特集「ウォーターフットプリント」

解説(Commentary and Discussion)

ウォーターフットプリントに関する国際規格の特徴と国内外の利用動向

伊坪 徳宏^{1,*}

Characteristics of International Standard and Trends of Development and Application of Water Footprint

Norihiro ITSUBO^{1,*}

Synopsis: Water risk is forefront concerns in the world. Many negative impacts related with water use such as pollution and shortage have been emerged internationally. Water footprint is a metric that quantifies the potential environmental impacts related to water considering the life cycle of products or organizations. Water footprint is now paid attentions to share the reliable information in terms of current situation of water related environmental performance effectively. Many of research including the activities by Water Footprint Network development have been carried out for the development of inventory database and impact assessment method. International standard (ISO14046) describing the principles and requirements of water footprint have been published in 2014. This article summarized the present status of the activities relating water footprint including the development of database, applications to case studies and the characteristics of international standard.

Keywords: Database; impact assessment; international standard; water footprint

1. はじめに

毎年年初に経済界のリーダーが集まるダボス会議を主催する世界経済フォーラムは、この時期に合わせて「グローバルリスク」と呼ばれる報告書を公開している。今年公開された2015年版報告書¹⁾では、世界のリスクを、経済、政治、環境、社会、技術の五分野31種に分類して、それぞれの重要度について重みづけを行っている。

国際紛争や気候変動適応策の失敗、非雇用などとともに、水危機 (water crisis) の重要度が極めて高いことが示された。さらに、水危機は上記五分野のうち、「環境」ではなく、「社会」のリスクのひとつとして挙げられている。これは、水問題がジェンダー、教育、雇用といった生活・社会問題に直結することの表れであろう。世界は水危機がビジネスに深刻で、多様な影響を誘発するものとしてとらえている。

UNEPは世界における水ストレス指標を1995年と2025年で比較した結果²⁾を示した。水ストレスは水賦存量に対する取水量の割合を指す。一般に取水量が水賦存量の2割を超えると水ストレス状態として捉えられる。1995年は降水量が少ない中東地域の水ストレス状態が高かったが、2025年は水ストレス状態にある国の範囲が広がっている

ことを指摘した。特に、インドは取水量が水賦存量の4割を超えており、中国やアメリカといった大国も2割を超えて水ストレス状態に突入する。水問題は今後の人口増加と水需要の増加により、深刻度が増し、範囲が広がることが予想されている。

現時点で水ストレス状態にある国で、かつ、経済的に豊かでない国では、実際に被害が発生している。WHOによれば、世界の8人に1人は慢性的な水不足の状態にあり、その結果、毎年170万人が死亡していることが報告されている³⁾。貧困で水道設備、衛生設備が整備されていないことが感染症のリスクを高め、子供の下痢を誘発する。体力や栄養状態が悪いと、生命の危機につながる。UNEPのミレニアム開発目標⁴⁾では、2015年までに安全な水と衛生施設にアクセスできない人の数を半減すること (ターゲット7c) を目標として掲げているように、いまや水問題は世界共通の課題として高く認識されている。

このような状況下、世界では水問題を定量的に分析した結果を問題解決のための基礎情報として利用する動きがみられる。欧州連合 (EU) は国ごとの環境フットプリントを算定した⁵⁾。ここでは、欧州各国のひとりあたりの年間の環境影響量をカーボン、水、土地、資源の四分野で算定

1 東京都市大学 / 〒224-8551 神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1

1 Tokyo City University / 3-3-1 Ushikubo-Nishi, Tsuzuki-ku, Yokohama 224-8551

* 連絡先 (Corresponding author), itsubo-n@tcu.ac.jp

した。貿易を考慮して、対象国の消費ベースの環境影響(当該国の生産による環境影響 + 輸入した製品等を国外で生産する際に発生した環境影響 - 輸出した製品等を国内で生産する際に発生した環境影響)を求めることで、国外に対する環境影響の依存度について示した。さらに、欧州委員会は製品のグリーン調達とグリーン購入をさらに促進することを目的として、製品の環境フットプリントを測定するための試行事業を進めている。温暖化や大気汚染など14種類の影響領域の中に水利用がそのうちのひとつに挙げられている⁶⁾。すでに、リーバイス⁷⁾、コカ・コーラ⁸⁾、ユニリーバ⁹⁾、フォルクスワーゲン¹⁰⁾、ネスレ¹¹⁾などの先進企業は水の環境情報を含む環境フットプリントを実施し、その結果をインターネットなどで公開している。

一方、日本では、欧州のように政府が主導して実施しているわけではないが、東芝¹²⁾や資生堂¹³⁾、凸版印刷¹⁴⁾、富士フィルム¹⁵⁾などの先進企業が自発的に水に関わる製品の環境情報を整備したり、自社製品のウォーターフットプリントを実施し、その成果を公開している。

また、最近では製品に関わらず企業全体における環境情報の開示も注目されている。企業のサプライチェーン全体の温室効果ガス管理について評価をするカーボンディスクロージャープロジェクト(CDP)¹⁶⁾は、2015年より水についてもカーボンと同様、企業の水管理状況に対してスコアをつけて、その評価結果を公開することとしている。CDPの評価結果は投資機関に報告されるため、CDPによる取組は企業のCSR活動に多大な影響を与えている。

このように、現在世界では水に関わる情報開示に対する関心が急速に高まっている。この情報を定量的な形でステイクホルダー間で共有できる方法がウォーターフットプリントである。ウォーターフットプリントはその国際的な関心の高まりを受けて、国際標準規格(ISO)において実施方法のガイドを作成する作業が進められ、2014年にその実施要件等について規定した国際規格(ISO14046)¹⁷⁾が発行された。

本稿では、ISO14046における実施手順とあわせて、その利用方法と今後についてまとめた。

2. ライフサイクルを考慮する意義

ウォーターフットプリントは製品のライフサイクルにおける水に関わる環境影響を定量的に評価する方法である。紅茶を例にとると、私たちが紅茶を飲むときに水は消費されるが、ライフサイクルに注目すると茶葉の栽培のほか、ミルクや砂糖、紙カップなどの生産においても消費されていることに気付く。これらをすべて合わせると約18リットルに及び、これは紅茶一杯180ccの100倍に相当する。その3/4が茶葉の栽培で消費されているが、紅茶の多くは

輸入であるため、主要生産国であるインドやスリランカなどに依存していることが分かる。これらの国は水が不足している国であることから、間接的にわたしたちの生活が他国の水ストレスに影響を与えていることが推察される。

このようなケースは紅茶に限らない。米を除く穀類は米国、綿花はインドやパキスタン、工業材料は中国からそれぞれ輸入している。ここで挙げた国はいずれも2025年は水ストレス状態にある。これらの国の水不足が深刻になれば、収量や生産量は落ち、価格が上昇し、流通に支障を及ぼす恐れがある。日本は降水量が相対的に多く、日常生活で取水制限される機会は非常に少ないため、水ストレスを肌で感じるのが少ない。しかし、ライフサイクルに注目することで、私たちが生活を営む中で海外の水ストレスの高い国と強く関係していることに気付く機会が得られる。ウォーターフットプリントは、グローバルサプライチェーンの重要性を知るための環境教材としても有用であると考えられる。

3. ウォーターフットプリントの実施例

上記を理由として、水問題に関する管理をグローバルサプライチェーンの観点から進めることの重要性が認識され、ライフサイクルを通じて水に関連する環境影響を定量的に分析し、ステイクホルダー間で結果を共有することができるツールとしてウォーターフットプリントが注目された。ウォーターフットプリントに関する論文数は早い速度で増加しており、現在年間500件を超えるウォーターフットプリント関係の論文が世界で公開されている。

ウォーターフットプリントネットワークは、さまざまな食品を対象にしてウォーターフットプリントを実施し、その結果をホームページに公開している¹⁸⁾。MekonnenとHoekstra(2011)は、各国の年間ひとりあたりのウォーターフットプリントを示した¹⁹⁾。ひとりあたりのウォーターフットプリントは500m³から3000m³と国によって大きく異なる。特に、米国、カナダ、オーストラリア、ブラジルなどが大きい。水ストレス状態にある中東、北アフリカにおいて、ウォーターフットプリントは高い。GDPが高い中東では、水の使用強度が高い財を海外からの輸入に頼ることで水問題の顕在化を回避している。しかし、財政上の問題で解決できない国では、水ストレスを要因とした健康被害が発生している。

小野と伊坪²⁴⁾の水消費原単位および希釈水原単位を用いて、日本の一世代を対象に年間の水消費および希釈量を分析した結果によれば、総量は2,300m³(ひとりあたりでは900m³)であり、Mekonnenらの結果(日本はひとりあたり1,200~1,385m³の範囲)より若干小さい。これは、Mekonnenらは海外から輸入する物品については生産国に

おける水消費量を反映する一方で、ここでは国産と同一と仮定した場合に比べて分析しているため、国産の収率が海外よりも高い場合は、海外分の環境負荷を過小評価することになる。

一世帯のウォーターフットプリントの内訳をみると、食品関係が非常に大きく、穀類、魚介類、肉類、乳卵類、野菜、果物で全体の半分を超えた。食材のみでなく、加工食品や外食も相応に大きいことが分かる。一方、光熱・水道は10%程度であった。家庭で直接使用されるトイレ、風呂、調理、洗濯の水量は1割程度であり、いかに食品を得るまでに使用される水、すなわち間接分の寄与が大きいかわかる。

企業においても、ウォーターフットプリントの実施が進められている。コカ・コーラ社⁸⁾はコーラ1本当たりのウォーターフットプリント結果を公開した。ここでは、WFNが提唱するウォーターフットプリントの実施方法に即して、水の消費についてはブルーウォーター（河川水と地下水の消費量）、グリーンウォーター（雨水の消費量）として、水の汚染についてはグレイウォーター（排出される汚染物質の濃度が許容水準になるまで希釈するのに必要な水量）として、これらの合計値を示した。いずれも水の体積で結果が示される。これによれば、全体の8割をサトウキビを中心とした原材料が占め、約2割が包装、生産工場における割合は1%にすぎなかった。原料のなかでは、サトウキビの栽培に使われる雨水と灌漑用水が大きく、包装の多くは汚染の影響が大きいことが分かる。これらの影響を合わせた合計は35リットルであり、飲料として供給される500mlの約70倍であった。紅茶の場合と同様、間接分の影響が大きいことが分かる。そこで、同社は原料のサトウキビの栽培地点における水リスクの状況を調査した。欧州地域の栽培地点を複数取り上げ、各地点の水リスクの程度を把握するとともに、サトウキビの消費がその地点にどの程度影響を与えているか、分析を行った。特にスペインの一部で水リスクは高く、かつ、同社のサトウキビの占める割合が高い、という地点が見つかったことを受けて、当該地点を重点的に水リスク軽減のための対策を導入する旨を報告している。

ネスレ社はシリアルを対象に実施したウォーターフットプリントの分析結果を示した¹¹⁾。ここでは、牛乳を含む1食あたりの結果として示している。合計が約100リットルで、そのうちの9割は牛乳が占めており、シリアルに使用される小麦の影響は2割未満であることを示した。ここでもWFNが提唱した方法を利用しており、ブルー（表層水・地下水の消費）、グリーン（雨水の消費）、グレー（汚染の希釈）を考慮しており、なかでも牛の飼育に使われる牧草等の供給に利用される雨水の消費量が多いことが分かる。

ネスレ社はシリアルのほか、コーヒーやチョコレートなど自社製品を対象としたウォーターフットプリントを積極的に実施している。

4. ウォーターフットプリントの国際規格

先進的な企業がすでに導入を始めるなど、ウォーターフットプリントに対する国際的な関心は高まっている。しかし、上に紹介した企業が利用するWFNの方法はライフサイクルに注目するものの、水の消費量と汚染の希釈水量を合算するなど、独自のアプローチを提唱している。製品のライフサイクルに注目した環境評価にはLCA（ライフサイクルアセスメント）があり、この実施手順はすでにISO14040²⁰⁾（原則と枠組み）、ISO14044²¹⁾（実施手順と要件）で国際規格として発行されている。LCAの国際規格とWFNの評価手順は必ずしも整合しないことが複数見られ、LCA研究においても水に関わる評価例が複数表れたことから、国際的な統一ルールを整備する必要性が認識された。そこで、ISOがウォーターフットプリントの原則と実施手順に関する規格化作業を開始した。その結果、2014年8月にISO14046¹⁷⁾が発行された。

以下にISO14046の主な特徴を記した。

- ISO14040/14044に沿う
- 水の評価に関わる用語を定義した
- 基本フローに関して具体的に示した
- 影響評価について枠組みを示し、消費と汚染の双方を含めることとした

以降、これらの内容について解説する。

(1) ISO14040/14044との関係

ISO14046は14040番台（ライフサイクルアセスメント）の規格であるように、ウォーターフットプリントは水の評価に特化したライフサイクルアセスメントとして位置づけられる。したがって、ISO14040において規定される要件を満たすことが14046の前提となる。14040ではLCAの枠組みと実施手順に関する原則と要件が書かれているおり、この内容を理解することで14046の主要な実施手順を理解することができる。

ウォーターフットプリントの実施手順はLCAと同様、以下の手順で構成される。

- ・目的と調査範囲の設定：評価を行う理由や報告対象者について決めたうえで、評価するプロセス、算定する影響領域などについて決定する。
- ・インベントリ分析：プロセスごとに水の使用量、汚染物質の排出量などを求め、ライフサイクル全体における環境負荷量を算定する。
- ・影響評価：地点や時点の違いを考慮しながら、水の消費

や汚染に由来する環境影響を評価する。

- ・結果の解釈：評価結果からわかることについて解釈するとともに、データのチェックと重要なデータを改変したときに結論が変わりえるかどうかについて検証する。

これらの関係を図1に示した。目的と調査範囲の設定からインベントリ分析、結果の解釈までを実施することをウォーターフットプリントインベントリスタディと呼ぶのに対して、影響評価を含みつつ、目的と調査範囲の設定から結果の解釈までの全ての段階を実施することをウォーターフットプリントアセスメントと呼ぶ。これはISO14040において、影響評価を含めない分析をインベントリスタディと呼び、影響評価を含めることをLCAと呼ぶことで、これらを明確に区別したことに対応する。

(2) 水に関わる用語の定義

ISO14040では、図などに温暖化や酸性化などに関する具体的な例が示されているものの、水に関わる環境影響について想定された例はほとんど示されていない。一方で、水に関わる環境影響を評価するには、水特有の用語を理解しなくてはならない。ISO14046では、ウォーターフットプリントを実施するうえで不可欠な用語について定義がされている。

例えば、水使用（water use）は、取水や放流のほか、水力発電のような貯水、船の運航のような輸送、湖などのレクリエーションも含まれる。水の利用性（water

availability）は人間や生態系が必要とする水資源量が十分あるかどうかといった程度を示し、量・質の両方の視点が含まれることに対して、水の希少性（water scarcity）はある地域で水の供給量に対する要求量を比較したものであり、量を対象としており質は考慮していない。

(3) 基本フロー

基本フローとは、環境とのやりとりを定量的に示したものでLCA特有の用語である（ISO14040）。ISO14040では水に関わる基本フローはほとんど示されていないが、ISO14046では具体的にあげられている。以下にISO14046で挙げられている基本フローの例を示した。インベントリ分析においては、これらの項目について情報を収集し、計算に含めることが求められる。

- 水の使用量（Quantities of water used）：重量か体積で示す。
- 水源（Resource types of water used）：表層水、地下水、雨水などを区別する。
- 水質（Water quality parameters and /or characteristics）：COD、BOD、窒素、リンといった汚染に関する指標も示す
- 使用形態（Forms of water use）：蒸発や蒸散、製品への移行、異なる流域への移行など、水の使用方法を区別する。取水源に水を返すかどうかで影響が異なりえることを考慮した。
- 取水地点（Geographical location of water withdrawal and/or return）：水が使用される場所による影響の違いを考慮する。
- 水の使用時点（Temporal aspects of water use）：季節によって同じ水の使用量であっても影響が異なることを考慮する。

GHG（温室効果ガス）の排出は場所や季節によって影響が大きく異なるわけではないが、水は使用する地点や時点が異なれば発生する環境影響は大きく異なる。また、取水源も地下水、海水など様々な種類があり、これらが異なれば水量が同じでも影響は異なる。また、量だけであれば水を大量に使用するプロセスの影響が大きくなるが、これではせっかく汚染された水を浄化して河川に返してもその効果が評価に反映されず、厳しい環境基準を満足しても適切に評価されないことになる。ISO14046ではこれらの水特有の影響を考慮するため、基本フローでは上記の項目を列挙して、これらを分析に反映することを要求（shall）している。現在提案されているインベントリデータベースはこれらの要件に対応するよう開発されているが、時点について対応したものは少ない。

図1 ウォーターフットプリントの実施手順の構成 (ISO14046より)

(4) 影響評価を実施、質と量について分析する。

ウォーターフットプリント (ISO14046) でも LCA と同様、影響評価の実施が要求されている。インベントリ分析において地下水と雨水の双方が使われたことが分かったとしても、これらの水量を単純に足すことができない。影響評価を通じて水源の違い、さらには地点の違いを考慮した分析を行うことができる。図2において、影響評価の実施手順について整理したものを示した。

ここでは、LCA の影響評価との関係もあわせて示している。影響評価では、水の量と質に関わる分析を行うとともに、影響領域ごとに分析する特性化、影響領域間の比較をする重みづけが含まれる。これらの結果は LCA における他の影響領域と比較したり統合したりすることも可能である。つまり、WF は LCA の一部として他の影響領域と対比することも可能である。これらの結果は次のステップの解釈に利用される。

特性化や重みづけの方法については、大学や研究機関が中心に開発研究が行われているが、現時点で国際的な合意に至っていない。これまでに提案された主な方法については、後の節にて紹介する。また、ISO14046 は WF の実施手順に関する要件が規定されているものであり、具体的なデータベースや評価手法が示されているものではない。

5. ウォーターフットプリントの実施方法

図1に示したプロセスの中で、ウォーターフットプリントの計算を通じて最も時間を要するのがインベントリ分析であり、かつ、これらの結果を解釈しやすい形で結果を集約するのが影響評価である。ライフサイクルを網羅してデータを収集するのは容易ではなく、信頼性の低い影響評価手法を用いると誤った結論を導いてしまう恐れがあるため、インベントリは網羅性と精度の高いデータベースを、影響評価は信頼性の高い手法を利用することが目的に合致したウォーターフットプリントを行う要件となる。以下では、インベントリデータベースと影響評価手法についてその概要と利用方法について述べた。

(1) インベントリデータベース

インベントリデータベースとしては、これまでに海外ではecoinvent、国内では産総研²²⁾、小林²³⁾、小野ら²⁴⁾が算定結果を公表している。データベースは積み上げ法に基づくものと産業連関表に基づくものに大きく分類される。産総研が提供する原単位データベースはプロセス間の連鎖を関係付けたうえで、各プロセスの環境負荷を積算することで算定される。一方、小林や小野らは産業連関表を用いて原単位を算定した。評価対象を生産する際に利用される項目と物量（もしくは金額）を活動量データとして得て、

図2 ウォーターフットプリントにおける影響評価の概念図

これらに対応する原単位データを乗じたのち、これらの和を取ることでサプライチェーン全体の環境負荷量を算定する（式（1））。

$$\text{water inventory} = \sum_i (\text{活動量}_i \times \text{原単位}_i) \quad (1)$$

例として、紙カップを例に原単位法に基づく分析を示した。活動量はダミーデータである。製品の生産工程における入力項目として原材料やユーティリティに関する情報を優先して入手した後、これらに対応する原単位データをデータベースから引用して、両者の積和を得ることでサプライチェーンを網羅することができる。原単位とは、原材料の入手から供給までの環境負荷全体を示したものである。紙の場合だと、木材からチップ、輸送、パルプ、紙の生産までの環境負荷総量を指しており、ここでは1gあたりの紙生産までに約0.2リットル全体で消費していることとなる。原単位データを用いることで、紙カップ生産者が原木やチップ、パルプに関するデータの収集作業が不要になるため、早期に計算結果を得ることができるという特徴がある。一方で、これらの間接的な環境負荷量は企業の特有な情報ではなく、平均データであることに注意したい。

小野ら²⁴⁾が公開した原単位は産業連関分析を利用しているため、その結果は生産額あたりの水消費量が示されているが、これに製品単価を乗じることで製品量（たとえば重さ）あたりの水消費量に変えることができ、表1に示したような利用ができる。このデータベースは東京都市大学伊坪研究室のホームページ²⁵⁾において公開されており、無償で利用することができる。

(2) 影響評価手法

先に示したように、インベントリ分析を通じて取水源ごと、地域ごとに分析結果を得ることができる。影響評価ではこれらの違いを考慮した形で、環境影響という視点でインベントリ結果を集約する。影響評価手法には、「人間健康」や「生態系」といったエンドポイントの被害量を推定するエンドポイントタイプのモデルとエンドポイントに至る前の指標を利用してインベントリ項目を集約するミッドポイ

ントタイプのモデルの二つがある。温暖化の場合を例に挙げると、ミッドポイントの手法は温暖化指数（GWP）²⁶⁾が、エンドポイントの指標としては健康影響は損失余命が挙げられる。GWPは温室効果ガスごとに放射強制力を求め、CO₂の放射強制力との比をとったもので、IPCCが公開する報告書²⁷⁾を通じて更新された値が提示されている。

近年、エンドポイントタイプのモデルの開発が注目を集めており、研究の進展が著しい。本下ら^{27,28)}は農業用水の不足、生活用水の不足による健康影響を評価するためのモデルを開発した。Phisterら²⁹⁾は水消費による健康、生態系への影響を世界規模で分析できる被害係数を開発し、その結果はGoogle Earthから閲覧することができる。エンドポイントモデルはWFの結果を被害量で表すことができる点で優れるが、不確実性が相対的に大きいことが指摘される。ここでは、ミッドポイントモデルのひとつで矢野ら³⁰⁾が開発したモデルを紹介する。

ここでは、水資源の偏在性を評価に反映するため、地点や国ごとに特性化係数を示した。特性化係数は水のアクセス性を表現するため、その地点で水を単位量得るのに必要な面積を求め、世界平均の降水量（約1000mm）との比を取ることで係数化を行う。例えば、降水量500mm/年である地点は、1000mmの地点が得る水量と同じ量を得ようとしたとき、倍の面積が必要となるため、特性化係数は2となる。また、平均200mm/年の速さで移動する河川が存在する地点では5倍の面積が必要となるため、係数は5となり、平均100mmの速さで移動する地下水の場合は、係数は10となる。このような移動速度は水源、地点により異なるが、これらの差異を水のアクセス性の違いとして表現している。

このような指標を利用することで、インベントリ結果を集約することが可能になる（式（2））。

$$\text{environmental impact} = \sum_p \sum_r (\text{inventory}_{r,p} \times CF_{r,p}) \quad (2)$$

CFは特性化係数、rは取水源の種類、pは地点もしくは国を指す。矢野らは国ごと、取水源ごとの特性化係数を公開しており、インベントリデータとの積和を行うことで分析結果を得ることができる。表2に特性化係数の一例を

表1 紙カップを対象にしたウォーターインベントリ分析の一例

項目名	活動量	原単位	水使用量 (ℓ)
紙	6.20 (g)	0.235 (ℓ/g)	1.46
ポリエチレン	0.50 (g)	0.248 (ℓ/g)	0.124
インク	0.10 (g)	1.24 (ℓ/g)	0.124
段ボール	0.50 (g)	0.064 (ℓ/g)	0.032
電力	0.003 (kWh)	11.3 (ℓ/kWh)	0.0339
合計			1.77 (ℓ/個)

表2 特性化係数の例(矢野ら2014)

国	降水	表流水	地下水
中国	1.6	4.6	10.0
インド	0.8	1.4	6.8
インドネシア	0.4	0.6	2.8
アメリカ	1.2	3.4	6.5
ブラジル	0.6	1.2	4.0
オーストラリア	1.8	8.8	23.3
エジプト	47.7	41.0	79.1

示した。このように、概して地下水が河川水や雨水よりも値が大きいことが分かる。仮にインベントリデータが同じであっても、地下水を主に利用した場合は雨水を主に利用した場合に比べて評価結果が大きくなる。また、降水量が多く、水賦存量の大きい国は係数が小さいため、水消費に対する耐性が高い。

ただし、水を要因とした環境影響は降水量や水賦存量のみが影響するわけではない。水インフラの整備や医療体制、経済状況など、社会的なファクタが大きく影響している。ミッドポイントの指標はこれらを考慮していないことが多い。エンドポイントアプローチは、上記の社会経済的な要因も考慮して被害量を分析する。パラメータやモデルの数が増えるものの、より現実的な影響について評価できだけでなく、地球温暖化や大気汚染による健康影響などと比較することができる。

6. 今後の方向

本節では、ウォーターフットプリントを実施する意義に加え、最近の研究動向とこれらを利用した実施手順について例を加えながら解説した。ウォーターフットプリントのインベントリデータベースと影響評価手法は、まだ発展途上の段階である。インベントリデータベースは、各国の実情を反映すること、時点の違いについて考慮すること、評価品目の網羅性を向上することなどが課題として挙げられる。影響評価手法は、エンドポイントタイプの手法開発、地域性を考慮した手法開発、信頼性の向上、といったあたりが課題として挙げられるであろう。環境毒物科学会(SETAC)を中心にウォーターフットプリントの評価手法やデータベースの開発研究が実施されている。これらの研究成果を適宜評価に反映する体制づくりも求められよう。

本稿で紹介したように、すでに先進企業はウォーターフットプリントを利用するだけでなく、結果を公開している。カーボンディスクロージャープロジェクトは主な組織に対して水リスクに関する管理状況についてヒヤリングを開始しており、今年から企業の管理状況を採点するとともに、

結果を公開する予定である。ウォーターフットプリントは水リスクを管理するための手法としてますます利用されるものと期待される。今後はコミュニケーションツールとしてラベル化やグリーン購入推進のためのプログラム構築などの検討を通じて総合的に水に関わる環境影響の削減や社会問題の解決へとつなげていくことが求められる。

(平成27年6月1日受付)

参考文献

- 1) World Economic Forum (2015): Global risks 2015 10th Edition, 3
- 2) UNEP (2012): Global Environmental Outlook5, Chapter 4 Water, 102
- 3) Pruss-Ustun A., Kay D., Fewtrell L., Bartram J. (2004) Comparative Quantification of Health Risks, Chapter 16, unsafe water, sanitation and hygiene, 1321-1352
- 4) The United Nations, Millennium development goals and beyond 2015, The United Nationsホームページ, 入手先 <<http://www.un.org/millenniumgoals/enviro.html>>, (参照 2015-5-31)
- 5) Tukker, A., Bulavskaya, T., Giljum, S., Koning, A., Lutter, S., Simas, M., Stadler, K., Wood, R. (2014): The Global Resource Footprint of Nations, 72pp.
- 6) The European Commission, Commission Recommendation of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organizations, EUR-Lexホームページ, 入手先 <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013H0179>>, (参照 2015-5-31)
- 7) LEVI STRAUSS & Co, Sustainability planet, LEVIS社ホームページ, 入手先 <<http://www.levistrauss.com/sustainability/planet/>>, (参照 2015-5-31)
- 8) CocaCola, Water Stewardship and Replenish Report, CocaCola社ホームページ, 入手先 <<http://www.coca->

- colacompany.com/water-stewardship-replenish-report/>, (参照 2015-5-31)
- 9) Unilever, Our water footprint, Unilever社ホームページ, 入手先 <<http://www.unilever.com/sustainable-living/the-sustainable-living-plan/reducing-environmental-impact/water-use/Our-Water-Footprint/>>, (参照 2015-5-31)
 - 10) Berger, M., Warsen, J., Krinke, S., Bach, V., Finkbeiner, M. (2012): Environ. Sci. Technol., 46 (7), 4091-4099
 - 11) Chapagain, A., Orr, S., (2010): Water Footprint of Nestle's 'Bitesize Shredded Wheat', Water Footprint Networkホームページ, 入手先 <<http://waterfootprint.org/media/downloads/Nestle-2010-Water-Footprint-Bitesize-Shredded-Wheat.pdf>>, (参照 2015-5-31)
 - 12) 株式会社東芝, ウォーターフットプリントへの対応, 東芝ホームページ, 入手先 <http://www.toshiba.co.jp/env/jp/products/water_footprints_j.htm>, (参照 2015-5-31)
 - 13) 株式会社資生堂, 世界初! 重ねたメークがお湯で落とせる 次世代の化粧下地 資生堂「古メークウォッシュアップベース」誕生, PRTIMES 株式会社資生堂のプレスリリースホームページ, 入手先 <<http://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000014.000005794.html>>, (参照 2015-5-31)
 - 14) 凸版印刷株式会社, 凸版印刷の環境影響評価の応用～「組織の評価」と「製品の評価」の両面から～, LCA日本フォーラムホームページ, 入手先 <<http://lca-forum.org/seminar/pdf/20121214/3-Toppan2.pdf>>, (参照 2015-5-31)
 - 15) 富士フイルム株式会社, 「ウォーターフットプリントの算定方法に関するガイドライン」を制定, 富士フイルム社ホームページ, 入手先 <http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articleffnr_0879.html>, (参照 2015-5-31)
 - 16) Carbon Disclosure Project, Water Program, カーボンディスクロージャープロジェクト (CDP) ホームページ, 入手先 <<https://www.cdp.net/en-US/Programmes/Pages/cdp-water-disclosure.aspx>>, (参照 2015-5-31)
 - 17) ISO14046 (2014): Environmental management-Water footprint-Principles, requirements and guidelines
 - 18) Water Footprint Network, Product gallery, Water Footprint Networkホームページ, 入手先 <<http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>>, (参照 2015-5-31)
 - 19) Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. (2011) : National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption, Value of Water Research Report Series No.50, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, 46pp.
 - 20) ISO14040 (2006): International standard, Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework
 - 21) ISO14044 (2006): International standard, Environmental management-Life cycle assessment-Requirements and guidelines
 - 22) 田原聖隆 (2014): 水環境学会誌, 37(A) (8), 266-270
 - 23) 小林由典, 親里直彦 (2008): 日本LCA学会誌, 4 (4), 359-366
 - 24) 小野雄也, 堀口健, 伊坪徳宏 (2010): 日本LCA学会誌, 8 (5), 108-115
 - 25) 東京都市大学伊坪研究室, 水使用量・消費量データベース (ver.2) の公開について, 東京都市大学伊坪徳宏研究室ホームページ, 入手先 <http://www.yc.tcu.ac.jp/~itsubo-lab/research/water_db.html>, (参照 2015-5-31)
 - 26) IPCC AR5, Climate Change 2013: The physical science basis, Chapter 8 Anthropogenic and Natural Radiative Forcing, IPCCホームページ, 入手先 <http://www.fossil.energy.gov/programs/gasregulation/authorizations/2013_applications/sierra_13-121-LNG/Ex_37_-_IPCC_Part1.pdf>, (参照 2015-5-31)
 - IPCC AR5 (2014): "Chapter 8 Anthropogenic and Natural Radiative Forcing", Climate Change 2013: The physical science basis, Cambridge University Press, Cambridge University Press, U.K., 659-740
 - 27) Motoshita M., Ono Y., Pfister S., Boulay A., Berger M., Nansai K., Tahara K., Itsubo N., Inaba A. (2014): Int. J. LCA, Advance publication, doi:10.1007/s11367-014-0811-5, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11367-014-0811-5> (参照: 2015-5-31)
 - 28) Motoshita M., Itsubo N., Atsushi I. (2010): Int. J. LCA, 16 (1), 65-73
 - 29) Pfister S., Koehler A., Hellweg S. (2009): Environ. Sci. Technol., 43, 4098-4104
 - 30) 矢野伸二郎, 花崎直太, 伊坪徳宏, 沖大幹 (2014): 日本LCA学会誌, 10(3), 327-339