

食料生産と消費に着目した要因分析に基づく淡水資源需給バランスの評価

Evaluation on Freshwater Supply-Demand Balances through Decomposition Analysis Focused on Food Production and Consumption

○山口陽平*¹⁾、吉川直樹¹⁾、天野耕二¹⁾、橋本征二¹⁾

Yohei Yamaguchi, Naoki Yoshikawa, Koji Amano, Seiji Hashimoto

1) 立命館大学

* rv0023hs@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

食料の生産と消費には多量の淡水資源が必要であり、これが淡水資源需給バランスの逼迫度（淡水需給逼迫度）を高めている恐れがある。Sun et al.¹⁾は、中国の北京市を対象に淡水需給逼迫度の変動要因を分析し、山口ら²⁾は世界各国の生産ベースの淡水需給逼迫度とその増減要因について評価したが、消費ベースの淡水需給逼迫度とその増減要因の分析はなされていない。

そこで、本研究では、生産ベースと消費ベースの両面から、世界各国の淡水需給逼迫度の増減要因を特定することを目的とした。

2. 研究方法

2.1 食料需給収支の推計

本研究では、食料需給収支の評価対象年は2010年、評価対象国は175カ国、評価対象品目は78品目とした。食料需給収支は、Yamaguchi et al.³⁾に基づいて、対象国別、品目別の食料供給量と食料需要量が等しくなるように推計した。

2.2 水需給バランス指標の要因分析

水需給バランス指標²⁾ (WBI) は淡水資源供給可能性に対する灌漑用水必要量の比である。生産ベースのWBI (PB-WBI) は淡水資源（灌漑用水）必要量を生産側に割り当てた場合のWBIを、消費ベースのWBI (CB-WBI) はそれを消費側に割り当てた場合のWBIを表す。PB-WBIに関しては、次式(1)のように5つの要因に分解し、完全要因分析⁴⁾を適用した(山口ら²⁾)。

$$WBI_k^{PB} = \frac{1}{TRWR_k} \cdot \frac{TWW_k}{AWW_k} \cdot \sum_{j=1}^{N_j} \left(PRO_k^{CAL} \cdot \frac{PRO_{j,k}^{CAL}}{PRO_k^{CAL}} \cdot \frac{WFI_{j,k}}{UCF_j \cdot IRE_{j,k}} \right) \quad (1)$$

ここで、 j は食料品目、 k は生産国、 PB は生産ベース、 CAL はカロリーベース、 WBI は水需給バランス指標、 $TRWR$ は淡水資源賦存量、 AWW は農業用水取水量、 TWW は総取水量、 PRO は国内生産量、 WFI は淡水消費原単位、 UCF はエネルギー換算係数、 IRE は灌漑効率、 N_j は対象品目の総数を表す。また、(1)式右辺の第

1項は気候要因 ($\Delta F1_PB$)、第2項は産業構造要因 ($\Delta F2_PB$)、第3項は生産規模要因 ($\Delta F3_PB$)、第4項は生産品目選好要因 ($\Delta F4_PB$)、第5項は淡水消費原単位要因 ($\Delta F5_PB$) である。

一方、CB-WBIに関しては、次式(2)のように6つの要因に分解し、完全要因分析⁴⁾を適用した(山口ら²⁾)。

$$WBI_i^{CB} = \frac{1}{TRWR_i} \cdot \frac{TWW_i}{AWW_i} \cdot \sum_{k=1}^{N_k} \sum_{j=1}^{N_j} \left(COM_i^{CAL} \cdot \frac{COM_{i,k}^{CAL}}{COM_i^{CAL}} \cdot \frac{COM_{i,k}^{CAL}}{COM_{j,k}^{CAL}} \cdot \frac{WFI_{j,k}}{UCF_j \cdot IRE_{j,k}} \right) \quad (2)$$

ここで、 i は消費国、 CB は消費ベース、 COM は国内消費量、 N_k は貿易相手国の総数を表す。 COM は国内生産由来の国内消費量 ($i=k$) または純貿易量 ($i \neq k$) を表す。純貿易量（輸入量から輸出量を減じたもの）が正の場合は純輸入量、負の場合は純輸出量を表す。また、(2)式右辺の第1項は気候要因 ($\Delta F1_CB$)、第2項は産業構造要因 ($\Delta F2_CB$)、第3項は消費規模要因 ($\Delta F3_CB$)、第4項は消費品目選好要因 ($\Delta F4_CB$)、第5項は生産地選好要因 ($\Delta F5_CB$)、第6項は淡水消費原単位要因 ($\Delta F6_CB$) である。

なお、PB-WBIとCB-WBIの双方とも、淡水需給逼迫度は3段階の判断基準により評価した(表1)。完全要因分析⁴⁾は、対象国 c （生産国 k または消費国 i ）のWBI (WBI_c) とWBI基準値 (WBI^0_c) との差 ΔWBI_c に対して適用した。ここで、 WBI^0_c は c 国から見た世界全体の平均的な淡水需給逼迫度を表す。

表1 淡水需給逼迫度の判断基準

Ranges of WBI	Intensities of WBI
$0 \leq WBI < 0.2$	Low
$0.2 \leq WBI < 0.4$	Moderate
$0.4 \leq WBI$	High

また、淡水消費原単位はwater footprintにおけるblue water（灌漑用水）を対象とし、その推計手法は山口ら²⁾に準じた。

3. 結果と考察

3.1 食料需給と淡水需給逼迫度との関係

図1にPB-WBIとカロリーベース国内生産量との関

係、図2にCB-WBIとカロリーベース純貿易量との関係をそれぞれ示す。ここで、PB-WBIとCB-WBIはそれぞれ、対数変換値である。

図1より、カロリーベース国内生産量が高い国は、淡水需給逼迫度の低い地域に集中している。図2より、カロリーベース純輸入量の高い国は、淡水需給逼迫度の高い地域に集中している。淡水需給逼迫度の低い国では国内生産が活発であり、淡水需給逼迫度の高い国では食料輸入への依存が高い傾向にあることがわかる。

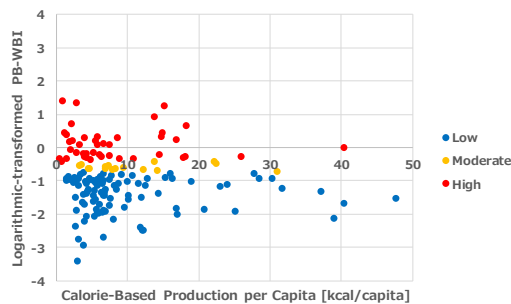


図1 PB-WBIとカロリーベース国内生産量との関係

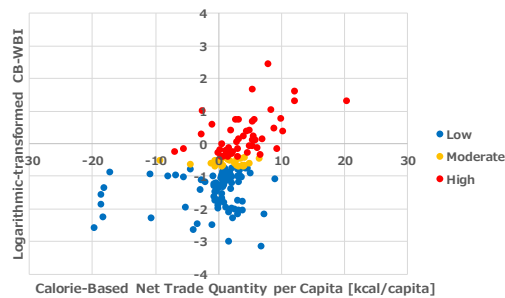


図2 CB-WBIとカロリーベース純貿易量との関係

3.2 淡水需給逼迫度の増減要因

PB-WBIの強度別国数の増加要因別および減少要因別シェアをそれぞれ、図3と図4に示す。また、CB-WBIの強度別国数の増加要因別および減少要因別シェアをそれぞれ、図5と図6に示す。

図3と図4より、PB-WBIは主に気候要因(57カ国)によって高められているが、生産品目選好要因(50カ国)によって軽減されていることがわかる。一方、図5と図6より、CB-WBIは主に消費品目選好要因(78カ国)によって高められているが、生産地選好要因(133カ国)によって軽減されていることがわかる。

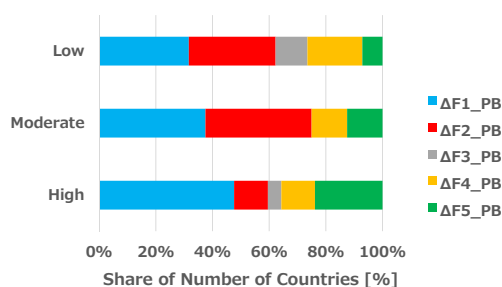


図3 PB-WBIの強度別国数の増加要因別シェア

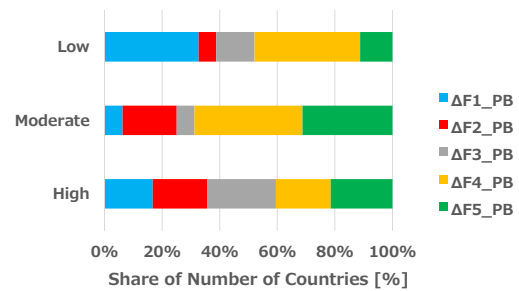


図4 PB-WBIの強度別国数の減少要因別シェア

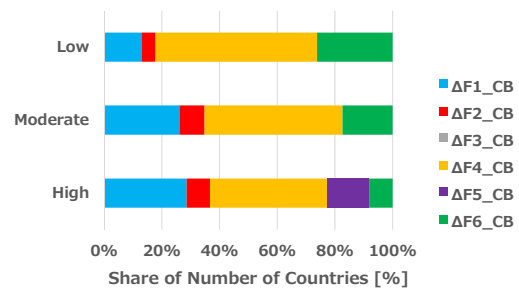


図5 CB-WBIの強度別国数の増加要因別シェア

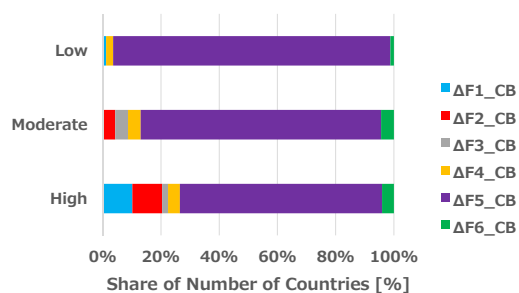


図6 CB-WBIの強度別国数の減少要因別シェア

4. まとめ

本研究では、PB-WBIとCB-WBIに完全要因分析を適用し、各々の増減要因を分析した。PB-WBIは主に気候要因によって高められているが、生産品目選好要因によって軽減されている。一方、CB-WBIは主に消費品目選好要因によって高められているが、生産地選好要因によって軽減されている。時系列データを用いた淡水需給逼迫度の要因分析は、今後の課題である。

引用文献

- 1) Sun S., Fu G., Bao C., Fang C.: Sci. Total Environ., 687 (15), (2019), pp 590-600.
- 2) 山口陽平, 吉川直樹, 天野耕二, 橋本征二: 第15回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, (2020), pp 220-221.
- 3) Yamaguchi Y., Yoshikawa N., Amano K., Hashimoto S.: Asia-Japan Research Academic Bulletin, 1, (2019), pp 1-27.
- 4) 三科善則, 室町泰徳: 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 67 (5), (2011), pp. I_89-I_100.