

トルンクビスト指数による米作生産性の変化とその収束

中川 雅嗣*

KEYWORD トルンクビスト指数、生産性、単位根検定、経済収束、米政策

1. はじめに

日本の食料自給率は、主要先進国中でも最低水準にあり、多くの食料を輸入している状態にある。しかし発展途上国における人口増加による食料需要の増加や、世界規模での異常気象による食料供給の減少といった懸念材料も存在している。このような状況を鑑みれば、食料の安定供給、自給率の向上させるための政策を考える必要があるだろう。令和2年3月に新たな食料・農業・農村基本計画が閣議決定され、農業・農村は国民生活に不可欠な食料を供給する機能の拡充とともに、国土の保全等の役割を担う必要があるとされている。人口減少に伴う国内マーケットの縮小、農業者の減少・高齢化、頻発する自然災害や豚熱等の発生などに対応するため国内農業の生産基盤強化が不可欠である。こうした考えの下、担い手の育成・確保や農地の集積・集約化を進めるとともに、規模の大小や中山間地域といった条件にかかわらず農業経営の底上げにつながる政策を講じ、幅広く生産基盤の強化が実施されることとなった。

基本的な方針として「産業政策」と「地域政策」を車の両輪として推進することとなっているため、政策効果の善し悪し（地域での適合性）が重要になっているといえる。技術進歩を計測することは大きな関心事であり、多くの研究がなされてきた。Jorgenson and Nishimizu (1978) は購買力平価を用いて、バイラテラル指数によって全要素生産性（TFP）を計測した。この方法をさらに発展させ多国間、他産業、他地域等に発展させたマルチラテラル指数をCaves, Christensen and Diewert (1982) が発表している。このマルチラテラル指数を用いたTFP推計の計測はKuroda and Abdullaha (2003) 以降増えており、さらにサンプル数が小さい場合でもTFPの計測が可能であるノンパラメトリック・アプローチの1つであるTörnkvist生産指数を用いて近藤（2018）らが中国農業の生産性を計測した。そこで、これまで取り上げられなかったトルンクビスト指数を利用した生産性の計測およびその収束について米作の生産性を解析することが本研究の目的である。

2. 指数法の展開

（1）ディビジア指数

生産経済学分野の研究の展開のなかで、技術進歩の実証的分析に関連して顕著な発展をみたのは指数理論のなかで特にディビジア指数である。ディビジア指数はDivisia（1925）によって提唱され、もともと一経済指数にすぎなかったが、その特有な性質からさまざまな経済理

*龍谷大学農学部食料農業システム学科

論に応用され消費理論、生産理論、技術進歩測定理論へ適用されていった。Jorgenson and Griliches (1967) によってTFPディビジア成長率として本格的に技術進歩測定理論として表される。

$$Q = \sum_j \frac{P_j Q_j}{R} \dot{Q}_j \quad (1)$$

ここで、 P_j は生産物jの価格、 Q_j は生産物jの生産量、 $\dot{Q}_j$ は生産物jの成長率、 $R (= \sum_j P_j Q_j)$ は総収益である。そして

$$X_i = \sum_i \frac{w_i X_i}{C} \dot{X}_i \quad (2)$$

ここで、 w_i は投入要素iの価格、 X_i は投入要素iの投入量、 $\dot{X}_i$ は投入要素iの成長率、 $C (= \sum_i w_i X_i)$ は総費用である。ところでTFP = Q/X であるので、総要素生産量の成長率 (TFP) は次のとおり定義される。

$$TFP = \ln Q - \ln X$$

(2) トルンクビスト指数

上記の式 (3) を、Törnkvist法による不連続時間近似を用いて、特定の都市を100.0とすれば、総要素生産性指数が得られる。ここでTFPディビジア成長率計測式の導出において、理論的仮定は (1) 生産関数の一次同時性、(2) ヒックス中立的技術進歩、(3) 産出物と生産要素の分離可能性、(4) 限界費用価格決定、(5) 費用最小化行動が設定されている。

3. 生産性の分析方法

(1) TFPのトルンクビスト指数

生産関数として以下のモデルを仮定すると

$$Y_t = f(x_{i,t}, A_t) \quad (4)$$

ここでY、X及びAはそれぞれ生産量、生産要素ベクトル及びX以外の生産要素であり、添字t、iは時間と生産要素を示す。Aは生産性を表し、TFPと呼ばれている。(1)式がトランスログ関数で定式化でき、一次同時と利潤最大化を仮定すると、トルンクビスト近似によるt-1からtの間のTFPの変化率は、

$$\ln(TFP_t / TFP_{t-1}) = \ln(Y_t / Y_{t-1}) - \sum_i \frac{1}{2} (S_{i,t} + S_{i,t-1}) \ln(X_{i,t} / X_{i,t-1}) \quad (5)$$

と表せる。ここで $S_{i,t}$ は各時点の各生産要素のコストシェアであり、生産量に対する寄与率を意味する。(2)式の左辺は2時点間の変化に基づくバイラテラルなトルンクビスト指数であり、Caves (1982) はさらに多地点、多時点間の比較に適した指数を発表した。マルチラテラルなTFPの指数は、

$$\ln(TFP_t / \overline{TFP}) = \ln(Y_t / \bar{Y}) - \sum_i \frac{1}{2} (S_{i,t} + \tilde{S}_t) \ln(X_{i,t} / \bar{X}_i) \quad (6)$$

ここで上線は全調査点の幾何平均を示し、～は相加平均を示す。(6) 式の左辺を ε_t とすると、 $t-1$ から t の間のTFP変化率 η_t は、

$$\eta_t = \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1} \quad (7)$$

で求まる。

(2) 収束に関する検定方法

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。

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

$$\Leftrightarrow \Delta Y_t = \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (8)$$

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

$$\Leftrightarrow \Delta Y_t = \mu + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (9)$$

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

$$\Leftrightarrow \Delta Y_t = \mu + \delta t + \beta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + u_t \quad (10)$$

ここで、 $\beta = 1 - \phi$ 、 $\sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j}$ は拡張項、 μ 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。

4. 米作の生産性および収束の結果

(1) データと推計方法

1970～2021年の農産物生産費統計の米生産費統計において、生産費の構成費用を経常財（種苗、肥料、農薬、諸材料、税及び諸負担、生産管理）、機械（農機具、光熱動力、建物、自動車、賃借料）、労働、地代（土地改良・水利、自作地、借地）にまとめて、これら4つの生産要素のコストシェアを算出する。経常財と機械の各構成費用は、農業生産資材類別価格指数で実質化した。労働と土地の投入量は投下労働時間と作付面積とし、生産量は10a当たり収量（主産物数量）とした。経営体1戸当たり収量と生産要素投入量からノンパラメトリック・アプローチの1つであるインデックス・ナンバー・アプローチを用いる。具体的には(6)式の左辺（トルンクビスト指数）を算出した。

(2) トルンクビスト指数の計測結果

(6)式に従い、全国値および各都道府県のトルンクビスト指数（1970年を1.00）を計測したものが図1である（図2：10ヶ年平均成長率）。日本の食生活は高度経済成長によりカロリー源のでん粉質依存を減らし、戦後の1人当たり年間米消費量は1962年の118kgをピークに減退した。その反面、米価上昇を背景に開田や兼業稲作により米への生産集中が強まり、米過剰問題が表面化した。そこで基本法農政から1970年に総合農政へと転換がはかられた。つまり生産調整政策（減反）を開始するとともに、構造政策（経営規模の拡大）と食管理制度による価格政策を実施したのである。生産性は1970年（1.00）から1975年（1.21）にかけて上昇しており、農業政策による効果が影響していると言える。事業の内容として農地の賃貸借の促進や作業受委託や生産組織化が実施されており、実質的な作業規模の拡大が見られた。また大規模施設の整備によって、個別農家の生産性を高める「農業の装置化・システム化」があり効果があったと思われる。

さらに1976年（1.10）から1978年（1.18）に上昇している。これは1975年農用地利用増進事業の実施が影響されていると考えら、農地の「利用権」という新たな賃貸借の形態によるところが大きい。賃貸借の契約・解約は知事許可が必要で、地主にとって一度貸したら返してもらえない危惧があったが、利用権は、契約期間が満了したら農地を自動的に返却する仕組みになっており、農家の財産を減らさずに（農地売買せずに）農地流動化対策を進めることができた。これにより規模拡大が進み生産性が増加したと考えられる。また1981年（1.11）から1986年（1.24）に増加している。1980年に農用地利用増進法が制定されたことにより、農地の利用権設定において貸し手の事務手続きを簡略化したことと、農業法人や集落営農などの農用地利用改善、農作業受委託促進を進めるなど担い手育成を主眼とした一部改正がなされたことにより、農地集積が容易になったことが要因と思われる。

図1 全国の米作生産性の変化（全国）[1970=1.00]

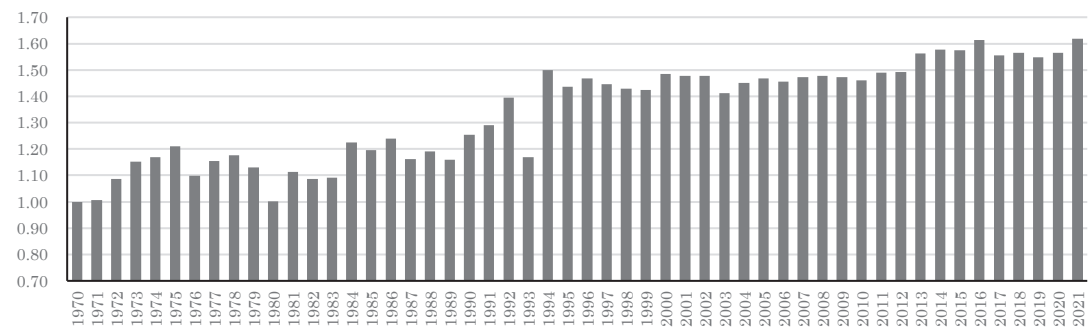
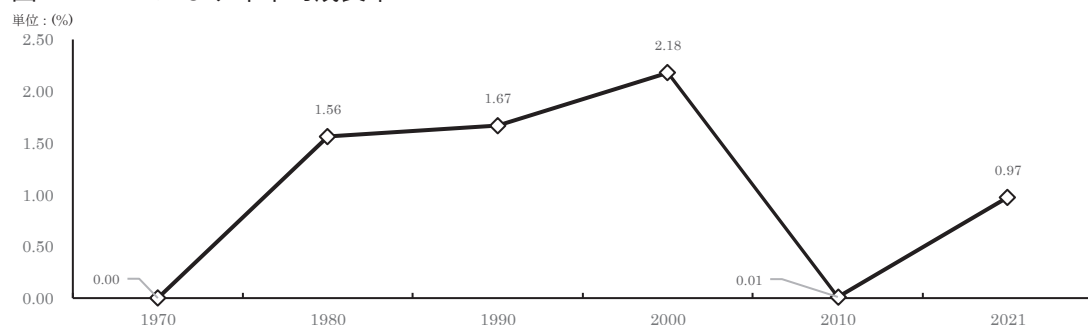


図2 TFPの10ヶ年平均成長率



注：TFP（1970年=0）を目的変数、西暦年を説明変数として単回帰で算出

1987年（1.16）から1994年（1.50）と生産性は大きく増加している。保護農政から国際化農政への転換期であり、農業基本法を改め、食料・農業・農村基本法を制定した。農業者の自立経営（米価の価格安定、農業所得の確保）から担い手育成（直接支払い）へ大きく舵をきった。大規模農家や集落営農、農業法人に対し直接支払い政策や法人化などを支援している。このことにより規模拡大が容易になり生産性が上昇したと考えられる。しかし1995年（1.44）から2021年（1.62）の27年間で0.18という低成長および停滞期となった。これはガットURによる直接支払い政策への転換でデカップリング型直接支払い政策（生産量と価格水準の切り離し）により、市場への政策介入を排除し、農産物の市場競争にゆだねるべきとするガットUR合意をベースにする政策が影響していると考えられる。

米政策改革（2002）として経営安定対策が展開されたが、わずかな生産性向上となっていることが明らかになった。また図2より10ヶ年平均成長率は1970を起点とし1979年までが1.56%、1980年を起点として1989年までが1.67%、1990年を起点とし1999年までが2.18%、2000年を起点として2009年までが0.01%、2010年を起点として2021年までが0.97%となった。このことから2000年までは緩やかに上昇しているが、2010年には低下したことが明らかになった。

（3）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。また条件付き収束とは、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。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

$$Y_{it} = \phi_i Y_{i,t-1} + u_{it} \quad (i=1,2,\dots,N; t=1,2,\dots,T) \quad (13)$$

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。

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \alpha_{mi} d_{mt} + u_{it} \quad (m=1,2,3\cdots) \quad (14)$$

ただし、 $\rho = \phi_i - 1$ 、 d_{mt} は確定的変数を含み、 $d_{1t}=\{0\}$ 、 $d_{2t}=\{1\}$ 、 $d_{3t}=\{1,t\}$ である。つまり、 $m=1$ の時は、 $\alpha_{1i}d_{1t}=0$ 、 $m=2$ の時は、 $\alpha_{2i}d_{2t}=\alpha_{2i}$ 、 $m=3$ の時は、 $\alpha_{3i}d_{3t}=\alpha_{3i}^0 + \alpha_{3i}^1 t$ 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： $\phi_{i1} = \phi_{i2} = \cdots = \phi_{in} = 1$

対立仮説： $\phi_{i1} = \phi_{i2} = \cdots = \phi_{in} < 1$

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

$$\Delta Y_t = (b_1 - 1)Y_{t-1} + u_t = c y_{t-1} + u_t \quad (15)$$

(15) 式を 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

$$Z = \frac{S_{u\tau_{b1}}}{S_{tq}} - \frac{S_{tq}^2 - S_u^2}{2S_{tq}(T^{-2} \sum_{t=2}^T (y_{t-1} - \bar{y}_{t-1})^2)^{1/2}} \quad (16)$$

となる。ここで q はラグの次数とし、 T を標本数とし、 $\bar{y}_{t-1}$ は y_{t-1} の平均値とし、 τ_{b1} は (15) 式における c の t 値で、 S_u^2 と S_{tq}^2 が下記のようになる。

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

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

この統計量の臨界値はディッキーフラー検定と同様になる。

(4) 収束に関する検定結果

各都道府県において、(6) 式で求められたトルンクビスト指数の変化が各都道府県で収束するか否かを計測することにする。山口・霍 (2004)、中川 (2019) にならい、最も生産性が最も高い都道府県をベンチマークとし、その他の都道府県の指標がベンチマークである都道府県に収束するかを確認する。その他の都道府県の実績ととの差をとり、以下のような確率変数を作成した。

$$Y_t = Y_{it}^* - Y_{bt} \quad (17)$$

Y_{it}^* は各地域における米作生産性の数値である。 Y_{bt} はフロンティアの都道府県の実績でありベンチマークとなる県のトルンクビスト指数である。ベンチマークは、北海道・東北地方は北海道、関東地方は千葉県、北陸地方は新潟県、東海地方では愛知県、近畿地方は兵庫県、中国地方は島根県、四国地方は香川県、九州地方は大分県とした。

背景となる収束のメカニズムだが、生産性等が低い地域が、高い地域にキャッチアップする傾向にあり、つまり生産性等が低い地域と生産性等が高い地域の差が縮まる傾向にあるということである。(8) 式、(9) 式、(10) 式に (17) 式で計測した Y_t を用い ADF 検定を行った。表 1 は、ADF 検定による係数とその有意性、検定結果を示している。北海道・東北地方では福島県が絶対収束であり、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県は条件付き収束となった。つまり福島県は、フロンティア（ベンチマーク県）に絶対収束することが示された。農業では自然条件に合わせ、生産技術の開発が行われており、当該地域は自然条件が類似していることから、生産技術が伝播し同一の方向へ変化をすると考えられる。一方、条件付き収束である県は、フロンティアでなく独自の生産性に収束することがわかった。

次に関東地方では、茨城県が絶対収束し、群馬県、埼玉県、神奈川県、長野県が条件付き収束し、栃木県、東京都、山梨県が発散する結果となった。茨城県はフロンティアに向かって収束する方向で生産性が向上しているが、条件付き収束である群馬県、埼玉県、神奈川県、長野県はそれぞれの地域性を活かした生産性へ発展していることがわかった。栃木県、東京都、山梨県は発散する結果となったが、栃木県ではモデル 3 が採択されたことで、フロンティアに収束せずタイムトレンドの影響により発散する結果となり、時間に従いフロンティアから離れた生産性となっていることがわかった。北陸地方では、石川県が絶対収束するが、富山県、福井県は発散することが明らかになった。東海地方は、岐阜県が絶対収束した。これはベンチマークである愛知県に生産技術が同一方向に変化していることを意味し、生産性が向上していることがわかる。また三重県は条件付き収束となっており、ベンチマークと異なる定常状態を目指していることがわかった。一方、静岡県は発散という結果となった。近畿地方は、京都と大阪が条件付き収束となり、ベンチマーク（兵庫県）とは異なる定常状態を目指していることが明

らかになった。

滋賀県、奈良県、和歌山県については定常状態にはならず、発散していることがわかった。奈良県、和歌山県についてはモデル3が有意であることから、タイムトレンドが影響して発散しており定常状態から離れつつあることがわかった。中国地方では、鳥取県、山口県が条件付き収束となった。岡山県、広島県は発散した。広島県はタイムトレンドによる影響によって定常状態から乖離していることがわかった。四国地方は徳島県、愛媛県、高知県は条件付き収束となった。ベンチマーク（香川県）と異なる定常状態に落ち着くことを意味している。地域の特性を活かした農業生産によって定常状態となっていることがわかった。九州地方は、沖縄県のみ条件付き収束であったが、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、宮崎県、鹿児島県は発散した。いずれの県もモデル3が有意な結果となったため、タイムトレンドの影響で発散することがわかった。

次にフロンティアとなっているベンチマーク都道府県の収束について計測した（表2）。フロンティアは各地域で最も生産性が高いため、自身に収束すると思われ計測期間で最高値をベンチマークとして計測した。北海道は条件付き収束となった。千葉県、新潟県、愛知県、兵庫県、島根県、香川県、大分県は絶対収束することが明らかになった。

表1 ADF検定による収束性の検定結果

	β (3)	有意性	μ (3)	t	β (2)	有意性	μ (2)	β (1)	有意性	結果
(北海道・東北)										
青森	-1.27	***	-0.13	-0.01	-1.05	***	-0.32	-0.02		条件付
岩手	-1.25	***	-0.11	-0.01	-0.47	***	-0.20	0.03		条件付
宮城	-1.27	***	-0.08	-0.01	-0.56	***	-0.21	-0.02		条件付
秋田	-1.24	***	0.08	-0.02	-0.86	***	-0.22	-0.08		条件付
山形	-1.31	***	0.14	-0.02	-0.60	***	-0.14	-0.09		条件付
福島	-1.35	***	0.12	-0.01	-1.08	***	-0.15	-0.46	**	絶対
(関東)										
茨城	-0.76	***	-0.02	0.00	-0.66	***	-0.05	-0.23	**	絶対
栃木	-0.58	***	0.04	0.01	-0.07		0.05	0.03		発散
群馬	-0.45	***	0.00	0.01	-0.14	**	0.06	-0.02		条件付
埼玉	-0.40	***	0.06	0.00	-0.13	**	0.06	0.00		条件付
東京	na		na	na	na		na	3.98		発散
神奈川	-1.24	**	0.04	0.02	-1.24	**	0.21	-0.24		条件付
山梨	-0.12	*	0.14	-0.01	-0.03		-0.02	-0.04		発散
長野	-0.73		-0.34	0.01	-0.15	*	0.06	0.01		条件付
(北陸)										
富山	-0.75	***	0.04	0.01	-0.08		0.04	0.02		発散
石川	0.14	**	0.02	0.00	-0.02		0.03	0.04	*	絶対
福井	-0.56	***	0.08	0.01	-0.12		0.06	0.02		発散
(東海)										
岐阜	-0.74	***	0.07	0.01	-0.05		0.04	0.05	*	絶対
静岡	-0.81	***	0.01	0.01	-0.05		0.03	0.06		発散
三重	-0.19	*	0.05	0.00	-0.10	**	0.05	0.01		条件付
(近畿)										
滋賀	-0.39		0.01	0.01	-0.04		0.03	0.02		発散
京都	-0.28	***	0.06	0.00	-0.17	**	-0.04	0.00		条件付
大阪	-2.17		0.15	-0.03	-1.97	*	0.08	-1.72		条件付
奈良	-0.15	**	0.00	-0.01	-0.04		0.03	0.04		発散
和歌山	-0.27	**	-0.03	0.00	-0.14		0.01	-0.12		発散
(中国)										
鳥取	-0.26	*	0.05	0.00	-0.16	**	0.06	-0.02		条件付
岡山	-0.47	***	0.08	0.00	-0.09		0.06	0.03		発散
広島	-0.22		0.04	0.00	-0.07		0.05	0.03		発散
山口	-0.48	***	0.01	0.00	-0.20	**	0.06	-0.02		条件付
(四国)										
徳島	-0.39	***	0.05	0.00	-0.16	*	0.06	0.01		条件付
愛媛	-1.27	***	-0.13	-0.01	-1.05	***	-0.32	0.03		条件付
高知	-0.42	***	0.01	0.00	-0.10	*	0.04	-0.01		条件付
(九州)										
福岡	-0.36	**	0.02	0.00	-0.11		0.05	0.02		発散
佐賀	-0.75	***	-0.02	0.01	-0.20		0.05	-0.04		発散
長崎	-0.37	*	-0.04	0.01	-0.14		0.03	-0.05		発散
熊本	-0.65	***	0.02	0.01	-0.13		0.04	0.01		発散
宮崎	-0.41	***	-0.07	0.01	-0.09		0.03	-0.03		発散
鹿児島	-0.32	**	-0.01	0.00	-0.12		0.03	-0.03		発散
沖縄	-0.29	***	0.23	0.01	-0.17	***	0.20	0.02		条件付

(注1) na : 計測不能

(注2) ***は1%、**は5%、*は10%で有意であることを示す。

(注3) β (1) はモデル1、 β (2) はモデル2、 β (3) はモデル3の係数、 μ (2) はモデル2、 μ (3) はモデル3の定数項、t はタイムトレンドの t 値を表す。モデル1、2、3はそれぞれ(8) (9) (10) 式に示されている。「絶対」は絶対収束を意味する。

表2 ADF検定によるベンチマーク都道府県の収束

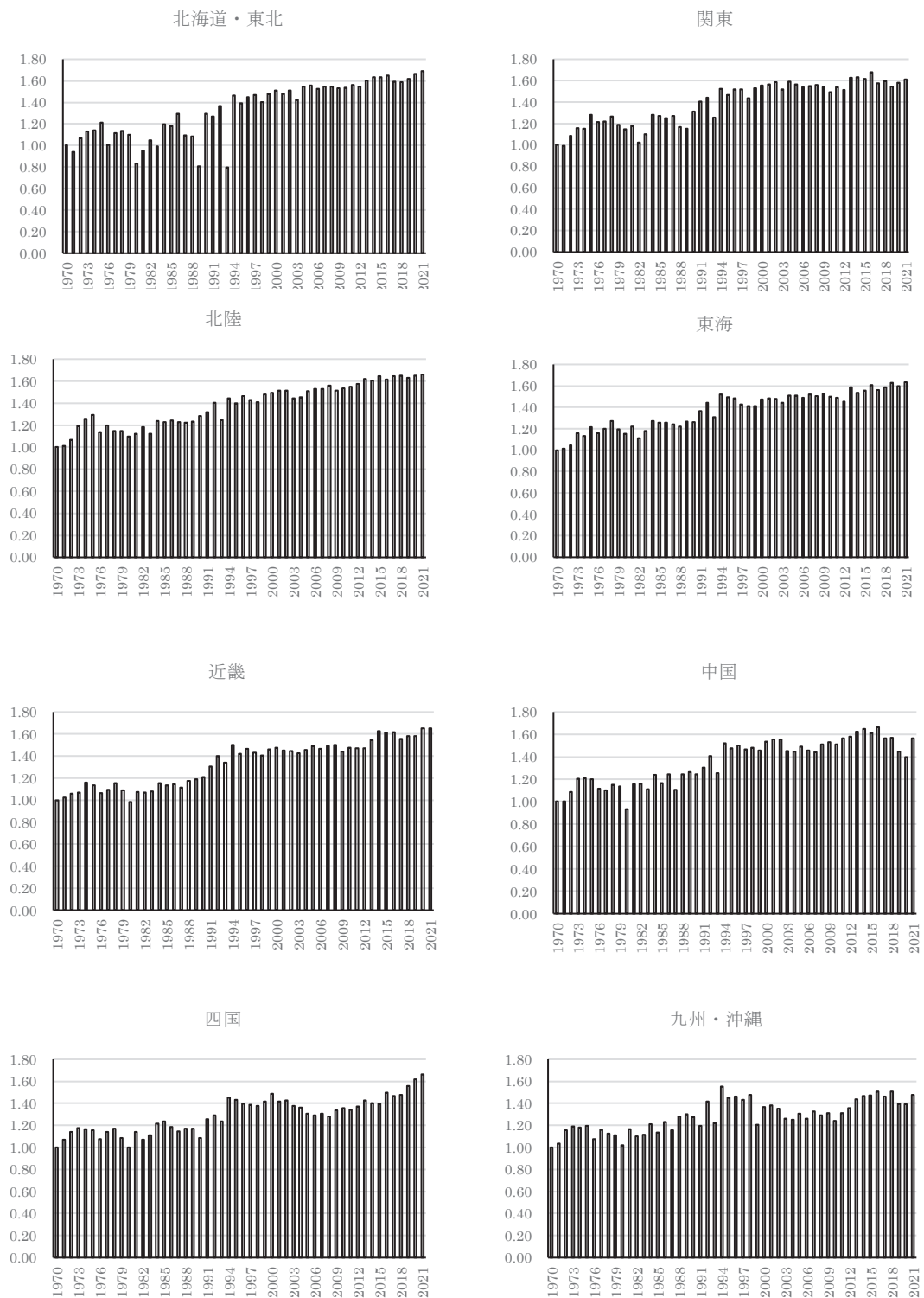
bench mark	β (3)	有意性	μ (3)	t	β (2)	有意性	μ (2)	β (1)	有意性	結果
(北海道・東北)										
北海道	-1.24	***	-1.94	0.03	-0.25	**	-0.20	-0.07		条件付
(関東)										
千葉	-0.45	***	-0.30	0.01	-0.08		-0.01	-0.06	**	絶対
(北陸)										
新潟	-0.57	***	-0.33	0.01	-0.10	*	-0.01	-0.07	**	絶対
(東海)										
愛知	-0.45	***	-0.24	0.00	-0.16	***	-0.03	-0.09	***	絶対
(近畿)										
兵庫	-0.31	**	-0.21	0.00	-0.05		0.00	-0.05	**	絶対
(中国)										
島根	-0.64	***	-0.54	0.01	-0.13	*	-0.05	-0.05	*	絶対
(四国)										
香川	-0.39	***	-0.16	0.00	-0.17	**	-0.03	-0.08	**	絶対
(九州)										
大分	-0.53	***	-0.20	0.00	-0.25	**	-0.05	-0.09	*	絶対

5. おわりに

本研究は、食管法下の減反政策から米政策改革による民間主導の仕組みへ移行し、農業者や地域の主体的判断へと農業経営が変わったことで、米作の生産性の変化とその地域間収束を明らかにすることにある。米作の生産性について、ノンパラメトリック・アプローチの1つであるインデックス・ナンバー・アプローチを用いて生産性を計測した。具体的にはトルンクビスト指数を適用した。計測期間は総合農政（減反政策）が開始された1970年から2021年までとした。計測結果は、1970年を1.00とすると、その後のTFP値はゆるやかに上昇し1994年は1.50となった。以降、2021年は1.62でありこの28年間で変化は0.12と低い結果となっている。

生産性の平均上昇率は計測期間（1970-2021）で1.2%となった。1970年から1980年までは年平均で1.56%上昇しており、その後2000年まで約2%の上昇が見られたが、2010年になるとほぼ0%となり2021年までは1%以下の低成長率となっていることがわかった。このことから2000年までは緩やかに生産性は上昇しているものの、2010年には大きく低下したことが明らかになった。さらにフロンティアであるベンチマークへの地域間収束を計測すると絶対収束している都道府県は4県しかなく、条件付き収束が18県、発散が17県と地域レベルで低成長になっていることが明らかになった。日本経済がバブル景気崩壊後失われた20年と言われてきたが、米作農業はより深刻な状況になっていることがわかる。地域農業の底上げ的な農業政策を実施しないかぎり、食料自給率どころか、食の安全供給も厳しい状況となっていることが計測結果から明らかになった。

図3 各地域における全要素生産性（TFP）の変化 [1970=1.00]



引用・参考文献

- 小林創平・國松洋二（2016）
「日本の大豆生産性の変化とその特徴」、『農業経済研究』 88（2）、pp173-177.
- 近藤功庸・胡林軒・澤内大輔・山本康貴（2018）
「中国農業生産費データの制約を考慮した総合生産性の簡便計測法」、『農林業問題研究』
54（3）、pp.82-87
- 中川雅嗣（2019）「包絡分析法を用いた野菜作の生産性分析」、『農林業問題研究』 55（3）、pp.189-196.
- 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と収束の分析」、『農林業問題研究』 40
（3）、pp.339-347.
- 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*, Vol.50, pp.1393-1414.
- Divisia, F.（1925）
L'indice monétaire et la theorie de la monnaie, *Revue d'Economie Politique*, Vol.39,
pp.980-1008.
- Jorgenson, D. W. and Z. Griliches（1967）
The Explanation of Productivity Change, *Review of Economic Studies*, Vol.34, pp.249-
283.
- Jorgenson, D. W. and M. Nishimizu,（1978）
U.S and Japanese Economic Growth 1952-74: An International Comparison, *Economic
Journal*, Vol.88, pp.707-726.
- Kuroda, Y. and N. Abdullahi（2003）
Impacts of Set-Aside and R&E Policies on Agricultural Productivity in Japan, 1965-97,
Japanese Journal of Rural Economics Vol.5, pp.12-34.

（受理日：2024年1月12日）

Changes in rice productivity in Japan and its convergence with the Tornqvist index

Masatsugu Nakagawa (Department of Agri-food System, Ryukoku University)

KEYWORD

Rice productivity, Tornqvist index, unit root, Economic convergence, Rice policy

This study measured productivity of rice and the convergence between the areas. The productivity of rice measured productivity using the index number approach that it was one of the nonparametric approach. Specifically, I applied Törnkvist index. A measurement period is 1970 through 2021 when a decrease policy of rice was started. When I assumed it 1.00 in 1970, the measurement result rose gently after 1994, and it was 1.50. It became 1.62 for 1995 through 2021. In 27 years, the change of the productivity was 0.12 and low development. Productivity growth was 1.2% over the measurement period (1970-2021), with an average annual increase of 1.56% from 1970 to 1980, followed by an increase of about 2% until 2000. However, from 2010 onwards, the growth rate was almost zero and remained low at less than 1% until 2021. The results show that productivity increased until 2000, but declined significantly from 2010. Regional convergence was found to be absolute convergence in four prefectures, conditional convergence in 18 prefectures and divergence in 17 prefectures. Regional convergence was found to be low growth. The Japanese economy has been described as a lost 20 years since the collapse of the bubble economy. Agricultural productivity has turned out to be in a more serious situation. Agricultural policy based on measurement results. A bottom-up policy for local agriculture is needed. When considering food self-sufficiency and food security supply, the most important policy for Japanese agriculture is to increase productivity.