | -0.309     | 0.201     | -0.011 | -0.083     | -0.008    | -0.084     | 0.072      | -1.176      |     | 発散     |
| 長崎                  | -0.244     | 0.014     | 0.000  | -0.242     | 0.017     | -0.209     | 0.140      | -1.485      |     | 発散     |
| 熊本                  | -0.469     | -0.085    | -0.001 | -0.457     | -0.100    | -0.138     | 0.092      | -1.498      | *   | 絶対収束   |
| 大分                  | -0.477     | -0.027    | 0.011  | -0.038     | 0.045     | 0.095      | 0.069      | 1.379       |     | 発散     |
| 技術効率性               |            |           |        |            |           |            |            |             |     |        |
|                     | $\Phi$ (3) | $\mu$ (3) | t      | $\Phi$ (2) | $\mu$ (2) | $\Phi$ (1) | Std. Error | t-Statistic | 結果  |        |
| 和歌山                 | bench mark |           |        |            |           |            |            |             |     |        |
| 神奈川                 | -0.288     | 0.098     | -0.006 | -0.081     | -0.022    | -0.099     | 0.188      | -0.529      |     | 発散     |
| 静岡                  | -0.638     | 0.038     | 0.000  | -0.636     | 0.045     | -0.579     | 0.153      | -3.775      | *** | 絶対収束   |
| 広島                  | -0.287     | 0.151     | -0.005 | -0.275     | 0.061     | -0.140     | 0.092      | -1.521      |     | 発散     |
| 山口                  | -0.882     | 0.169     | -0.013 | -0.278     | -0.042    | -0.217     | 0.170      | -1.277      |     | 発散     |
| 徳島                  | -0.313     | 0.043     | -0.003 | -0.210     | -0.016    | -0.189     | 0.123      | -1.541      |     | 発散     |
| 香川                  | -0.735     | 0.086     | -0.009 | -0.416     | -0.050    | -0.304     | 0.131      | -2.325      | **  | 絶対収束   |
| 愛媛                  | -1.006     | 0.021     | -0.007 | -0.936     | -0.107    | -0.801     | 0.189      | -4.237      | *** | 絶対収束   |
| 福岡                  | 0.067      | 0.042     | -0.004 | 0.192      | -0.030    | -0.051     | 0.167      | -0.303      |     | 発散     |
| 佐賀                  | -0.602     | 0.292     | -0.008 | -0.515     | 0.113     | -0.352     | 0.127      | -2.762      | *** | 絶対収束   |
| 長崎                  | -0.266     | 0.051     | -0.006 | -0.071     | -0.041    | 0.036      | 0.155      | 0.236       |     | 発散     |
| 熊本                  | -1.127     | 0.270     | 0.004  | -1.085     | 0.340     | -0.148     | 0.154      | -0.962      | *** | 条件付き収束 |
| 大分                  | -0.345     | 0.035     | -0.004 | -0.173     | -0.027    | -0.081     | 0.168      | -0.484      |     | 発散     |
| 技術進歩                |            |           |        |            |           |            |            |             |     |        |
|                     | $\Phi$ (3) | $\mu$ (3) | t      | $\Phi$ (2) | $\mu$ (2) | $\Phi$ (1) | Std. Error | t-Statistic | 結果  |        |
| 和歌山                 | bench mark |           |        |            |           |            |            |             |     |        |
| 神奈川                 | -0.260     | -0.040    | 0.004  | -0.110     | 0.020     | -0.064     | 0.078      | -0.816      |     | 発散     |
| 静岡                  | -0.138     | -0.053    | 0.002  | -0.097     | -0.009    | -0.062     | 0.060      | -1.032      |     | 発散     |
| 広島                  | -0.206     | 0.083     | -0.003 | -0.145     | 0.025     | -0.085     | 0.068      | -1.249      |     | 発散     |
| 山口                  | -0.253     | -0.112    | 0.013  | 0.032      | 0.046     | 0.076      | 0.048      | 1.575       |     | 発散     |
| 徳島                  | -0.568     | -0.046    | 0.017  | -0.043     | 0.044     | 0.018      | 0.028      | 0.631       |     | 発散     |
| 香川                  | -0.149     | -0.093    | 0.016  | -0.001     | 0.073     | 0.034      | 0.028      | 1.228       |     | 発散     |
| 愛媛                  | -0.195     | -0.067    | 0.001  | -0.132     | -0.039    | -0.081     | 0.066      | -1.227      |     | 発散     |
| 福岡                  | -0.276     | 0.026     | 0.006  | -0.094     | 0.057     | -0.005     | 0.036      | -0.137      |     | 発散     |
| 佐賀                  | -0.144     | 0.020     | -0.002 | -0.085     | -0.018    | -0.061     | 0.061      | -1.002      |     | 発散     |
| 長崎                  | -0.317     | -0.003    | 0.004  | -0.173     | 0.043     | -0.057     | 0.071      | -0.803      |     | 発散     |
| 熊本                  | -0.210     | -0.107    | 0.002  | -0.204     | -0.071    | -0.014     | 0.034      | -0.415      |     | 発散     |
| 大分                  | -0.389     | -0.041    | 0.010  | -0.023     | 0.034     | 0.039      | 0.049      | 0.810       |     | 発散     |

(注1) \*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%で有意であることを示す。

(注2)  $\Phi$  (1) はモデル1の係数を表す。



表2 パネル単位根検定による分析

| Malmquist | モデル1    |       |    | モデル2    |       |    | モデル3    |       |    |
|-----------|---------|-------|----|---------|-------|----|---------|-------|----|
|           | 検定統計量   | p値    | ラグ | 検定統計量   | p値    | ラグ | 検定統計量   | p値    | ラグ |
| 全国        |         |       |    |         |       |    |         |       |    |
| ADF       | 26.433  | 0.332 | 1  | 27.673  | 0.274 | 1  | 18.942  | 0.755 | 1  |
| IPS       |         |       |    | 0.403   | 0.657 | 1  | 0.715   | 0.763 | 1  |
| LLC       | -0.732  | 0.232 | 1  | 0.344   | 0.635 | 1  | 0.281   | 0.611 | 1  |
| PP        | 45.549  | 0.005 |    | 39.059  | 0.027 |    | 39.479  | 0.024 |    |
| 技術効率性     |         |       |    |         |       |    |         |       |    |
| 全国        |         |       |    |         |       |    |         |       |    |
| ADF       | 53.845  | 0.000 | 1  | 49.072  | 0.002 | 1  | 48.555  | 0.002 | 1  |
| IPS       |         |       |    | -1.226  | 0.110 | 1  | -1.368  | 0.086 | 1  |
| LLC       | -4.158  | 0.000 | 1  | 1.039   | 0.851 | 1  | -0.852  | 0.197 | 1  |
| PP        | 128.757 | 0.000 |    | 107.525 | 0.000 |    | 119.075 | 0.000 |    |
| 技術進歩      |         |       |    |         |       |    |         |       |    |
| 全国        |         |       |    |         |       |    |         |       |    |
| ADF       | 14.327  | 0.939 | 1  | 12.377  | 0.975 | 1  | 11.854  | 0.982 | 1  |
| IPS       |         |       |    | 2.279   | 0.989 | 1  | 1.588   | 0.944 | 1  |
| LLC       | 1.074   | 0.859 | 1  | 0.926   | 0.823 | 1  | -0.021  | 0.492 | 1  |
| PP        | 19.532  | 0.723 |    | 16.011  | 0.888 |    | 23.131  | 0.512 |    |

(注) LLCはLevin-Lin-Chu検定、PPはPhillips-Perron検定

## VI 収束に関する検定結果と半減期の比較

### (1) 単位根検定による収束の検定結果

山口・霍（2004）にならい、稲作生産性の変化が各都道府県で収束するか否かを計測する。面積および収穫量が最も大きい和歌山をベンチマークとし、その他地域の指標がベンチマークに収束するかを確認する。その他の都道府県の生産性との差をとり、以下のような確率変数を作成した。

$$Y_t = Y_{it}^* - Y_{bt} \quad (12)$$

$Y_{it}^*$ は各地域における数値である。

計測した  $Y_t$  を用い単位根検定をした結果は表1のとおりである。

マルムクイスト指数については、静岡と熊本はモデルIにおいて単位根を持たないことがわかった。このことからベンチマークに絶対収束することが示された。つまり、時間の経過とともに

に、和歌山にキャッチアップし、長期的にはこの2県のマルムクイスト指数は、和歌山と同じ状態になることを示している。また愛媛は、モデルIIが採択されたことから、和歌山に対し条件付き収束になっている。つまり、長期的には、和歌山と  $\mu$  の差を保ちながら、経過することがわかった。他の9県（神奈川、広島、山口、徳島、香川、福岡、佐賀、長崎、大分）は和歌山に対し、発散し、その差は益々拡大していくことになる。

これは、時間の経過につれ、この9県のマルムクイスト指数は相対的に益々悪くなることを意味している。技術効率性については、静岡、香川、愛媛、佐賀の4県は、和歌山に対し絶対収束になる。つまり、短期的にはこの4県の技術効率は、和歌山との間に差があるものの、時間の経過につれ、追いつき、長期的には和歌山と同じ技術効率になる。熊本は、和歌山に対し、条件付き収束と

なっている。つまり、熊本の技術効率、長期的にも和歌山においつけないが、和歌山との差は拡大せず、一定状態を保ちながら推移する。

換言すれば、長期的には、熊本は和歌山とはことなる恒常状態に収束する。他県（神奈川、広島山口、徳島、福岡、長崎、大分）は和歌山に対し、発散する。技術進歩については、すべての県において和歌山に対して発散することが明らかになった。これは和歌山に対し時間とともに悪くなることを意味しており、技術進歩（フロンティアシフト）による発展が起こっておらず、悪くなっていることがわかった。検定力を高めるため、パネル単位根検定を使い全国値を計測することにした（表2）。その結果、全国でのマルムクイスト指数のADF検定は、モデルⅠ、Ⅱ、Ⅲともに有意な結果が得られなかった。

ゆえに、発散することが明らかになった。またISP検定、LLC検定でも同様の結果となった。技術効率では、すべての検定でモデルⅠが採択され、絶対収束することが示された。技術進歩は、すべての検定で、発散することが確認できた。

## (2) 収束速度に関する結果

表3は(11)式に基づいて計測された半減期、すなわち収束速度を示している。技術効率のみ収束したのでその結果を表3に示した。全国の収束速度は2.2ヶ月となった。愛媛が収束速度で最も

早く0.9ヶ月となった。愛媛は和歌山と並ぶみかん産地であり、効果的なcatch-up効果的なみられることが明らかになった。続いて静岡が1.2ヶ月という結果が見られた。一方、熊本が最も長く4.7ヶ月となった。

## VII みかんの生産調整と経営安定

これまで生産性の分析およびその収束と速度によって、みかん作の生産性が低下しており、生産性の低い県は相対的に益々悪くなっていることが明らかになった。みかん作の背景にある生産調整政策と経営安定対策について検討することにする。農産物は、気象次第で生産の明暗が分かれるが、需要の価格弾力性は小さいため、供給量が多くなると価格が大きく低下し、供給量が少ないと価格が高騰する特徴をもっている。農業経営を安定させるためには、市場調整だけでなく政策的にも対応が必要になる。そこで農業経営や価格の安定のために需給調整政策や価格安定政策が実施されてきた。

みかんだけでなく果樹全体に言えることだが、永年作物であるため長期的な視点で供給量をコントロールする必要がある。また気象変化や隔年結果（豊作と不作が交互にくる）などにより生産の変動が大きい。さらに気象や病虫害により品質の変化が大きく、腐敗や保存が難しいという性質をもつという性質がある。経営安定のために需給調整は重要でありそのため、諸外国（アメリカ、EUなど）もマーケティングオーダーや価格低落時に市場隔離対策が実施されている。日本は供給量の増大に応じて、みかんの加工用（主に果汁）（みかん用途調整政策）に向けられるとともに、作付面積の生産調整を行っている。

第1次減反は、「改植等促進緊急対策事業」(1975～1978)である。1974年にみかん生産者大会にて需給調整策として全国栽培面積20%、3万5千

表3 各地域の半減期 T

|      | Malmquist | 技術効率 | 技術進歩 |
|------|-----------|------|------|
| 静岡   | 2.5       | 1.2  | -    |
| 香川   | -         | 2.3  | -    |
| 愛媛   | 5.1       | 0.9  | -    |
| 佐賀   | -         | 2.0  | -    |
| 熊本   | 5.0       | 4.7  | -    |
| 全国平均 | -         | 2.2  | -    |

(注) 単位は月数である、また表内の-は発散により計測不能

haを自主減反することを決議した。こうした生産者の運動から、政府も同調し官民一体事業としてのみかんの減反政策を実施している。コメの減反が政府主導、行政主体で実施されたのに対し、生産者の自主的取り組みによって開始されたことが対照的といえる。第2次減反は「うんしゅうみかん園転換促進事業」(1979～1983)である。当初計画は年7,000haで3年間の予定だったが、2年延長し合計29,600ha実施した。

この結果、1978年に153,200haあった結果樹面積が、120,700haとなった。第3次減反は「かんきつ生産再編整備特別対策」(1984～1986)であり計画面積10,000haであったが実績面積は12,300ha(計画率123%)であった。第4次減反は「うんしゅうみかん園転換整備特別事業」(1987～1989)であり、計画面積11,000haであったことに対し、実績面積は22,800haであり計画率22,800haとなった。このように減反の実績が年々増加している。こうした減反政策を実施している一方、1988年6月、日米農産物交渉にてオレンジ、オレンジジュース、牛肉の輸入枠拡大と輸入自由化が決定された。

第5次減反政策として「うんしゅうみかん園地再編対策」(1988～1990)が実施され、栽培面積の21.8%で22,000haの削減を実施したのである。1993年12月にガット・ウルグアイ・ラウンド合意が成立したことで、関税が引き下げられた。「みかん等果樹園転換特別対策」(1995～1997)として第6次減反政策が実施された。いずれも過剰生産に対応するための政策であり、廃園・改植や摘果、果汁の調整や保管を実施し供給量を管理していた。また基金を設立して価格安定対策も行われた。農林水産省は需給調整対策に加え2001年より経営安定対策を打ち出した。

需給調整対策に取り組んだ生産者に対して補填金を交付した。補填金のための資金は生産者拠出金と都道府県・国の助成金で基金とした。補填金

の水準は、基準価格(過去6年間の平均値)と当該年度価格との差額の80%とした。この制度は稲作経営安定策の仕組みを果樹に適用したものであった。経営安定が図られることを目的としていたが、期待されるほどの効果はなく、仕組みが複雑であるため、現場産地では効果が現れにくい状況といえる。特に基準価格は過去6年間の平均から算出されるが、過去6年間の実績はみかん経営が厳しく水準が低いため、満足な補填を受けられないことが問題であった。

価格が低下傾向にある場合、下支えにならない。さらに農業共済制度と不適合にあるため、経営安定対策の対象となった場合は、共済金が支払われないことになっている。このように、減反政策により収入が見込めず、みかん経営が厳しい状況にある。さらにみかん価格の低下により経営が安定せず、補償的制度設計に問題点も見られる。加えて農業者の年齢構成は、高齢化が進み、農業者は減少傾向にある。残った農業者が経営を維持でき安心して生活できるような制度設計が必要と思われる。それには作業がしやすい園地整備、省力化・機械化などの確立普及、労働力が確保できる体制、集荷作業の省力化など多くの課題があると考えられる。

## VIII おわりに

本研究では、みかん作の生産性について明らかにしてきた。1970年代の生産性は、上昇傾向にあり、技術効率の上昇によって生産性の上昇させてきた。しかし、1980年代に入ると生産調整の影響により生産性は1.0を下回り著しく低下した。この要因は技術進歩(フロンティアシフト)の低下が要因であることがわかった。1990年代になると生産性はさらに低下し、技術効率および技術進歩ともに1.0を下回ることが明らかになった。これはみかん需要の低下から生産調整がさらに進

んだことと、1991年の日米交渉によるオレンジの輸入自由化され、加えてガット・ウルグアイ・ラウンドにより1995年からオレンジの関税引き下げが決定されたことが影響した。

2000年代になると2003年以降から生産性は1.0を上回った。技術効率は当初から1.0を上回り上昇し、技術進歩も遅れて2004年以降上昇しはじめた。計測結果から計測期間を通じ、マルムクイスト指数は低下しており、技術効率は上昇しているものの、技術進歩の低下が大きく、マルムクイスト指数の低下の要因となっている。みかん農業は、傾斜地を利用して生産されており、関西以西の地域経済に大きな貢献をしてきた。また食料の観点からもビタミン、食物繊維など人間の栄養分としてオレンジにはない栄養を供給してきたのである。

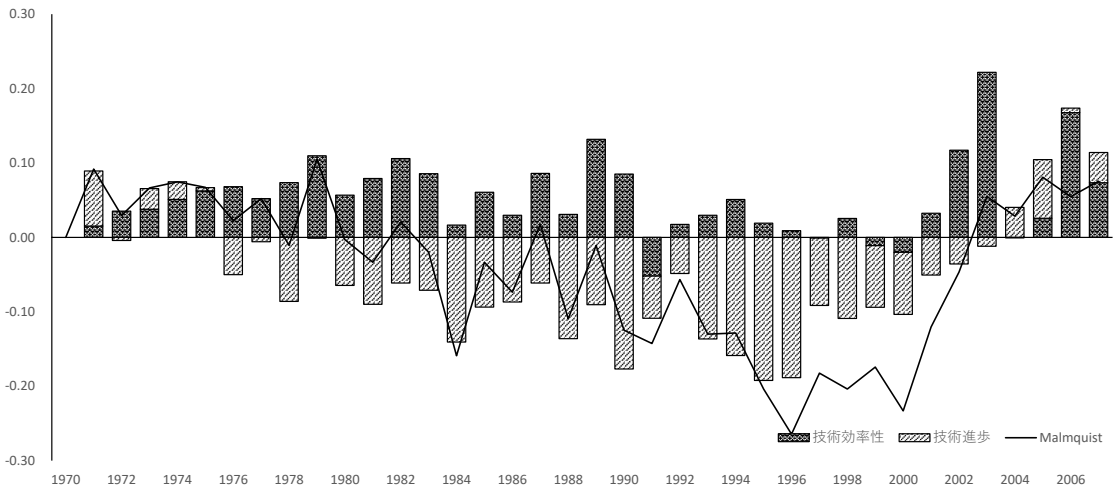
今後も国民の需要に応える良質なみかんを安定的に供給することは必要なことと思われる。しかし、本稿でみてきたように、みかん経営は厳しい状況にあり、価格の変動、価格低下による経営が不安定な状態にあるといえる。みかん農業者は減少傾向であり、農業者の高齢化、担い手問題など今後、みかん経営を安定して続けることができる政策が必要と思われる。効率的な園地整備、農地中間管理事業の利用、機械化や省力化のためのスマート農業の推進、労働力確保のための支援対策、担い手を中心とした果樹産地の振興など大規模で生産性の高い経営体を育成することが必要だろう。

## 参考文献

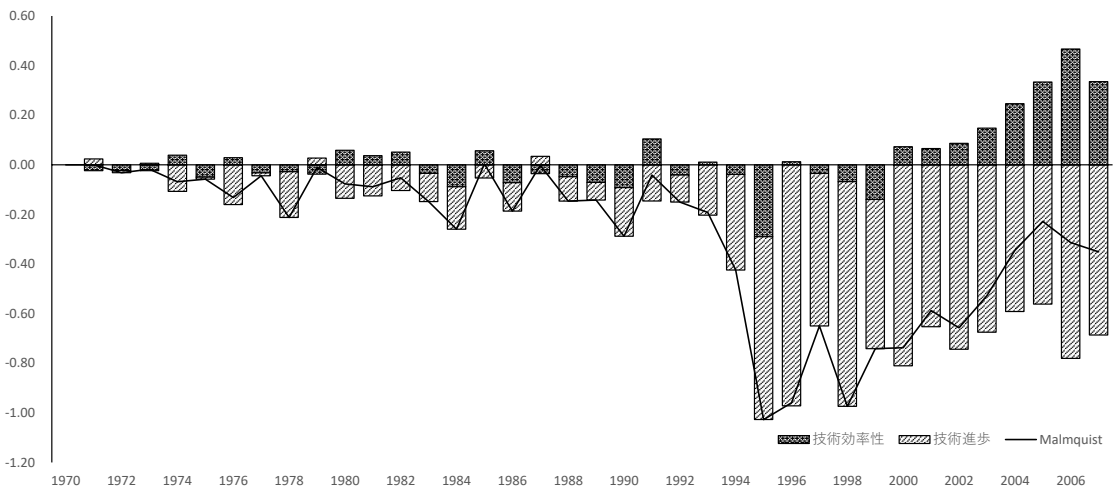
- Caves, D. W., Christensen, L. R. and Diewert, W. E. (1982) The economic theory of index number and the measurement of input, output and productivity, *Econometrica* 50: 1393-1414.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. and Shin, Y. (2003) Testing for unit roots in heterogeneous panels, *Journal of Econometrics* 115: 53-74.
- Levin, A., Lin, C. and Chu, C. J. (2002) Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite sample properties, *Journal of Econometrics* 108: 1-24.
- Phillips, P., and P. Perron, "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, Vol.75, (1986), pp.311-346.
- 相原和夫 (1981) 「みかん生産力の地域格差とその要因」『農林業問題研究』第65号, pp.180-188.
- 桐生司一郎 (1967) 「ミカン生産費の実体とその縮減策」『農林業問題研究』第9号, pp.14-21.
- 近藤功庸・山本康貴 (2004) 「地域別に見たわが国稲作生産性の推移とその要因—減反開始期以降を対象として—」『農業問題研究』, 第154号, pp.242-245, 2004/6月
- 新谷正彦 (1979) 「みかんの生産量と価格変化に関する数量分析」, 『西南学院大学経済学論集』vol.14, No.1, pp.49-74.
- 松下秀介 (1997) 「温州ミカン生産構造の特質と変化の方向」, 児玉明人編『中山間農業・農村の多様性と新展開』, 不眠協会, pp.126-137.
- 松下秀介 (1999) 「温州ミカン生産費の産出規模間格差」『農業経営研究』第37巻1号, pp.8-20.
- 山口三十四・霍靈光 (2004) 「包絡線分析法による旧ソ連諸国の農業技術効率性と収束の分析」『農林業問題研究』第156号, pp.25-33.

図3 みかんの全国および主要生産地の生産性変化

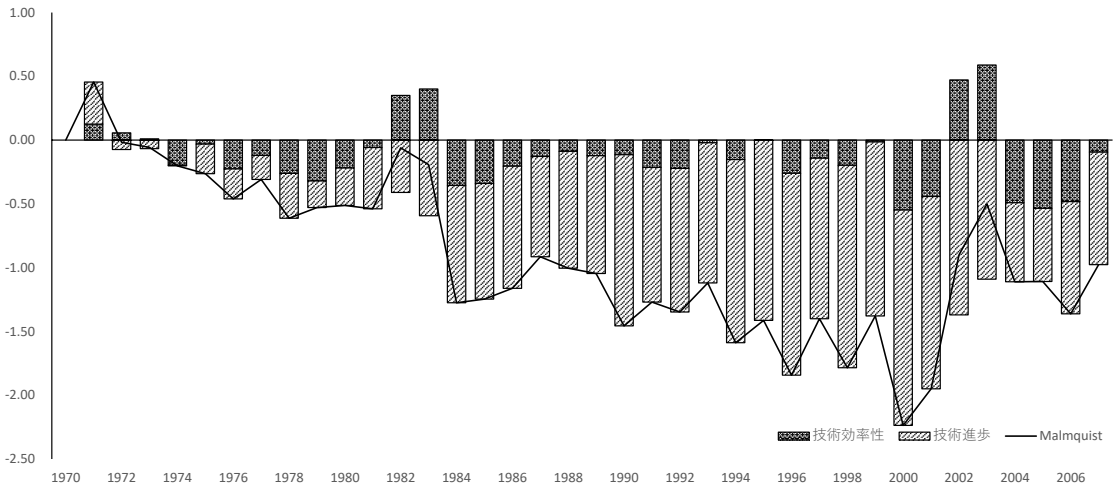
全国



和歌山



愛媛



静岡

