

干ばつリスクと作物被害を考慮した経済成長分析：
 パキスタンを対象とした多地域多産業モデル
 Economic Growth Model under Drought Stress and Lean Harvest:
 Multi-Sector and Multi-Region Model of Pakistan

○石渡 裕明・鈴木 悠史・横松 宗太・澤田 洋平・小池 俊雄

○Hiroaki ISHIWATA, Yushi SUZUKI, Muneta YOKOMATSU, Yohei SAWADA, Toshio KOIKE

Drought has often occurred in Pakistan. The drought has been one of the most significant factors which weakens the Pakistan economy since the main sector of Pakistan is agriculture and the drought damages the crops. Although irrigation facilities are beneficial to the drought, agricultural productivity remains in the low level by the aging of irrigation facilities. The purpose of this paper is quantitatively to show the economic growth of Pakistan under the drought stress and the lean harvest and to analyze the effect on the irrigation facilities. We formulate the multi-sector and multi-region economic growth model with Leaf Area Index (LAI) and the irrigation facilities,

1. はじめに

1999年から2001年に甚大な被害をもたらした干ばつをはじめ、パキスタンでは頻繁に干ばつが発生している。パキスタンの経済調査によると、干ばつは経済成長を妨げる最も大きな要因の一つとなっている。

パキスタンの主産業は農業であり、農業が経済の柱となっているため、干ばつにより作物被害が大きな経済的損失になる。特に、農業地帯である Punjab Province や Sindh Province は他の地域よりも大きな負の影響を受ける。その結果、経済成長が阻害され、貧困者を増大させる原因となっている。

干ばつによる農業への影響を緩和するためには、灌漑施設が重要となるが、灌漑施設の老朽化により農業生産性は低い状態に留まっている。よって、灌漑施設の整備を促進し、灌漑用水の効率的な利用を通じて、農業生産性の向上を図ることが干ばつの影響を緩和する有効な手段となる。

このように、干ばつリスクは地域や産業毎に異なり、特に農業に関しては灌漑施設の整備水準により影響が異なってくる。そこで、本研究では多地域多産業モデルに灌漑施設の整備水準を導入し、干ばつリスク下におけるパキスタンに経済成長および灌漑施設の整備効果を定量的に示すことを目的とする。

2. モデルの枠組み

本モデルは、新古典派成長モデルの地域および産業を複数化したモデルをベースとするものである。

2.1 経済空間

本モデルの経済は、完全競争的な市場を持つ1国の閉鎖型経済を仮定する。経済空間には、家計および企業の経済主体、Punjab Province、Sindh Province、Rest of Pakistanの3地域、農業、工業、サービス、生活用水の4産業が存在する。

2.2 生産技術

各産業の生産技術は、規模に関する収穫一定を仮定する。

農業部門における農地は Calzadilla et al. (2011) の GTAP-W モデルにて適用された土地と水の合成財とし、葉面積指数(LAI)にて表現する。GTAP-W モデルをはじめとするこれまでの農業 CGE モデルでは LAI を扱えていなかったが、新古典派成長モデルを用いた本研究により、LAI を扱うことが可能となった。灌漑農地における利用可能な水の総量は、降雨量に加えて、河川からの灌漑水、地下からの灌漑水の和とする。灌漑施設の整備水準は政策変数として与える。

$$\begin{aligned}
 X_{hi} &:= \{\beta_{Thi} T_{hi}^{\alpha_{Xji}} + \beta_{Zhi} Z_{hi}^{\alpha_{Xji}}\}^{1/\alpha_{ai}}, \\
 Z_{1i} &= Z_{1i}^p + \varepsilon_i^s Z_{1i}^s + \varepsilon_i^g Z_{1i}^g, \\
 Z_{2i} &= Z_{2i}^p, \quad \text{for all } i.
 \end{aligned}$$

ただし、 $h \in \{1,2\}$ は農地区分 ($h = 1$ は灌漑農地、 $h = 2$ は灌漑農地)、 $i \in \{1,2,3\}$ は地域 ($i = 1$ は Punjab Province、 $i = 2$ は Sindh Province、 $h = 3$ は Rest of Pakistan)、 X_{hi} は LAI、 T_{hi} は土地、 Z_{hi} は利用可能な水の総量、 Z_{hi}^p 、 Z_{hi}^s 、 Z_{hi}^g 、はそれぞれ降雨量、河川水量、地下水量、 ε_i^s 、 ε_i^g はそれぞれ河川と地下の灌漑施設の整備水準、 β_{Thi} 、 β_{Zhi} 、 α_{Xji} はパラメータとする。

農業部門の生産は、労働、資本、農地、水の4生産要素を必要とするものとする。農地は、灌漑農地と天水農地の2種類が存在するものと仮定する。

$$F^{ai}(AL_{ai}, K_{ai}, A_{X1}X_{1i}, A_{X2}X_{2i}) \\ := B_{ai}\{\beta_{Lai}(AL_{ai})^{\alpha_{ai}} + \beta_{Kai}K_{ai}^{\alpha_{ai}} \\ + \beta_{X1i}(A_{X1}X_{1i})^{\alpha_{ai}} + \beta_{X2i}(A_{X2}X_{2i})^{\alpha_{ai}}\}^{1/\alpha_{ai}}$$

ただし、 $j \in \{a, m, s, w\}$ は産業区分 ($j = a$ は農業部門、 $j = m$ は工業部門、 $j = s$ はサービス部門、 $j = w$ は水部門)、 F^{ji} は生産量、 A は労働生産性、 A_{X_i} は LAI の生産性、 L_{ji} は労働、 K_{ji} は資本、 β_{Lji} 、 β_{Kji} 、 β_{Xji} 、 α_{ai} はパラメータとする。

工業部門およびサービス部門の生産は、労働、資本、土地の3生産要素を必要とする。生産関数は農業部門と同様に、CES型を仮定する。

生活用水部門の生産は、生産要素を必要とせず、確率的に定まる降水量により決まるものとする。

2.3 均衡

家計は労働市場、資本市場、土地市場に対して、全ての生産要素を投資し、全ての生産財を消費する。そして、需要と供給が一致するような形で、全ての市場が均衡する。なお、所得に対する家計の貯蓄率は一定とし、貯蓄は資本として蓄積されるものとする。

3. ケーススタディ

パキスタンの統計データを用いてケーススタディを実施した。社会経済データは、世界銀行の World Development Indicators (WDI) を利用し、LAI は Sawada et al. (2014a)および Sawada and Koike (2014b)を参考に設定した。

ケーススタディの実施結果の一例を次の図に示す。

灌漑施設の整備水準が高いほど、GDP の成長が大きくなることが確認できる。

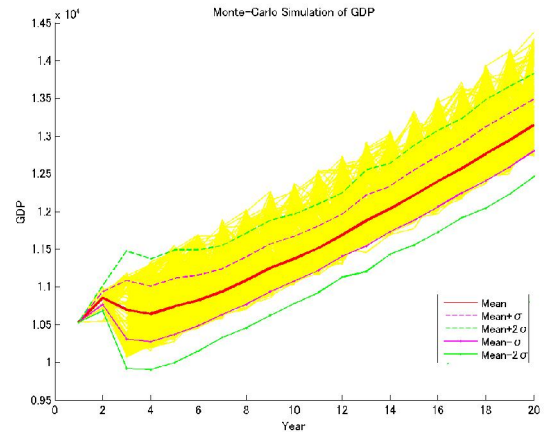


Fig. 1 Monte-Carlo Simulation of GDP

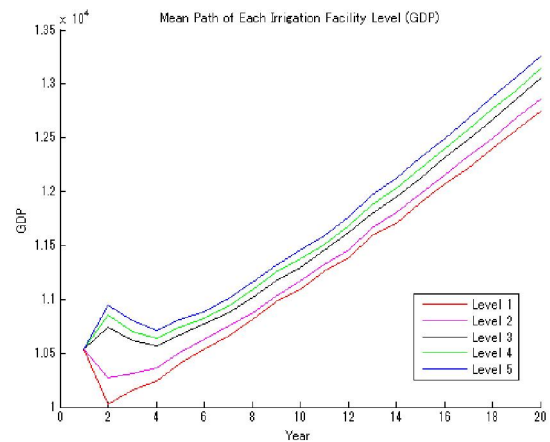


Fig. 2 Mean Path of Each Irrigation Facility level

4. 参考文献

- (1) Calzadilla, A. (2011): The GTAP-W model: accounting for water use in agriculture, Working paper of Kiel Institute, No. 1745.
- (2) Sawada, Y. et al. (2014): Modeling hydrologic and ecologic responses using a new eco-hydrological model for identification of droughts, Water Resources Research, Volume 50, Issue 7, pages 6214-6235.
- (3) Sawada, Y. and Koike, T. (2014): Simultaneous estimation of both hydrological and ecological parameters in an ecohydrological model by assimilating microwave signal, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Volume 119, Issue 14, pages 8839-8857.