研究論文

産業連関分析を用いた日本における
ウォーターフットプリント原単位データベースの開発

小野 雄也・堀口 健・伊坪 徳宏

Development of Water Footprint Inventory Database Using Input-Output Analysis in Japan

Yuya ONO, Ken HORIGUCHI and Norihiro ITSUBO

Synopsis:

Objective. Water Footprint (WF) can be expressed as total amount of water consumed through entire life cycle of products. The principle and procedure for water footprint have been discussed in the process of making the draft of international standard. According to the draft, various elementary flows like, quantity of water used, type of water resource, form of water use, geographical location of water withdrawal and return flow are mentioned to be considered in water inventory. In particular, the type of water resource and form of water use are not distinguished in most of the existing LCI database. The purpose of this study is to develop water footprint inventory database which will make it possible to account consumed water amount with the differentiation in type of water resource and form of water.

Results and Discussion. LCI database on water considering the type of water resource and the form of water consumption was developed by applying input-output analysis (403 sectors) in this study. More volume of water tends to be consumed in primary industries. In secondary industries, food processing and wood processing require large amount of water consumption because of the larger indirect demand for water consumption by the primary industries in upstream of supply chain. Most of the sectors in tertiary industries indirectly consume water through demand for water supply sector. The results of water footprint of rice production based on the database developed in this study were compared with those existing two different database and confirmed that all of them were consistent in the total amount of consumed water but the breakdown of water resource types was different among the results based on each database. This difference is due to climate.

Conclusions. The output of this study, database of water inventory includes the following items; water consumption amount from each water resource (rain, river and groundwater). This database enables us to carry out water footprint following the requirements in ISO standard draft.

Keywords: Database; input-output analysis; ISO; water; water consumption

1. はじめに

水資源の希少性や偏在性の高まり、急激な人口増加や途上国での生活レベル向上によって水不足が深刻化している^{1, 2)}。加えて水不足による食料難やそれに伴う栄養失調や疾病の蔓延が懸念されている。このような中、ウォーターフットプリント（以下WF）が提唱され、世界の注目を集めている。WFとは製品等のライフサイクルを通じて使用された水の量やそれに伴う環境影響を定量的に評価する手法である。社会的ニーズが高い一方でWFの実践は必

ずしも進んでいない。その理由としてインベントリでは基本フローが複雑であることや、影響評価では水使用に伴う影響が明確に整理されていないことなどが挙げられる。一方で近年になり基本フローの複雑さを整理したインベントリデータベースの開発が行われるようになってきた。

小林ら³⁾は2000年総務省産業連関表を用いて401部門の水使用原単位の作成と日本の水使用量を推計した。Lenzenら⁴⁾はオーストラリアのヴィクトリア州を対象に104部門のヴァーチャルウォーター（以下VW）原単位の推計と

小野 雄也・堀口 健／東京都市大学大学院環境情報学研究科／〒224-8551 横浜市都筑区牛久保西 3-3-1

伊坪 徳宏／東京都市大学環境情報学部／〒224-8551 横浜市都筑区牛久保西 3-3-1

Yuya ONO, Ken HORIGUCHI / Graduate School of Environmental and Information Studies, Tokyo City University / 3-3-1 Ushikubo-nishi, Tsuzuki-ku, Yokohama, 224-8551, Japan

Norihiro ITSUBO / Faculty of Environmental and Information Studies, Tokyo City University / 3-3-1 Ushikubo-nishi, Tsuzuki-ku, Yokohama, 224-8551, Japan

VWの年間使用量、1人当たりの使用量を示している。WFが製品やサービスを作るのに実際に消費された水をさすのに対し、VWはその製品やサービスを輸入国において仮に生産するとした場合に必要となる水である。インベントリとしての原単位の作成方法は基本的に同じである⁵⁾。

WF算定のためのデータベースはこれまで産業連関表を基にした開発がいくつかの事例で行われてきた。Xuら⁶⁾は産業連関表を用いて1997年、2000年、2002年の各年度、14部門の水使用原単位を推計し、年度別の分析を行った。Blackhurstら⁷⁾は2002年版アメリカ産業連関表を用いて428部門の水使用原単位を推計した。一方、Ecoinvent2.2は積み上げ法を採用して複数の年度と国を対象にデータベースを構築している。取水ベースで3967品目の原単位を水の取水源別に求めているが、主に二次産業を対象にしている。

最初にWFを提唱し、コンセプトや計算手法をガイドライン化したWater Footprint Network (以下、WFN)⁸⁾は水の消費量とその取水源を基本フローとすることをガイドラインで要求している。その一方で現在、規格化に向けた作業が行われている国際標準化機構 (ISO) の現状案 (ISO/CD14046) によれば基本フローとして、水の使用形態と取水源の種類を整理することを要求している。表1に提案されている規格とこれまでに開発されたインベントリデータベースとそれらが対象としている取水源の種類について示した。枯渇性資源である地下水を使用する場合と循環資源である雨水を使用する場合では、インベントリ時点では同じ水量であったとしても影響評価結果では影響の程度は違う可能性がある。インベントリとして取水源の違いを考慮することによって影響評価に活用することができる。しかし、表1で示すように現状では取水源を区別している研究は少なく、また、使用形態を区別していないという問題が

あり、ISO規格の要求を満たした分析ができる状況にないことが分かる。

2. 目的と定義

2.1 目的

本研究では産業連関表を用いて取水源の種類（雨水、河川水、地下水）を区別した「水消費量」の原単位データベースの開発を行う。産業連関表を用いることにより各産業における直接的な水消費だけでなく、サプライチェーンの上流工程における間接的な水消費を含めた推計が可能になる。本研究を行うことでISO規格およびWFNのガイドラインにおける要求事項を満足したWFの実施が可能になるものと期待される。また本研究では結果の妥当性について検証するため、本研究で得られた原単位と既存研究との比較の結果の比較も行った。

2.2 定義

本研究での水の使用形態に関する定義を以下に記述する。現状案 (ISO/CD14046) では水の消費を「蒸発、蒸散、製品との融合、或いは別の流域ないし海への排水により、取水と同一の水源への返流がおこらないような取水」として定義している。同文書では取水を「永久的又は一時的であっても、いかなる水源からでも水を人為的に取り出すこと」としており本研究でもこれと同じ定義を採用した。

3. 研究方法

本研究では産業連関分析を適用して水消費原単位を算出する。式 (1) は産業連関分析に基づく原単位 e の算出式である。

$$e = d \times (I - A)^{-1} \quad (1)$$

表1 各規格、研究とデータベースの適用範囲

		ISO	WFN	小林ら ³⁾ (2008)	Lenzenら ⁴⁾ (2009)	Xuら ⁶⁾ (2009)	Blackhurstら ⁷⁾ (2010)	Ecoinvent 2.2
使用 形態	取水 (使用)	総量 雨水 河川水 地下水 回収水	-	総量	総量	総量	総量	湖水 河川水 地下水 海水
	消費	総量 雨水 河川水 地下水	総量 雨水 河川水 地下水	-	-	-	-	-
算出方法		-	-	IO	IO	IO	IO	積み上げ
原単位数		-	-	401	104	23	428	3967
対象年		-	-	2000	2000	2002	2002	複数
対象国		-	-	日本	オーストラ リア	中国	アメリカ	複数

ただし、 d は直接投入係数、 I は単位行列、 A は投入係数表である。図1に原単位算出手順を示す。まず、各種統計資料から日本国内における水消費を「雨水、河川、地下」ごとに算出した。算出した水消費を該当する産業連関表の各産業部門に配分し、国内生産額で除することにより、直接投入係数表を作成した（STEP1）。次に産業連関表を正平方化した403分類からなる行列を作成した後、逆行列係数表を算出した（STEP2）。最後に上記の積をとることで各産業における日本のWF原単位を算出した（STEP3）。

以下に部門別の直接消費量の算定方法について説明する。

4. 直接消費量の算定方法

本研究では農業、林業、水産業、工業およびその他サービス業における産業連関表の基本分類403部門すべての直接消費量を推計した。また、産業連関表の対象年次に対応するよう可能な限り2005年の統計データを利用した。

4.1 農業用水（農作物）

農業部門における直接水消費は農地における蒸発散量（ Et_c ）とし、作物に含まれる水分量は量的に少ないことから考慮しないこととした。蒸発散量は農地からの蒸発した水と作物からの蒸散した水である。蒸発散量（ Et_c ）は次式によって得られる。

$$Et_c = k_c \times Et_0 \quad (2)$$

k_c は作物係数であり、国際連合食糧農業機関（FAO）が公表している文献⁹⁾を引用した。 Et_0 は基準蒸発散量であり、農業環境技術研究所が作成したモデル結合型作物気象データベース¹⁰⁾のFAO基準蒸発散量（ Et_0 ）を用いた。モデル結合型作物気象データベースは、全国のアメダス地

点（約850地点）における日別気象データが収納されている。アメダスでは気温、風速、降雨量、日射量の4つの基本要素が測定されているが、それぞれの地点における日射量と湿度の測定値、ならびに基準蒸発散量の値も収納されている。地点や年、月を選択することにより各地点の1日ごとの降水量を把握することができる。収集した地点データを都道府県ごとに集約し、同一都道府県内の地点データの日別基準蒸発散量を単純平均することで各都道府県における日別基準蒸発散量の平均値を得た。

WFNの考えに基づき、以下の関係から各作物の生長に要する水源を雨水の場合と、河川水・地下水の場合に分類した⁸⁾。

- ・ $Et_c \leq$ 降水量 ならば Et_c は全て雨水由来の蒸発散となる。
- ・ $Et_c >$ 降水量 ならば Et_c の内訳は雨水と河川水、地下水由来の蒸発散（ $Et_c -$ 降水量 = 河川水 + 地下水）となる。

作物別に植栽日から収穫日までの育成期間を設定し、蒸発散量 Et_c とあわせて各作物の都道府県別作付面積¹¹⁾との積和をとることで作物ごとの直接消費量を算出できる。

$$DC = \sum_{d=1}^n (Et_{rain\ d} \times area) + \sum_{d=1}^n (Et_{river, groundwater\ d} \times area) \quad (3)$$

DC は直接消費量、 d は植栽日からの経過日数、 $d=1$ は植栽日、 $d=n$ は収穫日であり、 Et_{rain} は雨水由来の蒸発散、 $Et_{river, groundwater}$ は河川水、地下水由来の蒸発散である。

小野ら¹²⁾は各作物の取水源別（雨水、河川水、地下水）水投入量を算出している。雨水は都道府県別作付面積¹¹⁾と気象統計¹³⁾から河川水と地下水は国土交通省報告書²⁾

図1 原単位算出方法

と統計値¹⁴⁾を用いて算出し、産業連関表の各部門に投入量として割り当てている。本研究では各部門の河川と地下水の比率を各作物の河川、地下水由来の直接消費と乗じることで河川水と地下水を区別した消費量を推計した。育成期間は農林水産省が公表している農作物作型別生育ステージ総覧¹⁵⁾や野菜作型別生育ステージ総覧¹⁶⁾、花き作型別生育ステージ総覧¹⁷⁾、生育段階表¹⁸⁾を用いた。さらに農林水産省が公表している各作物の都道府県別作付面積¹¹⁾との積和をとることで作物ごとの直接消費量を算出した。米を例に直接消費算出要因を表2に示す。

4.2 農業用水（畜産）

乳牛、肉用牛、豚、排卵鶏および肉用鶏を対象に、成畜1頭あたりの取水量[L/(頭・日)]¹⁹⁾と成畜数[頭、羽]²⁰⁾(豚と鶏は平成17年の統計値が調査休止年のため平成16年値を採用)と出荷までの日数²¹⁾との積から、直接消費量を推定した。この結果、畜産用水の合計は約3.1億m³となった。ただし、この値は未成熟家畜を含まないため比較的小さな値であるものと考えられる。直接消費量の内訳として地下水は統計値¹⁴⁾を用いて算出し、河川水は直接消費量と地下水の差分から推計した。雨水からの直接消費はないものとした。その他の畜産については水消費に関する詳しい情報が得られなかったため、乳牛、肉用牛、豚、排卵鶏および肉用鶏の直接消費量の総計をこれらの国内生産額の総計で割り、さらにその他の畜産の国内生産額を乗じることで直接消費量を推計した。なお清掃等で使用される水は間接負荷に含まれる。

4.3 育林用水

育林用水の算出方法は農業用水（農作物）と同じ方法である。農林水産省統計値²²⁾から保有山林面積を用い、全国の年間平均蒸発散量を乗じることで年間基準蒸発散量を求めた。これを「育林」の直接消費量とした。水源の内訳は農業用水（農作物）と同様、式(3)を用いて雨水と河川水、地下水を区別して算出した。ただし、育林用水では

地下水はないものとした。

4.4 水産用水

国土交通省報告書²⁾によれば、養魚用水の使用量は約52.1億m³と報告されている。このうち鰻の養殖に使用される水は同じ水源に戻らず海に放流するものが大半というヒアリング結果を得た。そこで農林水産省が公表している都道府県別・魚種別漁獲量²³⁾より鰻の収穫量比率を算出し、養魚用水の使用量と乗じることにより、「内水面漁業・養殖業」の直接消費量を推計した。

4.5 工業用水

本研究は工業統計用地・用水編（産業細分類577部門）²⁴⁾のボイラー用水及び原料用水を産業連関表403分類に直接消費量として割り当てた。工業統計用地用水編は淡水、海水について、1日当たりの用水量を水源別、用途別に記載している。本研究では年間300日稼働すると仮定して年間の水消費量を求めた。事業者の中には工場内部で水質の浄化作業をした後に下水放流することもあり得るが、各事業者における放水処理の実態が分からないため、今回は取水源に戻すと仮定した。これにより本研究の工業用水における直接消費量は過小評価の可能性がある。

4.6 その他のサービス業用水

国土交通省報告書²⁾から直接消費量157億m³を産業連関表分類「上水道・簡易水道」に割り当てた。内訳として河川水は約123億m³、地下水は約34.3億m³である。これら全てを直接消費量として計上した。

次に事業電力の直接消費量について述べる。CSR報告書に水のインプット、アウトプットのデータを掲載している全国の電力事業者について売上高上位10社²⁵⁻³⁴⁾を選び、直接消費を算出した。さらに報告書²⁾の電気事業における淡水補給水量から取水源比率を推計し、直接消費総量と乗じることで取水源別の水消費量の内訳を得た。これを産業連関表分類「事業用電力」に割り当てた。値は直接消費

表2 米の直接消費算出要因一覧

米	作付面積(ha)	Kc	$Et_0(\text{mm})$	期間	$Et_c(\text{mm} \cdot \text{ha})$
北海道	1.19×10^5	1.20	107	5月下旬－9月下旬	1.27×10^7
青森	5.38×10^4	1.20	117	5月中旬－10月上旬	6.30×10^6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
沖縄	1.06×10^3	1.20	149	3月上旬－6月下旬	1.58×10^5
Et_c 合計	-	-	-	-	2.18×10^8

量 約0.36億 m^3 、内訳として河川水は約0.35億 m^3 、地下水は約32.1万 m^3 である。上水道由来の水は「上水道・簡易水道」から間接的に補充されるため、それ以外の投入による水消費量を合計した値がこれにあたる。この結果は小野ら¹²⁾に比べ値が2桁小さくなった。その理由として小野ら¹²⁾が水の投入量を推計しているのに対し本研究の推計対象は水の消費量であり、水の投入では回収水の利用量(約81億 m^3)が多かったことが挙げられる。ただし、小野ら¹²⁾では回収水の利用量は記載されていない。

次にガス事業における水消費量約1084万 m^3 を産業連関表分類「都市ガス」に割り当てた。内訳として河川水は約692万 m^3 、地下水は約392万 m^3 である。熱供給業の水消費量である約445万 m^3 を産業連関表分類「熱供給業」に割り当てた。内訳として河川水は約405万 m^3 、地下水は約39.6万 m^3 である。本文中に記載されていない産業における水消費は、すべて「上水道・簡易水道」からの間接負荷とした。

以上より、各産業に直接投入係数を決定し、産業連関表403部門に対応する直接投入係数表を作成した。

4.7 日本の水消費量

図2に2005年における日本の水消費量を産業別、取水源別に示す。日本の水消費量の総量は779億 m^3 であった。国土交通省報告書²⁾と比較すると大きく異なるが、これは国土交通省が水使用を対象にしているのに対し、本研究が水消費を対象にしているためである。産業別にみると一次産業が全体の79%を占め、次いで三次産業が20%、二次産業が1%を占める。二次産業は水を循環使用する回収水の使用割合が高い一方で、消費水(蒸発するボイラー用水や原料になる原料用水)の割合が低いことから、投入水量は多いが消費水としての割合は小さい。取水源別にみると河川水が全体の70%を占め、次いで雨水が23%、地下水が7%であった。

5. 結果と考察

5.1 水消費原単位の傾向

図3に基本分類403部門を対象とした水消費量原単位の推計結果を示した。更に図4に水消費原単位の上位20部門を示した。以下、各産業に注目しつつ、その特徴について述べる。一次産業は国内生産額当たりの水消費量が相対的に大きかった。内訳として雨水と河川の占める割合が大きく、地下水の割合が最も低い傾向にあることが分かる。特に育林(合計 $4.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{百万円}$)では、保有山林面積が($5.79 \times 10^6 \text{ ha}$)と相対的に広く、栽培期間も長いこと、かつ国内生産額が他の一次産業と比べて相対的に低いため、金額当たりの水消費原単位が最も大きい結果となった。次いで生産額当たりの水消費量が多いのは内水面漁業・養殖業(合計 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{百万円}$)である。育林よりも国内生産額が低い、湖や河川から水を投入し、海に放流することから水消費原単位が大きい。水源の内訳として河川と地下水の割合が大きく、雨水は小さい。上位20部門のうち、12部門が一次産業という結果になった。直接間接負荷別に比率を見ると一次産業は直接負荷が大きい。例外として酪農や肉用牛などの畜産業が挙げられる。これらは飼料作物等の間接負荷の影響が大きい。

二次産業は一次産業に比べ生産額当たりの水消費量が少なかった。これは回収水の利用割合が高く、大量の水を消費せず生産が可能なたためである。水源の内訳として河川水の占める割合が圧倒的に大きく、地下水や雨水の占める割合は低い。原料用水やボイラー用水を消費する部門は直接消費量が多いが、ほとんどの二次産業は間接水消費の割合が高い。特に食品加工業、製材業、製皮・毛皮、畳・わら加工品など一次産業と関わりが深い部門は間接水消費の割合が高く、水消費原単位自体も大きい。その結果として水源の内訳も一次産業と同じく雨水と河川の占める割合が高く、地下水の割合が最も低い傾向にあることが分かる。

図2 日本の産業別、取水源別にみた年間水消費量

図3 水消費原単位と取水源別にみたその内訳一覧

図4 水消費原単位の内訳と直接水消費の比率(上位20部門)

三次産業は上水道・簡易水道部門の水消費原単位が大きい。水源の内訳として河川水、地下水の割合が高く、雨水の割合はほとんどないことが分かる。他の三次産業は上下水道・簡易水道の利用を通じた間接水消費が多いため、水源の負荷に依存することから、内訳も上水道・簡易水道と似た傾向になる。そのため、上水道・簡易水道との取引金額が大きい部門ほど水消費原単位が大きい結果となった。特に一般飲食店（除喫茶店）、喫茶店や浴場業などは他の三次産業と比べて相対的に大きい値となった。二次産業と同じく例外として新聞、こん包などの一次産業との関連が強い三次産業では比較的水消費原単位が大きく、水源の内訳も一次産業に似た傾向を示した。

5.2 既存研究との比較

本研究を通じて得られた水消費原単位を他の既存研究と比較した。ここでは既存研究で共通して対象とされていた稲作に着目し、大江・伊坪³⁵⁾とChapagain and Hoekstra³⁶⁾による評価結果と本研究で得られた米の水消費原単位を図5に示した。本研究が産業連関法を用いているのに対し、大江・伊坪³⁵⁾とChapagain and Hoekstra³⁶⁾は積上げ法を用いており、河川と地下水を合算した形で示される。日本の米1kgあたりの水消費量については、いずれの事例においても750～950 Lであった。これは蒸発散量を同じモデルで分析しており、利用している気温等のパラメータも値に近いことによる。しかし、日本とインドネ

図5 米1kg生産までの水消費量の算定結果の比較

シア、ブラジルを比較すると水消費量は大きく異なる。これは同じ作物でも気候条件が大きく異なるため、蒸発散量が違うことに起因する。次に水源の内訳に注目すると本研究と大江・伊坪³⁵⁾の雨水は全体の3割程度であるのに対してChapagain and Hoekstra³⁶⁾の事例では約5割程度を占めた。Chapagain and Hoekstra³⁶⁾では年単位で、かつ、栽培地点は国レベルであり、地域レベルまで特定していない。それに対して日単位でかつ、栽培地点の気象条件に基づいて計算した本研究と大江・伊坪³⁵⁾の方が地域性の考慮という観点から精度は高いと考える。

6. まとめと課題

本研究では日本産業連関表を用いて水の消費と取水源（雨水、河川水、地下水）に着目したWF用インベントリデータベースを開発した。水消費原単位の大きさや水源の内訳を分析することで産業部門ごとの傾向を示した。また、本研究の結果によってISO規格やWFNのガイドラインで要求されている基本フローを考慮したWFの実施を容易にすることができる。また、稲作を取り上げ、本研究の結果と既存の研究事例を比較したところ、栽培地域が同じ場合は計算結果が整合することを確認した。一方で、栽培地点が異なると蒸発散量が地域性の影響を受けるため、評価結果が異なることが分かり、WF実施時における地域情報を考慮することの重要性が確認された。

ISO規格の現状案によれば、WFで要求される基本フローは地理的情報や取水源に加え、汚染等の化学的パラメータや時間的な情報についても入手することを推奨している。今後の課題としてはこれらの要求事項を満足したデータベースのあり方について検討することや稲作以外の品目について総合的な検証作業をすることが挙げられる。

(平成24年6月19日受付、平成25年2月11日採択)

参考文献

- 1) 経済産業省, 通商白書2008, 経済産業省ホームページ, 入手先 <<http://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2008/index.html>>, (参照 2010-9-25)
- 2) 国土交通省, 日本の水資源, 国土交通省ホームページ, 入手先 <<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/index5.html>>, (参照 2010-9-25)
- 3) 小林由典, 親里直彦 (2008): 日本LCA学会誌, 4 (4), 359-366
- 4) The University of Sydney, The Virtual Water Cycle of Victoria, The University of Sydneyホームページ, 入手先 <http://www.isa.org.usyd.edu.au/publications/ISA_VirtualWater.pdf>, (参照 2011-9-25)
- 5) 沖大幹, 近藤剛 (2010): 日本LCA学会誌, 6(3), 187-192
- 6) Xu Z., Bin C., Yang Z.F. (2009): ECOLOGICAL MODELLING 220, 245-253
- 7) Blackhurst M., Hendrickson C., Vidal J. S. I (2010): Environ. Sci. Technol., 44, 2126-2130
- 8) Water Footprint NETWORK, Water Footprint, Water Footprint NETWORKホームページ, 入手先 <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>>, (参照 2010-9-25)
- 9) 国際連合食糧農業機関, Chapter 6 - ET_c - Single crop coefficient, 国際連合食糧農業機関ホームページ, 入手先 <<http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e0b.htm>>, (参照 2010-9-25)
- 10) 農業環境技術研究所, モデル結合型作物気象データベース (Meteo Crop DB), 農業環境技術研究所ホームページ, 入手先 <<http://meteocrop.dc.affrc.go.jp>>, (参照 2011-9-25)
- 11) 農林水産省大臣官房統計部生産流通消費統計課, 作物

- 統計, 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/index.html>>, (参照 2010-10-9)
- 12) 小野雄也, 本下晶晴, 李一石, 伊坪徳宏 (2010): 第5回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 横浜, 240-241
 - 13) 気象庁, 気象統計情, 気象庁ホームページ, 入手先 <<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>>, (参照 2010-9-25)
 - 14) 農林水産省, 農業用地下水利用実態調査, 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.maff.go.jp/j/nousin/sigen/chikasui-index.html>>, (参照 2010-10-9)
 - 15) 農林水産省, 農作物作型別生育ステージ総覧 (1992), 財団法人 農林統計協会, 東京, 225
 - 16) 農林水産省, 野菜作型別生育ステージ総覧 (1998), 財団法人 農林統計協会, 東京, 584
 - 17) 農林水産省, 花き作型別生育ステージ総覧 (1999), 財団法人 農林統計協会, 東京, 210
 - 18) 農林水産省, グラフと絵で見る食料・農業, 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.toukei.maff.go.jp/dijest/kome/kome05/kome05.html#トップ>>, (参照 2010-10-9)
 - 19) 農林水産省畜産局, 平成11年草地開発整備事業計画設計基準, 社団法人 草地畜産協会, 東京, 38
 - 20) 農林水産省, 畜産統計調査, 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/>>, (参照 2010-10-9)
 - 21) 社団法人 中央畜産会, 畜産物が食卓に届くまで (牛乳・牛肉編・豚肉・卵・鶏肉編), 財団法人 全国競馬・畜産振興会, 東京, 23
 - 22) 農林水産省, 政府統計の総合窓口 第2巻 農林業経営体調査報告書 (総括編), 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001009062&cycode=0>>, (参照 2011-10-9)
 - 23) 農林水産省, 政府統計の総合窓口 平成17年漁業・養殖業生産統計, 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001062629>>, (参照 2011-10-9)
 - 24) 経済産業省経済産業政策局調査統計部, 平成17年確報用地・用水編, 経済産業省ホームページ, 入手先 <<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2/h17/kakuho/youti/index.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 25) 北海道電力株式会社, ほくでんグループサステナビリティレポート2010, ほくでんホームページ, 入手先 <http://www.hepco.co.jp/ato_env_ene/environment/action/report2010.html>, (参照 2011-9-25)
 - 26) 東北電力株式会社, 東北電力NOW CSRレポート, 東北電力ホームページ, 入手先 <<http://www.tohoku-epco.co.jp/csrreport/backnumber/csr2010/index.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 27) 北陸電力株式会社, CSR(企業の社会的責任) への取り組み, 北陸電力ホームページ, 入手先 <<http://www.rikuden.co.jp/csr/index.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 28) 東京電力株式会社, サステナビリティレポートダウンロード, 東京電力ホームページ, 入手先 <<http://www.tepco.co.jp/csr/tools/download-j.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 29) 中部電力株式会社, CSR報告書, 中部電力ホームページ, 入手先 <http://www.chuden.co.jp/corporate/csr/csr_report/index.html>, (参照 2011-9-25)
 - 30) 中国電力株式会社, CSR(企業の社会的責任) の取り組み, 中国電力ホームページ, 入手先 <<http://www.energia.co.jp/csr/csr7.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 31) 関西電力株式会社, 「関西電力グループ CSRレポート 2010」の発行について, 関西電力ホームページ, 入手先 <<http://www1.kepco.co.jp/pressre/2010/0730-1j.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 32) 四国電力株式会社, よんでんグループCSRレポート, 四国電力ホームページ, 入手先 <<http://www.yonden.co.jp/corporate/csr/report/index.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 33) 沖縄電力株式会社, 沖縄電力のCSR, 沖縄電力ホームページ, 入手先 <<http://www.okiden.co.jp/corporate/csrreport/index.html>>, (参照 2011-9-25)
 - 34) 電源開発株式会社, 報告書ライブラリー, 電源開発株式会社ホームページ, 入手先 <http://www.jppower.co.jp/company_info/environment/pdf/index.html>, (参照 2011-9-25)
 - 35) 大江卓也, 伊坪徳宏 (2011): 第6回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, 仙台, 62-63
 - 36) Chapagain A.K., Hoekstra A. Y., The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives, Water Footprint NETWORKホームページ, 入手先 <<http://www.waterfootprint.org/Reports/Chapagain-Hoekstra-2011-waterfootprint-rice.pdf>> (参照 2011-9-25)