

水資源を考慮した包括的なエコロジカルフットプリント指標の提案

Development of comprehensive Ecological Footprint considering water resources

○中山絵理^{*1)}、吉川直樹¹⁾、天野耕二¹⁾

Eri Nakayama, Naoki Yoshikawa, Koji Amano

1) 立命館大学

*rv005075@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

世界の水需要は、人口増加や新興国の経済発展に伴い、2025年には1995年比でおよそ1.4倍に増加することが見込まれている¹⁾。また、気候変動に伴う氷河の融解や乾燥地帯における水不足の深刻化など、安定的な水供給に対する懸念も広がっている。そこで、水を環境資源と捉え、持続可能かつ効率的な利用を促進するための指標の開発が求められている。水資源は循環型の天然資源であるため、取水による量的消費だけでなく質的消費も考慮する必要がある。排水の汚染濃度、乾燥地帯や湿潤地帯といった水資源の地域偏在性、雨水や地下水などの取水源の違いは、水資源の価値や環境への負荷に大きな影響を及ぼす。

これらの質的消費も考慮した水資源消費指標の一つにWater footprint(以下WF)がある。2008年にオランダのArjen Hoekstraらによって開発され、製品のライフサイクルで消費される水の総量を表したものである。取水源、排水の汚染に関する情報を内包することから、雨水由来の水を表すGreen Water footprint(Green WF)、地下水、河川水由来の水を表すBlue Water footprint(Blue WF)、汚染された排水を希釈するのに必要な水を表すGrey Water footprint(Grey WF)の三つに区分されている。現在、ISO14046において2014年までに国際規格化されることを目指し、作業文書が作成されている。

また、環境資源の持続可能性を表す指標としてエコロジカル・フットプリント(以下EF)がある。EFは、人類が人口や経済活動を維持するために必要な資源消費量と廃棄物処理に必要とされる自然界の処理吸収能力を、グローバルヘクタール(gha)という共通の面積単位で表した指標である。WWFの「Living Planet Report2010」²⁾においても、現在の全人類の生活は、2007年時において地球およそ1.5個分に相当するという試算が行われている。しかし、水消費に関しては、水の汲み上げや処理に伴う際に排出される二酸化炭素はEFに含まれているものの、淡水資源の消費量に関しては評価範囲から除外されている。

そこで、本研究においては、体積単位で表されるWFを集水域フットプリントとして土地面積に換算しEFとの合算を行い、淡水消費を考慮したエコロジカルフットプリント指標を提案する。また、このEF指標を用いて日本国内における新たな総EFの算出を試みる。

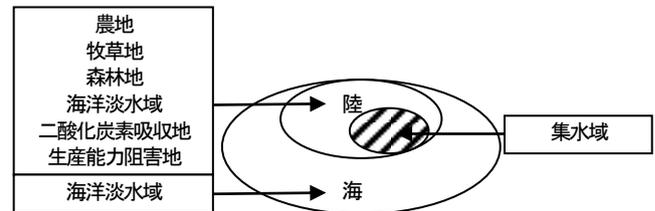


図1 水資源を考慮したEF指標のイメージ

2. 方法

2.1 対象

本研究では、産業連関表日本2005年表のおよそ400部門を対象とする。また、水の収支バランスの観点から第一次産業、第二次産業、第三次産業に分けて考える。各産業が対象とする土地カテゴリは以下表1の範囲とする。

表1 WFを併せたEF土地カテゴリ

土地カテゴリ	第一次産業	第二次産業	第三次産業
農地	■	△	△
牧草地	■	△	△
森林地	■	△	△
海洋淡水域	■	△	△
二酸化炭素吸収地	■	■	■
生産能力阻害地	△	■	△
集水域面積	GreenWF	■	■
	BlueWF	■	■
	GreyWF	■	■

2.2 集水域フットプリント

WFを以下の式を用いて集水域面積に換算する。

$$WEF = WF \div \frac{R}{L}$$

ここで、WEF:集水域フットプリント(ha)、WF:水消費量または排水の希釈水量(m³)、R:利用可能降水量(m³)、L:国土面積(ha)とする。利用可能降水量は、総降水量から洪水時降水量を除いた降水量とする。

第一次産業においては、降水量と取水量の合計が消費水量と排水量を合わせたものに等しいとする。また、消費水量は蒸発散量と作物中水分量の和に相当、排水は公

共用水域に直接排出されるものとする。第二次産業においては、取水量が消費水量、排水量、回収水量の総和に等しいとする。ここで、消費水量は原料用水に相当、排水は各事業所の処理施設を通過した後、共用水域に排出されるものとする。第三次産業においては、生産される財が無形財であることから取水量と排水量は等しいものとする。また、排水は下水処理施設を通過した後、共用水域に排出されるものとする。

公共用水域の環境基準は、水域数の最も多い類型Aの値を採用する³⁾。排出された汚染水の濃度をこの値まで希釈することを仮定し、それに要した水量を上式における希釈水量とする。

表2 公共用水域環境基準(mg/l)

BOD	COD	SS(湖沼)	SS(河川)
2	3	5	25

また、原単位は全て金額ベースで作成し、産業連関表の国内生産額と乗ずることで年間の総EFを算出する。その際、従来のEFが対象としている土地は、各カテゴリの機能と同時に集水域にもなり得ることから、値の大きい方を「水資源を考慮したEF」として採用することとする。

2.3 EF算出方法

農地、牧草地、森林地、生産能力阻害地は、日本における総EFを算定することを目的としていることから、現状の土地利用面積を用いる。海洋淡水域、二酸化炭素吸収地に関しては既往文献⁴⁾の方法に従い推計した。

3. 結果

第二次産業において算出を行った結果、「111101」と畜(含肉鶏処理)、「112903 製氷」、「151101 紡績糸」、「151203 毛織物・麻織物・その他の織物」において従来のEFよりも集水域EFの方が大きい値となった。その結果を以下図2に示す。第二次産業は、生産額あたりの二酸化炭素排出量が比較的高い業種を多く含む一方、その製品に水を含むものが少なく、消費水量が0となるものも多く見られる産業分野である。そのため、ほとんどの業種において従来のEFの方が大きい値となった。

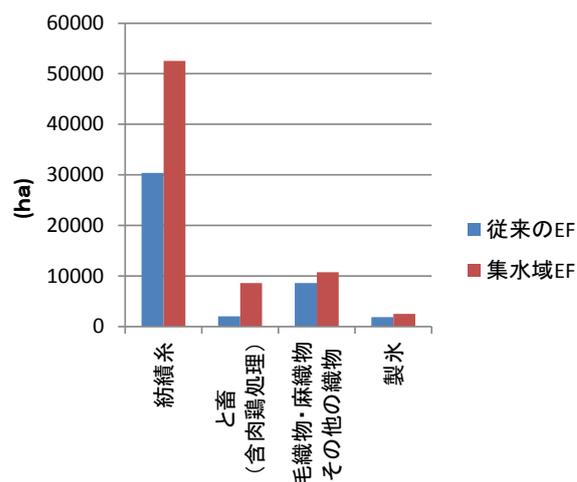


図2 従来のEFと集水域EF算出結果比較

4. おわりに

本稿では、Water footprintを取り入れたエコロジカルフットプリントの算定手法を提案し、第二次産業を対象に算定を行った。今後は、第一次産業、第三次産業においても同様に算定を行い、日本における総エコロジカルフットプリントの評価を実施したい。

謝辞

本研究の遂行にあたり、立命館大学理工学部環境システム研究室(研究当時)の押川由希さんには、データ収集および分析に協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省水資源部：“日本の水資源”入手先 <<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/index5.html>>,(参照日 2012-1-1)
- 2) WWF：“LivingPlanetReport2010”入手先 <<http://www.wwf.or.jp/earth/livingearth/001.html>>,(参照日 2012-1-1)
- 3) 環境省：“公共用水域の水質測定結果”入手先 <<http://www.env.go.jp/water/suiiki/index.html>>,(参照日 2012-1-1)
- 4) 富士総合研究所：“自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方検討調査報告書”，2004