

食料貿易を考慮した食料需給バランスに基づく世界の淡水資源必要量の 現状評価

Evaluation of current global fresh water requirement based on food demand and supply balance considering food trade

○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.ritsumeai.ac.jp

1. はじめに

食料は人間活動の継続に不可欠であり、多量の淡水消費を要する。Shen et al.¹⁾によると、世界の農業用水取水量は世界全体の淡水消費量の70% (2,658 km³) に相当する。そのため、食料生産に要する土地や淡水資源の乏しい地域では、食料貿易が不可欠であり、輸入食料の生産時に消費された生産国の淡水資源を仮想水として間接消費せざるを得なくなる。仮想水を考慮した各国の淡水資源需給バランスの評価は重要である。

Mekonnen and Hoekstra²⁾は、国際貿易に伴う仮想水移動量を世界規模で評価した。しかし、各国の貿易収支や食料需給バランスは不明確である。また、各国の淡水資源需給バランスについても評価されていない。

本研究では、①食料貿易収支および食料需給バランスを推計し、②供給サイドと需要サイドの淡水資源必要量を比較評価した。また、③淡水資源必要量と淡水資源供給可能量を比較し、水ストレスを評価した。

2. 研究方法

2.1 食料貿易収支の推計

本研究では、評価対象年を2010年とし、216カ国、78食料品目を評価対象とした。貿易収支の基礎データとして、FAOSTATのFood Balance Sheets (FAO食料需給表)の輸入量データを用いた。FAOSTATのDetail Trade Matrix (FAO貿易収支表)の相手国別輸入量データに対してその欠損値を同表の相手国別輸出量データで補填し、これらに準拠してFAO食料需給表の輸入量データを輸入相手国別に配分した。その際、貿易相手国が不明な輸入量データはNot Identifiedに分類し、貿易収支の調整項目とした。これらを初期値とした食料貿易収支マトリックスを78品目別に作成した。

各々の食料貿易収支マトリックスについて、輸出国別に各成分の和をとり、FAO食料需給表の輸出量データと照合した。両者の値が一致するように、各成分をRAS法により調整し、各国間の貿易量を推計した。

2.2 食料需給バランスの推計

調整済み食料貿易収支マトリックスより、調整済み

輸入量 IQ_{ij} 、調整済み輸出量 EQ_{ij} を推計した。国内生産量 PRD_{ij} 、国内消費量 DSQ_{ij} 、在庫変動量 SV_{ij} とし、(1)式の食料需給バランスを推計した。正の場合を在庫減少量 $SD_{ij}=SV_{ij}$ 、負の場合を在庫増加量 $SI_{ij}=-SV_{ij}$ とした。添え字 i と j は各々、対象国と対象品目を表す。

$$PRD_{ij} + IQ_{ij} + SV_{ij} = DSQ_{ij} + EQ_{ij} \quad (1)$$

なお、国内消費量 DSQ_{ij} は、飼料、加工品原料、食料、種子、廃棄物、その他原料から構成される。飼料と加工品原料を中間需要、食料を最終需要と見なした。

2.3 淡水資源必要量の推計

本研究では、Green Water と Blue Water を対象に、供給サイドと需要サイドの淡水資源必要量を Water Footprint (WF) より評価した。供給サイドは、国内生産、輸入、在庫減少を対象とした。需要サイドは、最終需要、廃棄物、輸出、在庫増加を対象とした。また、農作物は栽培段階の直接消費水のみ、畜産物は飼料作物の栽培段階における直接消費水、家畜の飲用水、飼育環境維持に要する淡水消費を対象とした。

上記7つの食料需給項目それぞれにWF原単位³⁾を乗じて、各項目に由来するGreen Water消費量とBlue Water消費量を推計した。Blue Water消費量は、灌漑効率³⁾で除すことによりBlue Water取水量に換算した。

2.4 水ストレスの推計

本研究では、次式(2)より、Substantial Water Stress Index (SWSI) を定義し、国別に推計した。

$$SWSI_i = \frac{\sum_j N_j \{WR_{ij}(PRD) + WR_{ij}(SD) + WR_{ij}(IQ) - WR_{ij}(EQ)\}}{AWR_i} \quad (2)$$

ここで、 $WR_{ij}(PRD)$ 、 $WR_{ij}(SD)$ 、 $WR_{ij}(IQ)$ 、 $WR_{ij}(EQ)$ はそれぞれ、国内生産、在庫減少、輸入、輸出由来のBlue Water取水量、 AWR_i は淡水資源供給可能量、 N_j は品目 j の数を表す。水ストレスの判断基準⁴⁾を表1に示す。

表1 水ストレス判断基準⁴⁾

Range of Water Stress	Degrees of Water Stress
$WSI < 0.1$	No Stress
$0.1 \leq WSI < 0.2$	Low Stress
$0.2 \leq WSI < 0.4$	Moderate Stress
$0.4 \leq WSI < 0.8$	High Stress
$WSI \geq 0.8$	Very High Stress

3. 結果と考察

3.1 食料貿易収支と食料需給バランスの評価

コメに関する食料貿易収支と食料需給バランスの結果を表2と表3に示す。表2より、世界的に域内貿易が活発であることがわかる。表3より、アジアがコメの主要生産地であり、アフリカ、欧州、オセアニアでコメの輸入依存度が高いことがわかる。

表2 食料貿易収支 (Rice)

Unit: [千トン]	Africa	Asia	Europe	North America	Oceania	South America	Total
Africa	469	175	144	42	0	0	829
Asia	8,313	11,842	1,428	965	290	67	22,907
Europe	87	183	1,746	36	4	5	2,060
North America	316	966	121	1,754	32	210	3,400
Oceania	1	76	2	1	33	1	113
South America	374	260	245	559	0	940	2,378
Total	9,560	13,502	3,686	3,357	360	1,223	31,688

表3 食料需給バランス (Rice)

Unit: [千トン]	PRD	IQ	SD	Supply Side	DSQ	EQ	SI	Demand Side
Africa	16,687	9,560	1,059	27,306	25,556	829	921	27,306
Asia	424,779	13,502	885	439,166	406,850	22,907	9,409	439,166
Europe	2,874	3,686	9	6,569	4,181	2,060	328	6,569
North America	8,382	3,357	37	11,776	7,723	3,400	653	11,776
Oceania	227	360	6	592	473	113	6	592
South America	16,342	1,223	241	17,806	15,240	2,378	188	17,806
Total	469,291	31,688	2,237	503,215	460,023	31,688	11,505	503,215

3.2 淡水資源必要量の比較

各地域の供給サイドと需要サイドの淡水資源必要量の需給項目別シェアを図1と図2に示す。各図の淡水資源必要量は、Green Water 必要量と Blue Water 取水量の全品目和である。両図を比較すると、オセアニアと南米において、国内生産（各々187 km³、1,456 km³）が最終需要（同 65 km³、742 km³）を大きく上回っており、この2地域は食料の主要輸出地帯であることがわかる。

また、アジアの総淡水資源必要量は、供給サイドで9,200 km³、需要サイドで7,498 km³であり、いずれも世界全体の総淡水資源必要量の約5割を占める。アジアは主要な淡水消費地帯であることがわかる。

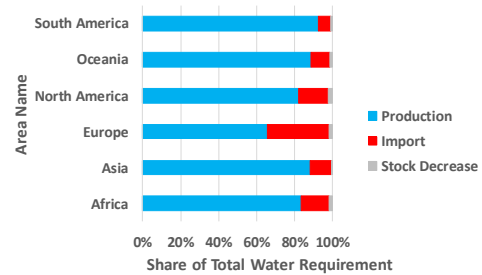


図1：供給サイドの淡水資源必要量のシェア

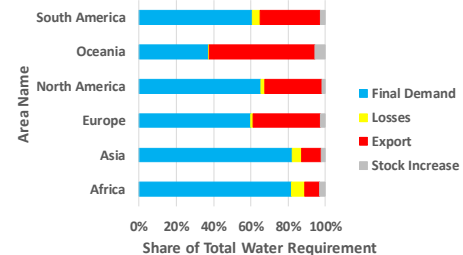


図2：需要サイドの淡水資源必要量のシェア

3.3 SWSI による淡水資源需給バランスの評価

SWSI の強度分布図を図3に示す。同図より、乾燥地帯に属する国、工業国、人口規模の大きい国など、SWSI が比較的高い国は、中緯度地域に集中していることがわかる。今後は各国の SWSI を高める要因について分析する必要がある。

参考文献

- 1) Shen Y., Oki T., Utsumi N., Kanae S., Hanasaki N.: Hydrological Sciences Journal, 53(1), (2008), pp11-33.
- 2) Mekonnen M. M., Hoekstra Y. A.: Value of Water Research Report Series, 50 (2), (2011), pp 1-94.
- 3) Döll P., Siebert S.: Water Resources Research, 38 (4), pp 8-18-10.
- 4) Smakhtin V., Revenga C., Döll P.: Comprehensive Assessment Research Report 2, IWMI, (2004), pp1-32.

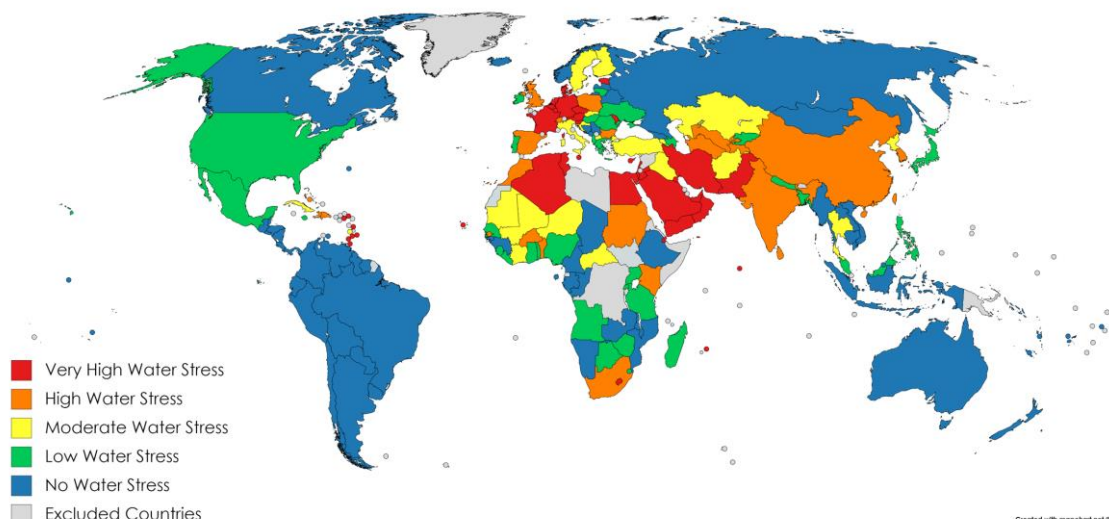


図3：SWSI の強度分布図