



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Multilateral生産性指数を利用した韓国稲作生産性の地域別貢献度分析
Author(s)	近藤, 功庸; 山本, 康貴; 愼, 鏞光 他
Citation	北海道大学農経論叢, 74, 1-15
Issue Date	2020-12-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81608
Type	departmental bulletin paper
File Information	01_p1-15.pdf



Multilateral生産性指数を利用した 韓国稲作生産性の地域別貢献度分析

近 藤 功 庸・山 本 康 貴・愼 鏞 光・日 田 アトム・澤 内 大 輔

Regional Contribution Analysis of Korea's Rice-farming Productivity Using Multilateral Total Factor Productivity Index

Katsunobu KONDO, Yasutaka YAMAMOTO, Yongkwang SHIN,
Atomu NITTA, Daisuke SAWAUCHI

Summary

This study calculates regional contributions of total factor productivity (TFP) for Korea's rice-farming using the multilateral TFP index over the 1994-2006 period, where the overall effect in the regional contributions is decomposed into share effect and TFP growth effect. Results show that the sum of contributions of the overall effect for three provinces, South Chungcheong, North Chungcheong and Gyeonggi, to the national aggregate TFP growth accounted for in excess of 80%. Furthermore, we reveal that the multilateral TFP index with the property of circularity has an advantage over the Törnqvist TFP index in calculating the contribution of the share effect. As a whole, the results of regional contributions for Korea's rice farming TFP using the multilateral TFP index are found to be similar to those using the Törnqvist TFP index in the previous study.

1. はじめに

本稿の課題は、韓国を対象として、multilateral生産性指数を利用した稲作生産性の地域別貢献度を分析し、既存研究（近藤他，2010a）と類似の結果が得られるか否か、さらにTörnqvist生産性指数よりもmultilateral生産性指数に基づいた地域別貢献度分析の方が望ましい点を明らかにすることである（註1）。

韓国稲作生産性に関しては、すでにTörnqvist生産性指数やmultilateral生産性指数など複数の生産性測度を用いた分析を通じ、稲作生産性の停滞が示唆されている（近藤他，2009；近藤他，2010b）。さらに、韓国稲作生産性の停滞については、国全体の稲作生産性変化に対し、どの地域がどの程度の貢献を果たしたかを解明できる地域別貢献度分析において、韓国の穀倉地帯である全羅北道の貢献度が小さい点を示唆する研究が見られる（近藤他，2010a）。近藤他（2010a）は、

Törnqvist生産性指数を利用した地域別貢献度分析を実施したが、われわれはTörnqvist生産性指数とは異なる生産性指数の計測結果を利用した地域別貢献度分析も実施し、多角的にこの重要論点を検証しておくことが必要だと考えた。

そこで本稿では、Törnqvist生産性指数とは異なる生産性測度の一つであるmultilateral生産性指数の計測結果を利用した地域別貢献度分析によっても、近藤他（2010a）と類似の結果が得られるか否か、さらにTörnqvist生産性指数よりもmultilateral生産性指数に基づいた地域別貢献度分析の方が望ましい点の解明を課題とする（註2）。なお、本稿でも地域とは道を指す。

ところで農業生産性の国際比較研究などではデータの制約などからmultilateral生産性指数が計測困難で、結果としてTörnqvist生産性指数を用いざるを得ない場合も多い（Fuglie et al. 2012など）。今回の分析では、multilateral生産性指数の代替としてTörnqvist生産性指数を用いた地域

別貢献度分析の結果であっても、実証分析に耐えられる可能性はあるのだろうか？という点も併せて検討したい。

2. 分析方法

近藤他（2010b）は道別に計測したmultilateral生産性指数の結果を用いて、multilateral生産性指数の全国集計値を計測した。その過程で、全国の生産性集計値 TFP_k は道別米産出額シェアをウェイトとして、(1)式のように算出される（註3）。ここで、 t 年目における各道の対数化生産性水準 $\ln TFP_a^t$ をウェイト w_a^t により加重平均すると、対数化した全国の生産性集計値 $\ln TFP_k$ が求められる。なお、添え字 a は道を示し、次節で述べるように、道の数は8個である。

$$\ln TFP_k = \sum_{a=1}^8 (w_a^t \cdot \ln TFP_a^t) \dots\dots\dots(1)$$

Bernard and Jones（1996）と近藤他（2010a）に従い、(1)式の全変数について変分をとると、(1)式は(2)式のように展開される（註4）。

$$\Delta \ln TFP_k = \sum_{a=1}^8 (\Delta w_a^t \cdot \ln TFP_a^t) + \sum_{a=1}^8 (w_a^t \cdot \Delta \ln TFP_a^t) \dots\dots\dots(2)$$

(2)式において、右辺第1項をシェア効果、右辺第2項を個別成長効果、シェア効果と個別成長効果の合計を全体効果と定義する。

(2)式の左辺を右辺に移項すると、(3)式が得られる。

$$1 = \frac{\sum_{a=1}^8 (\Delta w_a^t \cdot \ln TFP_a^t)}{\Delta \ln TFP_k} + \frac{\sum_{a=1}^8 (w_a^t \cdot \Delta \ln TFP_a^t)}{\Delta \ln TFP_k} \dots\dots\dots(3)$$

(3)式をさらに展開すると、(4)式ようになる。

$$1 = \frac{\sum_{a=1}^8 (\Delta w_a^t \cdot \ln TFP_a^t)}{\frac{\Delta TFP_k}{TFP_k}} + \frac{\sum_{a=1}^8 \left(w_a^t \cdot \frac{\Delta TFP_a^t}{TFP_a^t} \right)}{\frac{\Delta TFP_k}{TFP_k}} \dots\dots\dots(4)$$

(4)式において、右辺第1項を全国の稲作生産性変化におけるシェア効果の貢献度、右辺第2項を全国の稲作生産性変化における個別成長効果の貢献度、シェア効果の貢献度と個別成長効果の貢献度の合計を全体効果の貢献度と定義する。ここで、(4)式におけるシェア効果の貢献度と個別成長効果の貢献度の解釈に関しては、分母の全国の稲作生

産性変化率 $\frac{\Delta TFP_k}{TFP_k}$ がプラスの値をとった場合、

$TFP_a^t > 1$ の下でシェアが拡大すれば（ $\Delta w_a^t > 0$ ）、シェア効果の貢献度はプラスの値をとり、シェアが縮小すれば（ $\Delta w_a^t < 0$ ）、シェア効果の貢献度はマイナスの値をとることになる（Bernard and Jones, 1996）。個別成長効果の貢献度に関しても、

生産性が向上すれば（ $\frac{\Delta TFP_a^t}{TFP_a^t} > 0$ ）、個別成長効果の貢献度はプラスの値をとり、生産性が低下すれば（ $\frac{\Delta TFP_a^t}{TFP_a^t} < 0$ ）、個別成長効果の貢献度はマイナスの値をとることになる。

ただし、実際の計算においてはBernard and Jones（1996）と近藤他（2010a）に従い、変分をとらない変数に関しては分析期間の平均値を用いる。また、変分は1年当りの変化分を用いる。計算方法の詳細に関しては、近藤他（2010a）を参照されたい。

3. データ

生産性変化の全国集計値に対する地域別貢献度の計測に用いるデータは近藤他（2010b）で算出されたmultilateral生産性指数による道別の稲作生産性変化と1994年における稲作生産性水準の計測値である。分析対象期間は近藤他（2010b）と同様、1994年から2006年であり、対象地域は京畿道、江原道、忠清北道、忠清南道、全羅北道、全羅南道、慶尚北道、慶尚南道の8道である。

一方、米産出額シェアのデータも近藤他（2010b）で算出された各年次の道別米産出額シェアを用いる。

4. 分析結果

multilateral生産性指数による地域別貢献度を分析する際、われわれは近藤他（2010b）に従って、1994年の生産性水準のうち、最大値をとった京畿道を基準として1994年から2006年の生産性水準を計算した。具体的には1994年の京畿道の生産性水準を1.000に設定したため、それ以外の7つの道の生産性水準は1.000未満の数値となる。この生産性水準の数値を使って地域別貢献度を計測した結果が表1である。表1の数値を見ていく

表 1. multilateral生産性指数による生産性変化の全国集計値に対する道別貢献度 (1994年京畿道基準) (単位: %, 1994年~2006年)

地域	全体効果 (①=②+③)	シェア効果 (②)	個別成長効果 (③)
京畿道	14.611	-0.615	15.226
江原道	3.336	-0.942	4.278
忠清北道	18.074	0.307	17.766
忠清南道	47.476	4.136	43.340
全羅北道	1.481	0.134	1.347
全羅南道	8.595	3.183	5.413
慶尚北道	9.700	0.195	9.506
慶尚南道	-3.273	-0.102	-3.171
全国(地域計)	100.000	6.295	93.705

註：1994年における生産性水準は京畿道を基準として、各年次の生産性水準を計算した上で、地域別貢献度を計測した。

表 3. 道別米生産額シェアとその変動 (単位: %)

地域	1994年 ①	2006年 ②	両年の差 ②-①
京畿道	13.719	13.041	-0.679
江原道	4.875	6.269	1.395
忠清北道	5.905	6.550	0.645
忠清南道	16.937	21.196	4.259
全羅北道	15.649	13.410	-2.239
全羅南道	15.739	12.956	-2.783
慶尚北道	15.720	14.874	-0.847
慶尚南道	11.456	11.705	0.248

註 1：表 3 の数値は近藤他 (2010a) より引用した。

註 2：数値は小数点第 3 位までとした。

表 2. multilateral生産性指数による韓国稲作生産性の年平均成長率 (単位: %, 1994年~2006年)

地域	京畿道	江原道	忠清北道	忠清南道	全羅北道	全羅南道	慶尚北道	慶尚南道	全国(地域計)
成長率	0.748	0.522	1.641	1.496	0.057	0.214	0.402	-0.186	0.618

註 1：表 2 の数値は近藤他 (2010b) より引用した。

註 2：数値は小数点第 3 位までとした。

と、個別成長効果の貢献度は慶尚南道以外すべてプラスの値となっている。慶尚南道のみがマイナスの値をとった理由は表 2 に示したように、慶尚南道の生産性成長率がマイナスとなったことによる。

ただし、表 1 においてシェア効果の数値に留意点がある。それは表 3 に示した道別米生産額シェアの変動と整合していない点である。つまり、第 2 節で説明したように、シェア効果の貢献度は(4)式右辺第 1 項の分子において、 $\Delta w_a' \cdot \ln TFP_a'$ と計算されるが、生産性水準 TFP_a' はマイナスの値をとり得ないため、シェアが拡大すれば ($\Delta w_a' > 0$)、シェア効果はプラスの値をとり、シェアが縮小すれば ($\Delta w_a' < 0$)、シェア効果はマイナスの値をとるはずである。しかしながら、表 3 に示したように、1994年と2006年においてシェアが縮小した京畿道、全羅北道、全羅南道、慶尚北道のうち、シェア効果の貢献度がマイナスとなった地域は京畿道のみである。逆に、シェアが拡大したにもかかわらず、シェア効果の貢献度がマイナスとなった地域は江原道と慶尚南道であ

り、シェアの変動とシェア効果の貢献度の符号に齟齬が見られる。齟齬の原因は生産性水準の初期値設定に際し、上述の通り、1994年の生産性水準のうち、最大値をとった京畿道を基準としたためであると考えられる。京畿道を基準とした際の1994年の生産性水準は表 4 の通りであり、京畿道以外の道の生産性水準は1.000未満の値をとっているため、それに自然対数をとれば、マイナスの値となる。そのため、全羅北道、全羅南道、慶尚北道はシェアが縮小したにもかかわらず、生産性水準の期間平均値がマイナスとなったことから、シェア効果の貢献度はプラスの値という結果になった。

こうした齟齬を解消するため、われわれは1994年の生産性水準のうち、最小値をとった全羅南道を基準として1994年から2006年の生産性水準を再計算した。具体的には1994年の全羅南道の生産性水準を1.000に設定し、それ以外の7つの道の生産性水準は1.000を超える数値とした。全羅南道を基準とした際の1994年の生産性水準は表 5 の通りである。表 5 の数値を生産性水準の初期値とし

表 4. 京畿道を基準とした1994年のmultilateral生産性水準

地域	京畿道	江原道	忠清北道	忠清南道	全羅北道	全羅南道	慶尚北道	慶尚南道
生産性水準	1.000	0.881	0.881	0.934	0.990	0.871	0.954	0.984

註：表 4 の数値は近藤他（2010a）で計測したものである。

表 5. 全羅南道を基準とした1994年のmultilateral生産性水準

地域	京畿道	江原道	忠清北道	忠清南道	全羅北道	全羅南道	慶尚北道	慶尚南道
生産性水準	1.149	1.012	1.012	1.073	1.137	1.000	1.095	1.131

て、道別に各年次の生産性水準を計算し、それに基づいて得られた地域別貢献度の分析結果をまとめたものが表 6 である。以下では、表 6 の結果に従って、韓国稲作生産性の地域別貢献度を見ていく。

まず、シェア効果の貢献度は忠清南道が最大の 11.921% であり、次いで江原道が 1.607%、忠清北道が 1.487% などとなっている。一方、シェア効果の貢献度がマイナスとなったものは京畿道、全羅北道、全羅南道、慶尚北道の 4 地域であり、これらは表 3 に示したシェアの変動がマイナスになった地域と一致する。また、忠清南道のシェア効果の貢献度が最大となった理由として、表 3 において忠清南道の道別米生産額シェアが 4.259% ポイントと最も大きく拡大したことによると言える。それ以外の地域のシェア効果が絶対値で 5% に満たない貢献度となっているが、その理由と

して、上述の通り、道別米生産額シェアに関する変動が最大で忠清南道の 4.259% ポイントと小さいことが原因と考えられる。以上のように、8 地域に関するシェア効果の貢献度を合計すると、6.295% にとどまっている（註 5）。

次に、個別成長効果の貢献度に関しては、表 1（1994 年の生産性水準の設定において京畿道を基準とした場合の地域別貢献度）と数値はまったく同じであるが（註 6）、忠清南道が突出して高く、43.340% となっている。次いで忠清北道が 17.766%、京畿道 15.226% となっており、この 3 道の合計で 76.332% を占める。慶尚南道のみマイナスの貢献度（-3.171%）となっているが、その大きさは小さい。

また、全体効果の貢献度に関しては、個別成長効果の貢献度と大差はないが、最も貢献度の高い忠清南道は 55.261% と韓国稲作生産性上昇の半分以上を占め、韓国全体の生産性向上をリードしている。忠清南道と忠清北道、京畿道の 3 道だけで全体効果貢献度の合計は 87.885% と韓国全体の稲作生産性向上に 9 割近い貢献を果たしていることが分かる。他方、穀倉地帯である全羅北道（深川，2002：p.125）の全体効果が -2.612% とマイナスの貢献度となっており、それが韓国稲作生産性の停滞に大きな影響を与えていると言える。

ここで、Törnqvist 生産性指数によって、韓国稲作生産性の地域別貢献度分析を行った近藤他（2010a）の結果を表 7 に示し、本稿表 6 の結果と近藤他（2010a）の結果を比較してみたい。貢献度の数値に若干の差異はあるものの、本稿と近藤他（2010a）には類似の結果が示されている。すなわち、全体効果で見えていくと、近藤他（2010a）でも忠清南道と忠清北道、京畿道の順

表 6. multilateral 生産性指数による生産性変化の全国集計値に対する道別貢献度（1994 年全羅南道基準）（単位：%，1994 年～2006 年）

地域	全体効果 ①=②+③	シェア効果 ②	個別成長効果 ③
京畿道	13.370	-1.856	15.226
江原道	5.885	1.607	4.278
忠清北道	19.254	1.487	17.766
忠清南道	55.261	11.921	43.340
全羅北道	-2.612	-3.959	1.347
全羅南道	3.508	-1.905	5.413
慶尚北道	8.152	-1.353	9.506
慶尚南道	-2.819	0.352	-3.171
全国（地域計）	100.000	6.295	93.705

註：1994 年における生産性水準は全羅南道を基準として、各年次の生産性水準を計算した上で、地域別貢献度を計測した。

表7. Törnqvist生産性指数による生産性変化の全国集計値に対する道別貢献度

(単位: %, 1994年~2006年)

地域	全体効果 (①=②+③)	シェア効果 (②)	個別成長効果 (③)
京畿道	16.113	-0.688	16.802
江原道	5.250	1.417	3.833
忠清北道	19.922	1.471	18.451
忠清南道	50.728	8.003	42.725
全羅北道	0.764	-0.105	0.869
全羅南道	1.348	-1.822	3.170
慶尚北道	9.316	-0.347	9.663
慶尚南道	-3.441	-0.060	-3.382
全国(地域計)	100.000	7.869	92.131

註1: 表7の数値は近藤他(2010a)より引用した。

註2: 数値は小数点第3位までとした。

で貢献度は高く、この3道だけで全体効果貢献度の合計は韓国全体の稲作生産性向上に9割近い貢献を果たしている。一方、全羅北道の全体効果貢献度は0.764%に過ぎない。ただし、表7のシェア効果貢献度の数値には留意すべき点がある。それは表1のシェア効果貢献度で説明したように、1994年と2006年においてシェアが拡大したにもかかわらず、表7では慶尚南道のシェア効果貢献度がマイナスの値をとった点である。その理由として、下記に示した表8の説明に関連するが、Törnqvist生産性指数は循環性を持たないため、multilateral生産性指数のような生産性水準の初期値を設定できない。そのことから、結果としてシェアの変動とシェア効果貢献度の符号に齟齬を来してしまった。この点は地域別貢献度分析においてもTörnqvist生産性指数の限界を示していると言える(註7)。

以上の分析結果より、Törnqvist生産性指数とは異なる生産性測度の一つであるmultilateral生産性指数の計測結果(表6)を利用した地域別貢

献度分析によっても、韓国の穀倉地帯である全羅北道の貢献度は極めて小さいことが改めて示された。このことは、韓国稲作の将来が必ずしも楽観視できない、一つの警鐘を示唆する結果と言える。

上記のように、本稿の分析で近藤他(2010a)と類似の結果が得られた理由として、以下の点が考えられる。

第一に、今回の分析では、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の間で生産性指数の計算方法が計測式において全地域・全期間の算術平均値を含めるか否かで異なるものの類似しており(後述する付録1を参照されたい)、かつ同じデータを分析に利用している点である。このため、本稿と近藤他(2010a)の間で同様の結果が得られたと考える(付録2も参照されたい)。

第二に、今回の分析では、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の間で、生産性水準の初期値がさほど大きく乖離していなかった点である。multilateral生産性指数は循環性を有するため、循環性を持たないTörnqvist生産性指数とは生産性水準の初期値に関する計算方法が異なる(註8)。Törnqvist生産性指数では地域間の生産性水準差異を考慮できない。このため、表8の通り、近藤他(2010a)では1年目の全地域の生産性水準を一律に1.000と仮定して(つまり1年目の生産性水準の地域間格差は皆無として)、地域別貢献度を計測した(註9)。一方、本稿において全羅南道を基準としたmultilateral生産性指数による1年目の地域別生産性水準は表5および表8のように、最大値が京畿道の1.149で、最小値が全羅南道の1.000として地域別貢献度分析を行った。しかし、1年目における生産性水準の両地域の差は表5および表8の値を使うと、最大で0.149であり、Törnqvist生産性指数による1年目の生産性水準からやや乖離しているように思われ

表8. 1994年における生産性水準の比較

地域	京畿道	江原道	忠清北道	忠清南道	全羅北道	全羅南道	慶尚北道	慶尚南道
Törnqvist	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
multilateral	1.149	1.012	1.012	1.073	1.137	1.000	1.095	1.131

註1: 表8のTörnqvist生産性指数による生産性水準は近藤他(2010a)で設定したものである。

註2: 表8のmultilateral生産性指数による生産性水準は表5の数値を再掲したものである。

る。とはいえ、後述する、生産性年平均成長率（表10）の各地域間の差に比べると、この1年目における生産性水準の差は小さいと評価できよう。

第三に、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数との間で、生産性指数の年平均成長率が大きく乖離していなかった点である。Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数による生産性水準の期間平均値を表9に、両生産性指数による生産性の年平均成長率を表10に示した。表9の生産性水準の期間平均値では上述のように生産性水準の初期値の設定方法に違いがあるため、両生産性指数間でやや異なる結果となっているが、表10の生産性の年平均成長率は、全羅北道や全羅南道などの一部地域を除けば両生産性指数間で大きな違いは認められない。そのため、本稿の分析結果が近藤他（2010a）と類似の結果が得られたと推察される。また、表8から表10に関連し、各道のTörnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数について、その推移をプロット・比較した図を本稿の付録4に提示したので、参照されたい。これらの図を見ても、両生産性指数間に大きな差がないことが確認されよう。

一方、農業生産性の国際比較研究（註10）などではデータの制約などからmultilateral生産性指数が計測困難で、結果としてTörnqvist生産性指

数を用いざるを得ない場合も多い（Fuglie et al., 2012など）。本稿では、両生産性指数による結果の差異が、指数の計算方法、生産性水準の初期値、生産性指数の年平均成長率などに左右される点も示された。他方、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の性質上の違いは、既述の通り、循環性の有無である（註11）。そのため、multilateral生産性指数に基づいた地域別貢献度分析では、シェアの変動とシェア効果貢献度が矛盾なく計測できることが示された。また、本稿が韓国稲作を対象とした一事例である限界点に留意する必要があるとはいえ、今回の分析で、両指数の結果は類似し、結論も不変であった。このことは、multilateral生産性指数の代替としてTörnqvist生産性指数を用いた地域別貢献度分析の結果であっても、実証分析に耐え得る可能性を示唆するものと考ええる。

5. おわりに

本稿の課題はTörnqvist生産性指数とは異なる生産性測度、すなわちmultilateral生産性指数の計測結果を利用した地域別貢献度分析によっても、近藤他（2010a）と類似の結果が得られるか否か、さらにTörnqvist生産性指数よりもmultilateral生産性指数に基づいた地域別貢献度分析の方が望ましい点を解明することであった。主な分

表9. 生産性水準に関する期間平均値の比較（1994年～2006年）

地域	京畿道	江原道	忠清北道	忠清南道	全羅北道	全羅南道	慶尚北道	慶尚南道
Törnqvist	1.075	1.076	1.177	1.144	1.003	1.048	1.030	0.983
multilateral	1.230	1.091	1.191	1.236	1.143	1.053	1.129	1.114
両者の比率	1.144	1.015	1.011	1.081	1.140	1.005	1.096	1.133

註1：表9のTörnqvist生産性指数による生産性水準は近藤他（2010b）のデータを使って計測した。

註2：表9のmultilateral生産性指数による生産性水準は1994年の全羅南道を基準として計測した。

註3：生産性水準の期間平均値に関する計算は幾何平均を用いた。

註4：両者の比率はmultilateral÷Törnqvistで計算した。

表10. 生産性に関する年平均成長率の比較（単位：％，1994年～2006年）

地域	京畿道	江原道	忠清北道	忠清南道	全羅北道	全羅南道	慶尚北道	慶尚南道
Törnqvist	0.780	0.442	1.611	1.394	0.035	0.118	0.386	-0.188
multilateral	0.748	0.522	1.641	1.496	0.057	0.214	0.402	-0.186
両者の比率	0.958	1.181	1.019	1.073	1.640	1.807	1.041	0.992

註1：表10のTörnqvist生産性指数による年平均変化率の数値は近藤他（2010b）を引用した。

註2：両者の比率はmultilateral÷Törnqvistで計算した。

析結果は次の4点である。

①シェア効果の貢献度は忠清南道が最大の11.921%であり、次いで江原道が1.607%となっていたが、忠清南道を除けば、他の道は絶対値で5%未満であった。

②個別成長効果および全体効果の貢献度が最大であった地域は忠清南道であった。

③全体効果の貢献度に関しては忠清南道と忠清北道、京畿道の3道だけで87.885%を占めていた。

④穀倉地帯である全羅北道の全体効果貢献度は-2.612%と低い。

以上の結論として、Törnqvist生産性指数とは異なる生産性測度、すなわちmultilateral生産性指数の計測結果を利用した地域別貢献度分析によっても、近藤他（2010a）と類似の結果が得られたことが示された。すなわち、穀倉地帯である全羅北道の貢献度の低さが韓国全体の稲作生産性を停滞させている主たる要因である点が、multilateral生産性指数の計測結果を利用した地域別貢献度分析によっても示唆された。

さらに両生産性指数による結果の差異が、指数の計算方法、生産性水準の初期値、生産性指数の年平均成長率などに左右される点も示された。こうした両生産性指数の差異があるとはいえ、今回の分析では、両生産性指数の結果は類似し、結論も不変であったことから、multilateral生産性指数の代替としてTörnqvist生産性指数を用いた地域別貢献度分析の結果であっても、実証分析に耐え得る可能性も示唆された。他方、シェア効果貢献度の計測に関しては、Törnqvist生産性指数よりもmultilateral生産性指数に基づいた地域別貢献度分析を行った方が望ましい点も明らかとなった。

最後に、表10に示したように、生産性の年平均成長率は地域的に大きな違いが見られる。この点に関しては、地域ごとに固有の要因が作用しているものと考えられる。例えば、全羅北道は農地価格の上昇などにより経営規模の拡大が十分に進んでいない点（高安，2010）が生産性成長率に関係していると推察されるが、本格的な要因解明は残された課題である（近藤他，2010b）。

註)

（註1）生産性変化の地域別貢献度分析は、近藤・山本（2004）が提示した生産性変化の全国集計値に対する各地域の生産性変化の比率として計算した方法もあるが（ただし、この分析方法ではシェア効果と個別成長効果への要因分解は行われていない）、本稿ではBernard and Jones（1996）に依拠し、韓国稲作を対象とした近藤他（2010a）が提示した方法で分析している点に注意されたい。なお、わが国稲作を対象とした近藤・山本（2006）もBernard and Jones（1996）に依拠して地域別貢献度分析を行ったが、近藤・山本（2006）は稲作生産性の計測にMalmquist生産性指数を適用したため、生産性変化の地域別貢献度はキャッチ・アップ効果（技術効率変化）と技術変化の貢献度に細かく要因分解されている点が近藤他（2010a）と異なる。

（註2）本稿は生産性の分析測度が異なっても、Törnqvist生産性指数の計測結果を基に韓国稲作生産性の地域別貢献度を分析した近藤他（2010a）と類似の分析結果が得られるか否かに着目しているため、分析フレームワークや考察の方法などが近藤他（2010a）と類似なものにならざるを得ない。そのため、一見内容的には近藤他（2010a）と同じような印象を持たれるかもしれないが、本稿は、新たにオリジナルな実証分析結果を提示した論文である点に注意されたい。

（註3）multilateral生産性指数およびTörnqvist生産性指数の計測式については、付録1を参照されたい。

（註4）Bernard and Jones（1996）が提示した産業別貢献度分析は、生産性水準に自然対数をとらず、じかにウェイトを乗じて計測するものである。本稿の地域別貢献度分析で、multilateral生産性指数の計測から得られた生産性水準に自然対数をとった理由は、Törnqvist生産性指数に基づく近藤他（2010a）の結果と比較するためである。なお、生産性水準に自然対数をとらないBernard and Jones（1996）型の地域別貢献度分析は今後の課題としたい。

（註5）OECD諸国における6つの産業を対象としたBernard and Jones（1996）の生産性変化に対するシェア効果は、産業間において数値が大きく異なるが、6つの産業のシェア効果の合計は4%に過ぎない。

（註6）個別成長効果を構成する生産性成長率は、生産性水準の初期値をどのように設定するかに関係なく、同じ値をとるためである。この点は付録3を参

照されたい。

(註7) 一部地域でシェアの変動とシェア効果貢献度の符号が一致しない直接の原因は、一部の地域で $\ln TFP$ および(2)式の右辺第1項によって計算されるシェア効果がマイナスの値をとることである。特にTörnqvist生産性指数は循環性を持たないため、生産性水準の初期値をすべての地域で1.000に設定せざるを得ないことから、この不一致が生じやすい。その解決策として、Törnqvist生産性指数に基づいた地域別貢献度分析において、生産性水準の初期値を1.000ではなく、例えば100に設定して計測するという考え方もある(Suhariyanto and Thirtle, 2001)。しかしながら、地域別貢献度分析が地域別生産性水準に各地域のウェイトを乗じて全国生産性水準に集計するところから出発・派生した分析であることを踏まえれば、生産性水準の初期値を100倍して計測することへの留意点が生じる。その一方、生産性水準が100という値で算出されれば、シェアの変動とシェア効果貢献度の符号が不一致となる問題は回避される。ただし、地域別データを使ってMalmquist生産性指数を適用した分析のように、生産性水準以外に技術効率水準も1を基準とした形で計測される点を踏まえれば、加重平均値に対応する技術効率水準の集計値も1を基準とした値になっていなければ整合性がとれない。ここでは詳細な計測結果までは提示しないが、multilateral生産性指数に基づいた生産性水準の初期値を100倍して地域別貢献度を実際に分析すると、個別成長効果の貢献度は表1および表5と同じ値が得られ、変化はなかったが、シェア効果の貢献度は-171%から271%までの値をとり、表6におけるシェアの変動と比較すると、より大きな数値となった(表6のシェア効果の貢献度は-4%から12%)。この点は近藤他(2010a)が行ったTörnqvist生産性指数に基づいた地域別貢献度分析でも生産性水準の初期値を100倍して計測した結果、個別成長効果の貢献度は表7と同じ数値が得られ、不変であったが、シェア効果の貢献度は-181%から282%までの値となった。以上、こうしたシェア効果貢献度の計測結果を踏まえ、本稿の地域別貢献度分析においては、生産性水準の初期値を100倍した計測方法は採用しなかった。

(註8) multilateral生産性指数に関する1年目の生産性水準の計測方法は近藤他(2010b)の(2)式を参照されたい。なお、multilateral生産性指数は循環性を有するがゆえに、どの地域を基準としても地域間における生産性水準の大小関係(順位)は不変である。

(註9) Törnqvist生産性指数でもmultilateral生産性指数のように、1年目のクロスセクション・データを使った生産性水準は計算上可能である。しかしながら、循環性を持たないTörnqvist生産性指数では、どの地域を基準とするかによって、地域間における生産性水準の大小関係(順位)が変動し、不一致が生じ得る。つまり、基準地域の選定に際して、恣意性が免れない事情からTörnqvist生産性指数を用いた近藤他(2010a)では生産性水準の初期値を全地域で1.000と仮定されているが、この循環性問題は、multilateral生産性指数では生じない。

(註10) 一国内の農業生産性分析と多国間の農業生産性分析に関しては、以下の相違点・問題点がある。第一に、同じ年における国内の地域間の価格差は小さく同じ年ならどの地域の価格も一定としてデフレートした実質値の時系列値を得ることは比較的容易である。一方、同じ年における国と国の間は極めて大きく、国家間の物価を調整できる購買力平価データなどを用いて、同じ年における物価水準の調整・デフレートを行うまでの新たなデータや新たな計算処理が必要となる。第二に、購買力平価データも、GDPに対する程度のものしかなく、これで代用せざるを得ないデータ上の制約がある(詳細は新開(1991)の第5章を参照されたい)。

(註11) ただし、時系列データを使って単純に生産性の年平均成長率のみを国際比較することは、循環性の欠如は大きな問題にはならないため、Törnqvist生産性指数の適用で可能である。

引用文献

- [1] Bernard, A. B. and C. Jones (1996) Productivity across Industries and Countries: Time Series Theory and Evidence, *Review of Economics and Statistics* 78: 135-146.
- [2] Caves, D. W., L. R. Christensen and W. E. Diewert (1982a) Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity using Superlative Index Numbers, *Economic Journal* 92: 73-86.
- [3] Caves, D. W., L. R. Christensen and W. E. Diewert (1982b) The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity, *Econometrica* 50: 1393-1414.
- [4] Fuglie, K. O., S. L. Wang and V. E. Ball (2012) *Productivity Growth in Agriculture: An International Perspective*, CAB International, London, UK.

- [5] 深川博史 (2002)『市場開放下の韓国農業 農地問題と環境農業への取り組み』九州大学出版会.
- [6] 近藤功庸・山本康貴 (2004)「減反開始期以降におけるわが国稲作生産性変化に対する地域別貢献度分析」『2004年度日本農業経済学会論文集』: 83-89.
- [7] 近藤功庸・山本康貴 (2006)「地域別稲作生産性変化がわが国稲作生産性変化に及ぼす貢献度の要因分析 - 減反開始期以降を対象として -」『2005年度日本農業経済学会論文集』: 124-129.
- [8] 近藤功庸・山本康貴・慎鑑光 (2009)「韓国における稲作生産性の地域別推移」『2009年度日本農業経済学会論文集』: 591-594.
- [9] 近藤功庸・山本康貴・慎鑑光 (2010a)「韓国稲作生産性変化に対する地域別貢献度分析」『農林業問題研究』46(1): 137-140.
- [10] 近藤功庸・山本康貴・慎鑑光 (2010b)「韓国における稲作生産性水準の地域間格差 - 循環性を有する生産性指数からの接近 -」『2010年度日本農業経済学会論文集』: 448-455.
- [11] Sheng, Y., X. Tian, W. Qiao and C. Peng (2020) Measuring Agricultural Total Factor Productivity in China: Pattern and Drivers over the Period of 1978-2016, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 64: 82-103.
- [12] Suhariyanto, K., and C. Thirtle (2001) Asian Agricultural Productivity and Convergence, *Journal of Agricultural Economics* 52: 96-110.
- [13] 新開陽一 (1991)『通論 国際経済』岩波書店.
- [14] 高安雄一 (2010)「韓国における米専業農の規模拡大に関する考察」『2010年度日本農業経済学会論文集』: 464-471.

付録

本付録では、各地域におけるTörnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の計測結果に関し、その類似性を示すため、生産性指数の推移をプロット・比較した図を提示する。なお、図の提示に先立ち、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の計測式を以下に示し、生産性の年平均成長率と生産性の水準を計測する方法も併せて説明する。

付録1. Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の計測式

まず、 a 地域の t 年と $t+1$ 年に関するTörnqvist生産性指数 $TFP_a^{t+1,t}$ は(A1)式のようになる。ただし、生産物は1種類とする。

$$\ln TFP_a^{t+1,t} = \ln TFP_a^{t+1} - \ln TFP_a^t \\ = (\ln Y_a^{t+1} - \ln Y_a^t) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (W_{a,i}^{t+1} + W_{a,i}^t) (\ln X_{a,i}^{t+1} - \ln X_{a,i}^t) \quad \dots\dots\dots (A1)$$

(A1)式において、 TFP_a^t はTörnqvist生産性指数における a 地域の t 年に関する生産性水準、 Y_a^t は a 地域の t 年に関する産出量水準、 $X_{a,i}^t$ は a 地域の t 年に関する i 番目の生産要素の投入量水準、 $W_{a,i}^t$ は a 地域の t 年に関する i 番目の生産要素のコスト・シェアである。(A1)式のように、Törnqvist生産性指数は t 年と $t+1$ 年における生産性変化として計算される点に注意されたい。さらにTörnqvist生産性指数は産出量指数と投入量指数に分解できる。具体的には、(A1)式で言えば、 $(\ln Y_a^{t+1} - \ln Y_a^t)$ が産出量指数であり、 $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (W_{a,i}^{t+1} + W_{a,i}^t) (\ln X_{a,i}^{t+1} - \ln X_{a,i}^t)$ が投入量指数となる(ただし、厳密には $(\ln Y_a^{t+1} - \ln Y_a^t)$ にexponentialをとったものを産出量指数と言い、投入量指数についてもexponentialをとる必要がある。詳細はCaves et al. (1982b)を参照されたい)。

他方、 a 地域の t 年と $t+1$ 年に関するmultilateral生産性指数 $MTFP_a^{t+1,t}$ は(A2)式のようになる。

$$\ln MTFP_a^{t+1,t} = \ln MTFP_a^{t+1} - \ln MTFP_a^t \\ = (\ln Y_a^{t+1} - \ln Y_a^t) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \{ (W_{a,i}^{t+1} + \overline{W}_i) (\ln X_{a,i}^{t+1} - \ln \overline{X}_i) - (W_{a,i}^t + \overline{W}_i) (\ln X_{a,i}^t - \ln \overline{X}_i) \} \quad \dots\dots\dots (A2)$$

(A2)式において、 $MTFP_a^t$ はmultilateral生産性指数における a 地域の t 年に関する生産性水準、 $\ln \overline{X}_i$ は i 番目の生産要素の自然対数をとった投入量水準に関する全地域・全期間の算術平均値、 $\overline{W}_i$ は i 番目の生産要素のコスト・シェアに関する全地域・全期間の算術平均値である。それ以外の変数については、(A1)式の定義と同様である。

(A1)式のTörnqvist生産性指数と同様、multilateral生産性指数も t 年と $t+1$ 年における生産性変

化として計算される点に注意されたい。さらに multilateral 生産性指数は Törnqvist 生産性指数と同じように、産出量指数と投入量指数に分解できる。すなわち、(A2) 式で言えば、 $(\ln Y_a^{t+1} - \ln Y_a^t)$ が産出量指数であり、 $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \{ (W_{a,i}^{t+1} + \bar{W}_i) (\ln X_{a,i}^{t+1} - \ln X_i^t) - (W_{a,i}^t + \bar{W}_i) (\ln X_{a,i}^t - \ln X_i^t) \}$ が投入量指数となる（ただし、厳密には $(\ln Y_a^{t+1} - \ln Y_a^t)$ に exponential をとったものを産出量指数と言い、投入量指数についても exponential をとる必要がある。詳細は Caves et al. (1982a) を参照されたい）。

付録 2. Törnqvist 生産性指数と multilateral 生産性指数の類似性

前述のように、Törnqvist 生産性指数と multilateral 生産性指数はともに、2 年間 (t 年と $t+1$ 年) の生産性変化として計測される。それを踏まえ、以下では生産性変化率と生産性水準の違いを整理するため、京畿道の計測結果を例示して検討する（付表 1、2）。ただし、下記の数値は (A1) 式と (A2) 式の数値に exponential をとって自然対数を外したものである。自然対数が外されているため、生産性指数 = 産出量指数 ÷ 投入量指数となる。この点は、生産性が産出量 ÷ 投入量で定義されることに対応する。

付表 1 と 2 とを比較すると、表 10 において両指

数の年平均成長率に大きな違いが認められなかったのと同様、各年次間の変化で見ても両生産性指数間で大きな違いは認められない。また、産出量指数と投入量指数に分解した場合でも、Törnqvist 生産性指数と multilateral 生産性指数との違いは小さい。ただし、産出量指数は、(A1) 式と (A2) 式から分かる通り、Törnqvist 生産性指数と multilateral 生産性指数の間で全く同じ式となっている。そのため、付表 1 と付表 2 とで、産出量指数の数値も全く同じとなる。

なお、付表 1 において、Törnqvist 生産性指数による京畿道の生産性指数（生産性変化）の期間平均値は 1.008 となっているが、小数点第 4 位で四捨五入しなければ、1.007801 である。生産性の年平均成長率は、 $(1.007801 - 1) \times 100 = 0.7801\%$ $\approx 0.780\%$ と計算されるため、表 10 の数値となる。参考までに、産出量指数の年平均成長率は付表 1 の数値をそのまま使えば、 $(1.003 - 1) \times 100 = 0.3\%$ となり、投入量指数の年平均成長率も $(0.996 - 1) \times 100 = -0.4\%$ となる。年平均成長率で見た場合、生産性指数に対する産出量指数と投入量指数の関係は、

生産性指数の年平均成長率 (%) = 産出量指数の年平均成長率 (%) - 投入量指数の年平均成長率 (%)

と引き算の形になる。ただし、上記の数値を使うと、上式の右辺は $0.3\% - (-0.4\%) = 0.7\%$ とな

付表 1. 京畿道に関する Törnqvist 生産性指数の計測結果

期間	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	期間平均値
生産性指数	0.975	1.097	1.039	1.018	0.992	0.959	1.021	1.009	0.919	1.064	1.020	0.994	1.008
産出量指数	0.950	1.084	1.047	0.984	1.012	1.002	1.008	1.005	0.860	1.077	1.021	1.011	1.003
投入量指数	0.975	0.988	1.008	0.966	1.020	1.044	0.988	0.996	0.935	1.013	1.001	1.018	0.996

註 1：付表 1 の数値は、近藤他 (2010b) で計測した結果を示したものである。

註 2：表頭における期間の数値に関して、例えば 94/95 は 1994 年と 1995 年を意味する。

註 3：期間平均値は 94/95 から 05/06 までの数値をすべて幾何平均により算出した。

付表 2. 京畿道に関する multilateral 生産性指数の計測結果

期間	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	期間平均値
生産性指数	0.973	1.095	1.037	1.016	0.992	0.959	1.021	1.009	0.922	1.063	1.019	0.993	1.007
産出量指数	0.950	1.084	1.047	0.984	1.012	1.002	1.008	1.005	0.860	1.077	1.021	1.011	1.003
投入量指数	0.976	0.990	1.009	0.968	1.020	1.045	0.987	0.995	0.932	1.013	1.002	1.018	0.996

註 1：付表 2 の数値は、近藤他 (2010b) で計測した結果を示したものである。

註 2：表頭における期間の数値と期間平均値に関しては、付表 1 と同様である。

り、生産性指数の年平均成長率0.780%には一致しない。一致しない理由は、以下の通りである。

説明を簡単化するため、 TFP を生産性指数、 Y を産出量指数、 X を投入量指数とする。これらの指数はいずれも時間 t で微分可能であると仮定する。そこで、生産性指数 TFP は以下のように定式化される。

$$TFP = Y/X \dots\dots\dots (A3)$$

次に、(A3) 式に自然対数を取り、時間 t で微分する。

$$\ln TFP = \ln Y - \ln X \dots\dots\dots (A4)$$

$$\frac{d \ln TFP}{dt} = \frac{d \ln Y}{dt} - \frac{d \ln X}{dt} \dots\dots\dots (A5)$$

$$\frac{\frac{d TFP}{TFP}}{\frac{dt}} = \frac{\frac{d Y}{Y}}{\frac{dt}} - \frac{\frac{d X}{X}}{\frac{dt}} \dots\dots\dots (A6)$$

この (A6) 式において、左辺は生産性指数の年平均成長率 (%) を表し、右辺第 1 項は産出量指数の年平均成長率 (%)、同第 2 項は投入量指数の年平均成長率 (%) を表す。従って、

生産性指数の年平均成長率 (%) = 産出量指数の年平均成長率 (%) - 投入量指数の年平均成長率 (%)

という関係が導かれる。

ところで、(A5) 式の左辺と右辺の各項は極限を使うと、(A7) 式のように表される。

$$\begin{aligned} \frac{d \ln TFP}{dt} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \ln TFP}{\Delta t}, \quad \frac{d \ln Y}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \ln Y}{\Delta t}, \\ \frac{d \ln X}{dt} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \ln X}{\Delta t} \dots\dots\dots (A7) \end{aligned}$$

(A7) 式から極限を除くと、(A8) 式のように近似される。

$$\begin{aligned} \frac{d \ln TFP}{dt} &\approx \frac{\Delta \ln TFP}{\Delta t}, \quad \frac{d \ln Y}{dt} \approx \frac{\Delta \ln Y}{\Delta t}, \\ \frac{d \ln X}{dt} &\approx \frac{\Delta \ln X}{\Delta t} \dots\dots\dots (A8) \end{aligned}$$

(A8) 式を使うと、(A5) 式に対する近似式、すなわち (A9) 式が得られる。

$$\frac{\Delta \ln TFP}{\Delta t} \approx \frac{\Delta \ln Y}{\Delta t} - \frac{\Delta \ln X}{\Delta t} \dots\dots\dots (A9)$$

ここで、(A5) 式から (A9) 式までの数式展

開から言えることは、(A5) 式または (A6) 式における「産出量指数の年平均成長率 (%) - 投入量指数の年平均成長率 (%)」が厳密に「生産性指数の年平均成長率 (%)」に一致するのは、時間の変分 Δt を限りなく 0 に近付けた場合においてのみ成立することである。換言すれば、時間に関し連続的な変数 (データ) を用いることが前提となる。

しかしながら、われわれが実際に扱っているデータは時間に関し連続的なデータではなく、1 年ごとの離散的なデータである。そのため、「産出量指数の年平均成長率 (%) - 投入量指数の年平均成長率 (%)」の計算は (A5) 式または (A6) 式ではなく、(A9) 式を用いることになる。従って、前述の「生産性指数の年平均成長率 0.780%」と「産出量指数の年平均成長率 - 投入量指数の年平均成長率 0.7%」の差 0.080% は近似によって生じた誤差と解釈される。

同様に、付表 2 においても、multilateral 生産性指数による京畿道の生産性指数 (生産性変化) の期間平均値は 1.007 となっているが、小数点第 4 位で四捨五入しなければ、1.007476 である。生産性の年平均成長率は、 $(1.007476 - 1) \times 100 = 0.7476\% \approx 0.748\%$ となり、表 10 の数値に一致する。また、multilateral 生産性指数でも、年平均成長率で見た産出量指数と投入量指数の関係は Törnqvist 生産性指数の場合と同様であるため、計算例は省略する。

一方、繰り返すように、Törnqvist 生産性指数と multilateral 生産性指数は 2 年間 (t 年と $t+1$ 年) の生産性変化であるが、以下では、それを各年次の生産性水準に変換する方法を提示する。Törnqvist 生産性指数に関しては、各年次の生産性水準は以下のように計算できる。

まず、(A1) 式の 1 行目 ($\ln TFP_a^{t+1,t} = \ln TFP_a^{t+1} - \ln TFP_a^t$) から自然対数を外すと、

$$TFP_a^{t+1,t} = \frac{TFP_a^{t+1}}{TFP_a^t} \dots\dots\dots (A10)$$

となり (ただし、添え字の a は京畿道とする)、1994 年と 1995 年の生産性変化 $TFP_a^{95,94}$ は (A11) 式のようになる。

$$TFP_a^{95,94} = \frac{TFP_a^{95}}{TFP_a^{94}} \dots\dots\dots (A11)$$

本稿では計測期間を1994年から2006年としているが、各年次の生産性水準の数値を得る上で、生産性水準の初期値（つまり、1994年の生産性水準）をどのように設定するかが問題となる。例えば、本稿の表8のように、初期値を1.000に設定する方法もあるが、本付録の目的はTörnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の計測結果の類似性を示すことであるため、図示する際に、両生産性指数の差が明確に把握できるようにする必要がある。そのため、Sheng et al. (2020) に依拠して、各指数に対する1994年の生産性水準を100に設定し、各年次の生産性水準を計算していく。付表1に示したTörnqvist生産性指数による京畿道の生産性指数を使うと、1995年の生産性水準 TFP_a^{95} は

$$TFP_a^{95} = TFP_a^{94} \times \frac{TFP_a^{95}}{TFP_a^{94}} = 100 \times 0.975 = 97.5$$

…………… (A12)

となる。1996年の生産性水準 TFP_a^{96} は

$$TFP_a^{96} = TFP_a^{94} \times \frac{TFP_a^{95}}{TFP_a^{94}} \times \frac{TFP_a^{96}}{TFP_a^{95}} = 100 \times 0.975 \times 1.097 = 106.9$$

…………… (A13)

となり、1997年以降の生産性水準の計算も

(A13) 式に生産性変化の数値 $\frac{TFP_a^{97}}{TFP_a^{96}}$ などを累積的に乗ずればよいことになる。(A12) 式と (A13) 式を一般化すれば、2年目以降の生産性水準は (A14) 式のように計算される。

$$TFP_a^t = TFP_a^1 \cdot \prod_{h=1}^{t-1} \left(\frac{TFP_a^{h+1}}{TFP_a^h} \right) \dots\dots\dots (A14)$$

ただし、(A14) 式において、 TFP_a^1 は a 地域における1年目の生産性水準である。

また、multilateral生産性指数に関する各年次の生産性水準も付録4の推移図の作図に際しては、Sheng et al. (2020) に依拠して1994年の生産性水準を100に設定し、(A5) 式から (A7) 式のように各年次の生産性水準を計算した。一方、multilateral生産性指数における生産性水準の初期値に関しては、表5で示したように近藤他 (2010b) の(2)式を使って、生産性水準の地域間格差を計測する場合がある点に注意されたい。加えて、表9に示したmultilateral生産性水準の平均値は、(A14) 式に従って、表5の生産性水準

の初期値と1994年/1995年以降における生産性変化から各年次における各地域の生産性水準を計測し、その値の期間平均値（幾何平均値）を求めたものである。ただし、生産性水準の初期値をどのように設定するかは分析目的によって異なると言える。さらに、Malmquist生産性指数を適用した場合の生産性水準の計測方法は近藤・山本 (2004) で提示されているので、併せて参照されたい。

最後に、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の計測結果の類似性を示すため、上記の手順に従って、各指数に対する初期水準を100に設定し、各指数を各年次の水準に変換した上で作図した。また、既述の通り、両生産性指数はそれぞれ産出量指数と投入量指数に分解できることから、これらの指数も初期水準を100として水準に変換した上で、その推移も併せて図示した。無論、産出量指数と投入量指数に関する各年次の水準へ変換する方法は、生産性指数の場合と同様、(A14) 式のように行われる。

後掲する付録4の推移図において、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数を構成する産出量指数はまったく同じ方法で計算されるため、同じ数値となり、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の推移図においては同じ動きを示すことになる。一方、投入量指数に関しては、Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の間で計算方法が異なるものの、ほぼ同じ値をとっているため、投入量指数も同様の推移を示していることが見て取れよう。

付録3. 個別成長効果における生産性の年平均変化率が生産性水準の初期値に影響を受けない理由

地域別貢献度分析における個別成長効果は生産性水準に自然対数をとった場合、以下のように表された。

$$w \cdot \Delta \ln TFP \dots\dots\dots (A15)$$

表1と表6の計測結果から、個別成長効果の貢献度は生産性水準の初期値設定に関し、どの地域を基準とするかに関係なく、個別成長効果貢献度の数値に変動はなかった。その理由を明らかにす

るため、(A15) 式において、対数化生産性水準をさらに (A16) 式のように生産性の変化率として展開する。

$$\Delta \ln TFP = \frac{\Delta TFP}{TFP} \dots\dots\dots (A16)$$

いま a 地域の1994年から2006年における生産性の年平均成長率 $\Delta TFP_a^{06, 94}$ は (A17) 式のように計算される。

$$\% \Delta TFP_a^{06, 94} = \left\{ \left(\frac{TFP_a^{06}}{TFP_a^{94}} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 \right\} \times 100 \dots\dots (A17)$$

ここで、(A17) 式において a 地域の2006年における生産性水準 TFP_a^{06} は (A14) 式から、(A18) 式のように算出される。

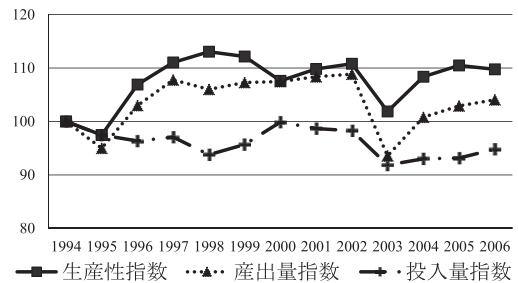
$$TFP_a^{06} = TFP_a^{94} \times \frac{TFP_a^{95}}{TFP_a^{94}} \times \frac{TFP_a^{96}}{TFP_a^{95}} \times \dots \times \frac{TFP_a^{06}}{TFP_a^{05}} \dots\dots\dots (A18)$$

次に、(A17) 式の小括弧の中を (A18) 式を使って表すと、(A19) 式ようになる。

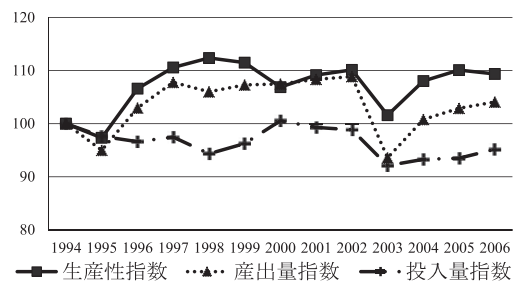
$$\begin{aligned} \frac{TFP_a^{06}}{TFP_a^{94}} &= \frac{TFP_a^{94} \times \frac{TFP_a^{95}}{TFP_a^{94}} \times \frac{TFP_a^{96}}{TFP_a^{95}} \times \dots \times \frac{TFP_a^{06}}{TFP_a^{05}}}{TFP_a^{94}} \\ &= \frac{TFP_a^{95}}{TFP_a^{94}} \times \frac{TFP_a^{96}}{TFP_a^{95}} \times \dots \times \frac{TFP_a^{06}}{TFP_a^{05}} \dots\dots\dots (A19) \end{aligned}$$

以上のように、(A19) 式の右辺 1 行目において分子の先頭 TFP_a^{94} と分母にある生産性水準の初期値 TFP_a^{94} は約分されるため、生産性の年平均成長率がとり得る値は生産性水準の初期値をどのように設定するかに関係ないことが分かる。よって、生産性水準の初期値設定において、京畿道と全羅南道のどちらを基準としても、個別成長効果の貢献度は変動しないことになる。

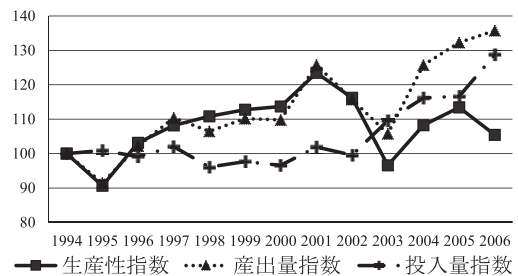
付録 4. Törnqvist生産性指数とmultilateral生産性指数の推移図



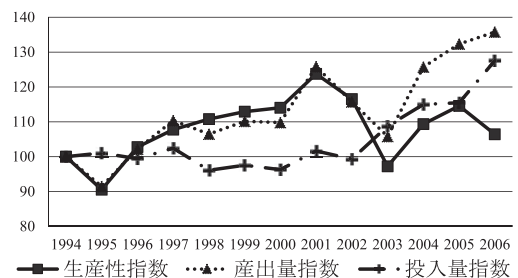
付図 1. 京畿道のTörnqvist生産性指数



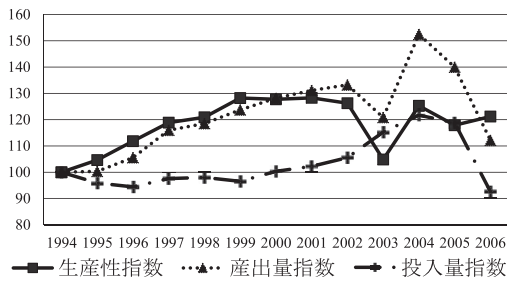
付図 2. 京畿道のmultilateral生産性指数



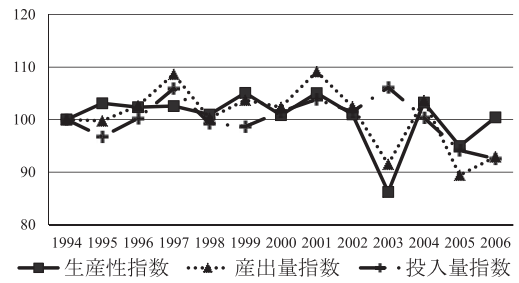
付図 3. 江原道のTörnqvist生産性指数



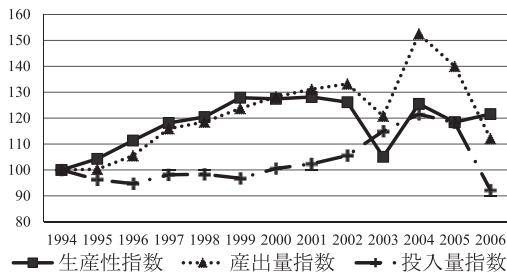
付図 4. 江原道のmultilateral生産性指数



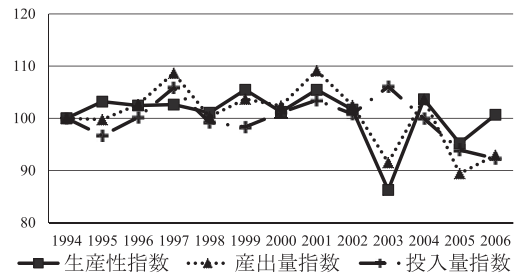
付図 5. 忠清北道のTörnqvist生産性指数



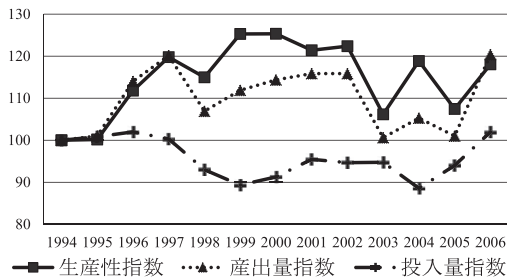
付図 9. 全羅北道のTörnqvist生産性指数



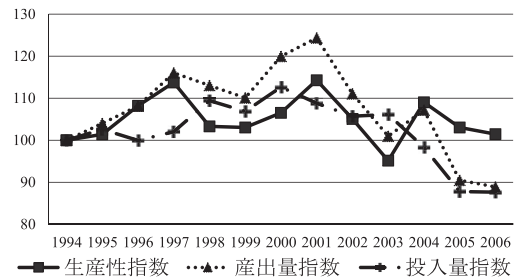
付図 6. 忠清北道のmultilateral生産性指数



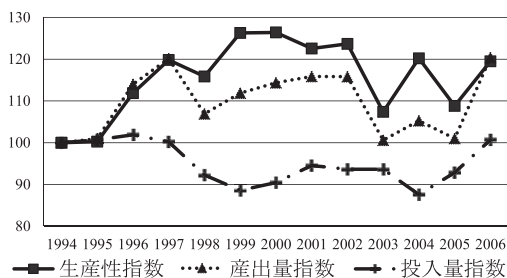
付図10. 全羅北道のmultilateral生産性指数



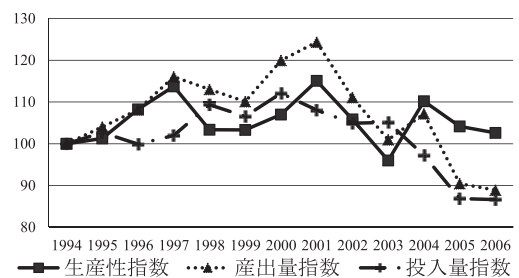
付図 7. 忠清南道のTörnqvist生産性指数



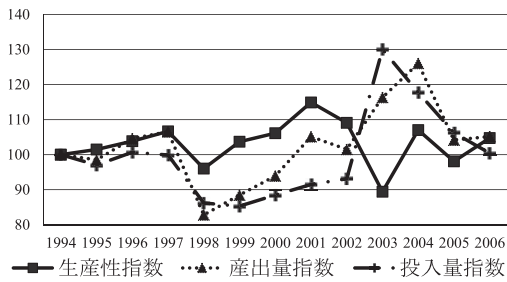
付図11. 全羅南道のTörnqvist生産性指数



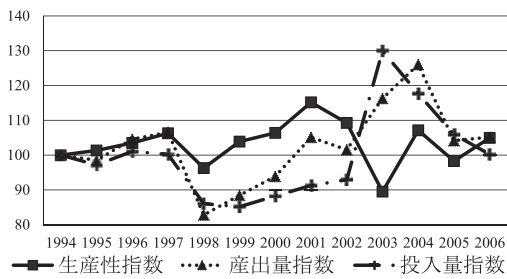
付図 8. 忠清南道のmultilateral生産性指数



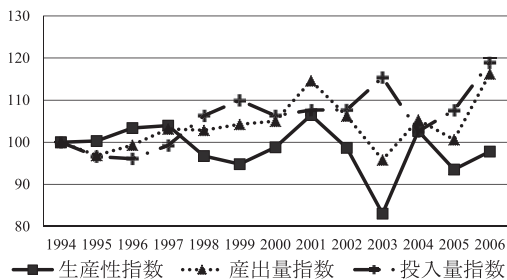
付図12. 全羅南道のmultilateral生産性指数



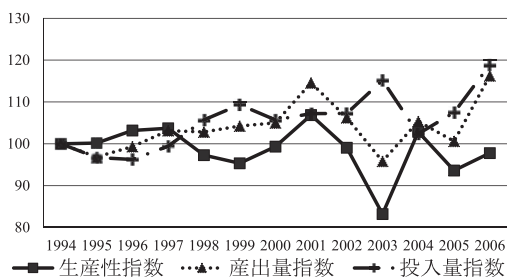
付図13. 慶尚北道のTörnqvist生産性指数



付図14. 慶尚北道のmultilateral生産性指数



付図15. 慶尚南道のTörnqvist生産性指数



付図16. 慶尚南道のmultilateral生産性指数

