

微分型ウォーターフットプリント指標を用いた 稲作の水資源消費の評価

茨城大学 内田晋

水資源（淡水資源）は、金属などの一般的な資源と異なり、利用可能な流量に対する利用スピード、つまりフロー基準で表わした方が、資源として考えるのに適している。フロー概念による水資源消費の指標としてはウォーターフットプリント（WF）やヴァーチャルウォーターが広く用いられているが、従来の手法では結果が時間単位の取り方に依存し、厳密な意味でフローベースの評価にはなっていない。筆者は先行研究¹⁾において、水利用の猶予期間という概念を導入することにより定義された水ストレス指標を用い、定常的な生産（フロー）と個々の製品（ストック）の双方について拡張されたWF指標を提案した。本研究では最大の消費部門である農業、特に水田での稲作の水資源消費の実態を解析するため、先行研究で開発した新しい指標を用い、2か所でのケーススタディを通じて稲作の水資源消費について評価を試みた。

まず国内の主要な稲作地域から新潟県と茨城県を選び、地域の農業振興部門で発行している栽培暦や同部門へのヒアリング調査などから、それぞれの地域の標準的と思われる、栽培における水利利用のシナリオを設定した。それをもとに水利用量を1日単位で算出し、さらに想定される猶予期間の値から微分型ウォーターフットプリント（Differential Water Footprint: DWF）および積分型ウォーターフットプリント（Integral Water Footprint: IWF）を算出した。猶予期間の概念は先行研究のものを採用し、またDWFおよびIWFについては同研究においてそれぞれ拡張ウォーターフットプリント、占有ウォーターフットプリントと呼んでいたものに相当する。

新潟県および茨城県のどちらの地域も、前半は一定水位での管理を反映して値がなだらかに推移し、後半は間欠的に灌水を行うことから、その日だけが他の日に比べて高い値を示す傾向が見られた。新潟では、DWFの大きな日でもその値は15から30程度と比較的に安定しているが、茨城では30前後で収まる年と50を超える年があり、ばらつきが見られた。水資源の状況を比較すると総降水量、河川の比流量ともに新潟の方が総量が大きくばらつきも小さい。こうした傾向がDWFの値にも表れたと考えられる。

新潟と茨城について年間のDWFの集計により算出したIWFは、新潟の方が絶対値・ばらつきともに小さく、負荷が小さいことを示している。この値が1を超えていることは、年間トータルで見て農地1haに供給される水資源の量を使用量が上回っていることを示しており、他の土地の分の水資源を「借用」して農業生産を行っていることを表している。

DWFとIWFのさらなる応用としては、地域的な水資源の競合、特に農業・工業・生活用水といった猶予期間の異なるセクター間の競合に関する解析への貢献が期待される。また、もう一つの方向性としては地域的な積算によるグローバルな持続可能性評価が挙げられる。一国あるいは世界全体でのIWFを算出することにより、その持続可能性をエコロジカル・フットプリントと同様に評価することができ、同時に負荷の高い地域や時期などの情報を俯瞰的に得ることが可能である。

謝 辞

本研究はJSPS科研費 25550045の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 内田晋, 林清忠, 猶予期間の概念に基づく新たなウォーターフットプリント指標の提案と農業生産の評価への適用, 日本LCA学会誌, 10(1), 2014.1.25, pp.40-48.

Evaluation of Water Resource Consumption in Rice Production by Differential Water Footprint Indices

Susumu UCHIDA, Ibaraki University

Water resource consumption during paddy rice production was evaluated using an differential water footprint (DWF) and an integral water footprint (IWF) which has previously proposed¹⁾. DWF represents the burden of water resource consumption in flow base, and has a unit of area in which the water supply equals to the subject consumption. Similarly, IWF is derived in stock base and has a unit of area multiplied by occupied time period. They are based on the concept of acceptable delay of water use, instead of fixed period such as a month and a year which is the basis of conventional water footprint. DWF and IWF enable us to analyze the sustainability of water resource consumption in higher detail, in particular in temporal variation. Similar to an ecological footprint, the regional and temporal differences in water scarcity are comparable to the total carrying capacity. In addition to being exact water footprint indices, DWFs and IWFs can be treated as impact categories in midpoint analysis of Life cycle assessment (LCA), similar to land use and land occupation with the same dimensions. In this study, rice production in Niigata and Ibaraki was evaluated as case studies of agricultural production.

DWF exhibited a higher and unstable value in Ibaraki. In particular, higher values were shown during the summer, when the demand for water become tight. The DWF exceeded the actual cultivation area in some periods, and it was 30-50 times higher at its maximum, which indicates temporal unsustainability. The total annual IWF also exceeded the actual land occupation, showing that the processes are based on the debt water from other area.

The current work showed the potential of DWFs and IWFs as new indicators for analyses of water resource consumption. They are expected to be utilized as impact categories in LCA, especially in fine-grained analysis, although some challenges remain with regard to both database preparation and analysis methodologies.

Keywords

acceptable delay; rice production; water footprint; water resources

Acknowledgement

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 25550045.

References

UCHIDA, S., HAYASHI, K., Indices of Water Footprint on the Basis of the Concept of Acceptable Delay in Water Use : Their Application to Evaluation of Agricultural Production, *Journal of Life Cycle Assessment*, Japan, 10(1), pp.40-48.