事例論文(Case Study Research Article)

ライスインキを用いた印刷物の環境影響評価

荒井 翔平^{1,*}・高橋 和枝²・國岡 達也³・太田 直樹⁴・内田 弘美⁴・伊坪 徳宏⁵

Life Cycle Assessment of Printed Matter Using Rice-ink

Syoei ARAI^{1,*}, Kazue TAKAHASHI², Tatsuya KUNIOKA³, Naoki OTA⁴,
Hiromi UCHIDA⁴ and Norihiro ITSUBO⁵

Synopsis:

Objective. The objective of this research is to analyze the environmental impact of printed matter using rice ink with the consideration of the impact of land use change and using reclaimed vegetable oil based on LCA method.

Method. Several scenarios changing the raw materials (soy oil, recycled oil, rice bran) have prepared and evaluated environmental impacts of printed matter. 1000 print for A4 size paper was adopted as functional unit. System boundary in this study covered manufacturing raw materials, mixture, making ink, pulp production, printing and transportation. Recycling paper and disposal of used paper were excluded from the scope. Primary data was collected for the process of making ink in this study. Impact assessment was also applied as well as inventory analysis. Damage assessment and weighting were applied so that potential environmental impacts of several impact categories can be compared. LIME2 was adopted to carry out LCIA.

Results and Discussion. A LCA of printed matter using soy ink and rice ink was carried out by using MiLCA software. With regard to the result of LCA for paper with ink, environmental impact of paper occupied the almost of total regardless of the types of ink. When we compared the environmental impacts between the inks, we found that environmental impact of rice ink was smaller than that of the other types of inks. Impact of land use for rice ink was smaller than the others, because allocated area for cultivating rice bran (co-product of polished rice) was estimated smaller. Furthermore, the use of reclaimed oil enables to decrease of land use impacts. On the other hand, environmental impact of soy ink is almost equal with that of conventional ink, because the land use area for cultivating soy beans are higher than that rice bran.

Conclusions. Using reclaimed oil and co-products for raw material are key points for the reduction of environmental impacts of inks. We found that rice oil taking the both advantages make possible to reduce environmental impacts to ecosystem.

Keywords: printed matter; rice-ink; soy ink; vegetable oil ink

1 東京薬科大学／〒192-0392 東京都八王子市堀之内1432-1

2 NTT環境エネルギー研究所／〒180-8585 東京都武蔵野市緑町3-9-11

3 株式会社ミライト／〒135-8112 東京都江東区豊洲5-6-36

4 東洋インキSCホールディングス株式会社／〒104-8377 東京都中央区京橋3-7-1

5 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 University of Pharmacy and Life Sciences / 1432-1 Horinouchi, Hachioji, Tokyo 192-0392

2 NTT Energy and Environment Systems Laboratories / 3-9-11 Midori-cho, Musashino, Tokyo 180-8585

3 MIRAIT Corporation / 5-6-36 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8112

4 Toyo Ink SC Holdings Company, Limited / 3-7-1 Kyobashi, Chuo-ku, Tokyo 104-8377

5 Tokyo City University / 3-3-1 Ushikubo-nishi, Tsuzuki-ku, Yokohama, Kanagawa 224-8551

*連絡先 (Corresponding author), arais@toyaku.ac.jp

1. はじめに

情報媒体はインターネットや報道、冊子体など様々なものが存在する。これまで多く使われてきた紙媒体に着目し、印刷業・製版業・製本業・印刷加工業・印刷関連サービス業を含めた印刷関連業の出荷額は2007年を境に減少傾向は見られるものの、国内製造業出荷額のうち2%を同業が占めている^{1,2)}。

従来から使用されてきた印刷用インキは、容易に溶剤を生産することが可能な石油が利用されてきた。その後、1990年代から環境問題に対する意識の高揚から、石油系溶剤を原料とする従来インキに代わり、大豆油を原料とする大豆インキが主流となった³⁾。大豆インキは、石油の代替効果とあわせて、揮発性有機化合物（VOC）の発生が少ないことが注目された⁴⁾。VOCの発生抑制については、1994年の実測によって削減量が示されている⁵⁾。ただし、VOC削減に伴う改善効果は必ずしも高くないという報告もある。改善効果を高めるためには石油系溶剤の比率を少なくとも15%以下にすることが、VOC削減の課題としている⁶⁾。

同製品が普及したもうひとつの要因としては、アメリカ大豆協会（ASA）が米国産大豆油の使用を奨励し、基準に合ったインキや印刷物に「ソイシール」の表示を次々に認定・使用させた³⁾ことが挙げられる。ただし、ASAは、既に目的は十分に達成したとしてソイシール許諾契約業務を2008年9月で終了する決定した⁷⁾。その後、ASAは混乱を招いたとして、商標権許諾業務を再開している⁸⁾。日本では現在も一部で大豆油インキが利用されているが、大豆以外の植物を原料とした植物油インキも多く使用されている。これは、主に食用として生産されており、かつ日本国内における消費の自給率が約7%である大豆⁹⁾に限って工業用原料とすることが必ずしも適切ではないと考えられたことによる。印刷インキ工業連合会は大豆油を原料とするインキに限らず、他の植物を由来とするさまざまな原料

に拡大することが必要と判断し、2008年12月に植物油インキに関する業界標準のマーク表示を開始した¹⁰⁾。植物油インキの一つとして、サンエー印刷・T&K TOKA・東洋インキの3社が、精米後の残さである米ぬか及び再生植物油（廃天ぷら油）を利用したインキ「ライスインキ」を開発、2008年から一般販売を開始した¹¹⁾。海外産の原料を用いる大豆インキに対して、国産の原材料を用いることで“輸送マイルージの削減”“地産地消”などが期待される¹²⁾。また、ライスインキは米ぬかを主原料として利用することで、廃棄物の削減に寄与することができる。一方で、植物性の原料はバイオ燃料と同じく、栽培に耕地を必要とするため、土地利用による影響が懸念される。よって、植物油インキに関わる環境影響を評価する際は、CO₂に限定することなく、廃棄物や土地利用に対する影響について網羅的に評価に含めることが重要であると考えられる。

これまで植物インキを含めた環境評価は、一つの商品に対してライフサイクル全体を通して排出される温室効果ガスをCO₂に換算して算出した“CFP”や印刷物を対象にした分析事例が実施されている。東洋インキが実施したCFP算定¹³⁾は、環境報告書をライスインキで印刷したことを条件とした。また、中澤らが行ったLCA評価¹⁴⁾は、低白色再生紙の印刷物をシナリオ設定しEPS 2000やEco-indicator 99を用いて環境影響評価を実施している。この評価は、製紙と印刷工程はシステム境界として含んでいるがインキ生産については含んでいない。これらの評価は、以下の課題を有するものと考えられる。

- ・インキを対象とした、またインキの製造工程を含んだ分析は多く実施されている。植物インキを対象とし、作物の種類に応じた分析とこれらを比較した研究例はない。
- ・植物原料の調達に特に重要な土地利用の影響について含めた評価例はこれまでにない。

図1 国内製造業全体の出荷額と印刷・印刷関連業の出荷額^{1,2)}

- ・再生植物油をライスインキの原材料として使用することで、廃棄物等の循環利用が促進され天然資源消費量の削減が見込まれるが、その寄与の大きさは明らかになっていない。

以上の研究課題を受けて、本研究では国内で普及しつつあるライスインキ、1990年以前の石油系溶剤を用いたインキや1990年代から2000年代に利用された大豆インキの3種を対象とした環境影響について、原材料栽培時の土地利用と再生植物油の利用による影響を含めて最終財となる印刷物を評価対象として、比較・分析することを目的とした。これにより、インキに関わる環境影響の推移について考察した。本研究において特に重要なデータとなるインキ原材料の種類と配合率、生産については一次データを用いた。さらに、植物由来の原料を利用することによる影響を見るため、各種インキの種類ごとの環境影響削減効果を算定した。

2. 研究方法

2.1 評価対象とシステム境界

本研究の評価対象は、植物油インキを用いた印刷物とした。インキの原材料が異なるいくつかのモデルを作成し、それぞれについて評価を行った。平版印刷での最低ロット数である1000枚で評価することを念頭に置き、機能単位は「A4再生紙1000枚の印刷」とした。

システム境界はインキメーカーへのヒヤリング結果を参考にして、ワニス製造、インキ製造、パルプ製造、製紙、印刷、輸送とした。輸送段階には、インキ原材料である大豆、石油系溶剤、再生植物油、米ぬか油を製造工場まで輸送する段階を含めた。また、再生植物油（廃天ぷら油）の回収前の使用は家庭及び業務用天ぷら油としての使用に割り当てたため、システム境界外とした。同様に、印刷後の使用についても家庭及び業務用天ぷら油としての使用でラ

イフサイクルを終えていると仮定し、評価対象外とした。これらの関係を図2にまとめた。本研究ではインベントリ分析と影響評価の双方を実施することとし、影響評価では異なる影響領域を比較することを想定して、被害評価と統合化を実施した。これらの分析には日本の影響評価手法であるLIME2¹⁵⁾を用いた。

2.2 モデル設定

本研究では上に示した目的に沿った評価を実施するために、4つのモデルを設定した。石油系溶剤を主原料にした従来インキ、大豆油を主原料にした大豆インキ、米ぬか油を主原料にしたライスインキ、それぞれの生産と再生紙の製造・印刷を設定している。大豆インキについては、原材料の一部に再生植物油を利用しない場合と利用した場合の2種類に分けた。

インキメーカーへのヒヤリング結果から、原材料の種類が異なる場合も製造工程のプロセスとユーティリティに違いはないものとした。一般に印刷では藍・紅・黄・黒の4色のインキが用いられるが、本研究ではすべて黒で印刷した場合を想定した。

印刷物に使用する紙は、東京都市大学伊坪研究室において使用している紙からA4判再生紙1枚を5gと仮定した。紙1枚に使用するインキの量をインキメーカーへのヒヤリング結果から0.047gと設定し、前述のとおり原材料が異なるインキと印刷物の評価モデルを作成した。モデル間で異なる点は、インキ製造で使われる原材料と輸送である。

今回設定したモデルの詳細を表1に示す。従来インキ、大豆インキB（調整に再生油を利用するもの）、ライスインキの3種類のモデルについては実際に生産が行われている、もしくは過去に行われていた商品の原材料を設定している。これらのモデルについては、実在商品の一次データを使用しているが、使用量など詳細についてはメーカー・品目に

図2 本研究のシステム境界

表1 各モデルの工程と投入材料・割合

工程	材料の割合	従来インキ	大豆インキA	大豆インキB	ライスインキ
ワニス製造	30%	フェノール樹脂 脂肪族系溶剤	フェノール樹脂 脂肪族系溶剤	フェノール樹脂 脂肪族系溶剤	フェノール樹脂
	30%	亜麻仁油	大豆油	大豆油	再生植物油 桐油（少量） 米ぬか油（少量）
混合	(60%)	ワニス	ワニス	ワニス	ワニス
	20%	顔料	顔料	顔料	顔料
	10%	脂肪族系溶剤	脂肪族系溶剤	脂肪族系溶剤	米ぬか油
練肉・分散		なし	なし	なし	なし
調整	10%	脂肪族系溶剤	大豆油	再生植物油	米ぬか油
充填		ドラム缶	ドラム缶	ドラム缶	ドラム缶
製紙		古紙再生紙（古紙配合率70%）			

よって異なる。大豆インキBとライスインキには、家庭や飲食店で使用された天ぷら油を再生植物油として使用している。大豆インキの生産過程に、再生植物油が使用されていない場合を想定するために「大豆インキA」モデルを設定し、大豆インキBに含まれる再生植物油をすべてバージン油とした場合の評価も実施した。

2.3 影響領域と対象物質

本研究ではCO₂をはじめとしてインベントリデータベースIDEA¹⁶⁾が対象としている129種類の環境負荷物質を含めた。影響領域は10項目（地球温暖化、資源消費、酸性化、廃棄物、光化学オキシダント、富栄養化、人間毒性、生態毒性、都市域大気汚染、水資源消費）を網羅し、被害評価と統合化を行った。被害評価では、土地利用や廃棄物埋立による潜在的な影響が大きい生物多様性、一次生産を対象とした。なお、植物油に用いられる植物の生産についての土地利用は一次生産に算入する一方で、生物多様性に対する影響には計上しなかった。これはインキで用いられる植物油は新たに土地を改変して栽培を行うものではなく、現状存在する耕作地から栽培されたものと仮定したためである。生態系への影響と温暖化や大気汚染などの影響との関係について総合的に考察するため、統合化も計算した。なお、特性化結果は、被害評価を実施するために算定したため、本稿においては掲載していない。

2.3 データ収集

使用したデータのうち、ワニス製造、インキ製造、パルプ製造の活動量についてはインキメーカーからヒヤリングで得た一次データを使用し、LCAソフトウェア「MiLCA¹⁷⁾」およびデータベース「IDEA¹⁶⁾」を用いてインベントリ分析を行った。ワニス製造の工程で、ライスインキに使用する再生植物油についてもヒヤリングで得た一

次データを使用した。また、製紙工程に含まれる、パルプ・用紙製造に関するデータについては、LCA日本フォーラムデータベースより、日本製紙連合会公表のインベントリデータ¹⁸⁾を使用した。印刷についての活動量は日本印刷産業連合会発行の「事業者のためのGHG排出量算定ガイドライン¹⁹⁾」から得た活動量を本研究の機能単位に割り戻し、同様にMiLCAおよびIDEAを用いて、それぞれ評価モデルを作成した。

土地利用の評価は、原材料として使用される植物（大豆、イネ、亜麻）を対象とし、これらを栽培するのに利用される土地面積のみを算出した。主なデータ収集方法について以下に述べる。大豆はFAO STAT統計値²⁰⁾より米国の栽培面積及び生産量を得た。イネは日本の農林水産省の統計値²¹⁾より、栽培面積及び生産量を得た。亜麻はFAO STATの統計値²⁰⁾よりカナダの栽培面積及び生産量を得た。また、米ぬかの評価については精米を主製品、米ぬかを副製品として経済配分を行った。なお、米ぬかの配分については、同量の米ぬか油と仮定し、価格は日本の2005年産業連関表部門別品目別国内生産額表²²⁾から134.4 [円/kg]として、精米の価格は市販白米の価格から400 [円/kg]と仮定して計算している。また、配分量については、既存研究²³⁾から357 [kg]の玄米に対して、307 [kg]の精米と10 [kg]の米ぬか油に配分して計算した。

本研究における、輸送シナリオを表2に、輸送シナリオに含めた原材料を表3に示す。主に国産品や再生植物油はタンクローリーなどの陸上輸送を、石油や亜麻といった海外からの輸入はいずれも船で輸送するものとした。

4. 結果と考察

4.1 インベントリ分析

紙及びインキの双方を含めた印刷物のLC-CO₂結果を図3に示す。印刷物はすべてのモデルが約12 [kg-CO₂]と

いう結果となった。従来モデルと比較して、差が1%以内となり、あまり差が見られない。これは、製紙におけるユーティリティの割合が大部分を占めており、インキの違いによる全体への影響が小さいことによる。

つぎに、図3の結果から紙を除いて、インキの製造工程までに着目したLC-CO₂の評価結果を図4に示す。この中で、ワニス製造及び顔料製造に占める割合が大きいことがわかる。これは、油脂・染料生産までの環境負荷が他の原料に比べて相対的に大きいことによる。大豆インキB及びライスインキは、再生植物油を用いることから従来インキ・大

豆インキAと比較してCO₂排出量が削減されている。従来インキと比較し、大豆インキBは約5%の削減、ライスインキは約30%の削減となった。特にライスインキはワニスの原料において、大豆から米ぬか油と再生植物油に転換することの効果が大きいことがわかった。一方、大豆インキAは従来インキよりもCO₂排出量が大きかった。これは石油系原料から植物系原料に変えただけでは環境負荷が必ずしも低減するとは限らず、再生植物油の利用が不可欠であることを示す。

表2 輸送方法の設定

種別	再生大豆油	米ぬか油	大豆
区間	実績値	仙台～東京	米国～東京
方法	10kLタンクローリー	10tトラック輸送	コンテナ船 (<4,000TEU)
積載率	100%	75%	
種別	ワニス	亜麻仁油	石油系溶剤
区間	実績値	バンクーバー～東京	サウジアラビア～東京
方法	10kLタンクローリー	コンテナ船 (>4,000TEU)	タンカー (>80,000DWT)
積載率	75%		

※1TEU = 20フィートコンテナ換算 1 個

※DWT = 積載重量トン

表3 輸送モデル評価対象

モデル	従来インキ	大豆インキA	大豆インキB	ライスインキ
モデルに含まれる	ワニス	大豆	大豆	再生植物油
原材料の輸送	亜麻仁油 石油系溶剤	ワニス 亜麻仁油 石油系溶剤	再生植物油 ワニス 亜麻仁油 石油系溶剤	米ぬか油 ワニス

図3 印刷物に着目したインベントリ分析結果(CO₂)

図4 インキ生産に着目したインベントリ分析結果 (CO₂)

図5 印刷物に着目した被害評価結果 (一次生産)

4.2 被害評価

一次生産の被害評価結果を図5に示す。印刷物は従来インキで0.044[kg]、大豆インキAでは0.058[kg]、大豆インキBでは0.047[kg]、ライスインキでは0.033[kg]となった。従来インキを用いた印刷物と比較して、大豆インキAが約30%の増加、大豆インキBが約6%の増加、ライスインキが約26%の削減という結果となった。CO₂の結果と比べて、紙に対するインキの相対的重要度が高いことがわかる。これはインキに使用する植物系原料の入手に土地の占有が伴うことによる。本評価において、印刷用紙は再生パルプが利用されることを想定し、木材入手までの土地は評価に含めていないため、バージンパルプが利用される場合は結果が異なるものと考えられる。

つぎに、インキ生産に着目した一次生産の被害評価結果

を図6に示す。従来インキで0.013[kg]、大豆インキAでは0.027[kg]、大豆インキBでは0.016[kg]、ライスインキでは0.002[kg]となった。従来インキと比較し、大豆インキAは約2倍、大豆インキBは約20%の増加、ライスインキは約90%の削減となった。この評価には亜麻・大豆・イネを栽培する際の土地利用による影響を評価に含んでいる。ライスインキが使用する米ぬかに関わる土地占有面積は稲作の土地面積から経済配分したが、亜麻・大豆は種子をそのまま油脂に使用するため配分がないことから土地占有面積が大きい。さらに、ライスインキは再生植物油を使用するため、当該採取に伴う土地占有面積は計上していない。以上が理由となり、ライスインキの一次生産への影響が他のインキと比べて大きく削減されたものと言える。

図6 インキ生産に着目した被害評価結果(一次生産)

図7 印刷物の統合化評価結果

4.3 統合化結果

LIME2の統合化係数を用いて印刷物について評価した結果を図7に示す。印刷物はすべてのモデルがほぼ同等で約63 [円] であった。一次生産の被害評価ではインキによる差が見られたが、統合化に対する影響は小さかった。

紙を除いて、インキ生産までに着目した評価結果を図8に示す。評価結果は、従来インキで約1.7 [円]、大豆インキAでは約2.4 [円]、大豆インキBでは約1.7 [円]、ライスインキでは約0.7 [円] となった。ライスインキは副産物の使用と再生油の使用による土地利用の影響削減が大きく、評価品目の中で最も環境影響が低い結果となった。一方、大豆インキは再生油を利用した場合（シナリオB）は、大豆油の使用による影響を再生油の利用による影響削減効果が相殺する形で、従来インキとほぼ同等の結果となった。

一方、再生油を利用しないと一次生産に対する影響が大きく、従来インキよりもむしろ大きいものと評価された。

5. 限界

今回の評価では、印刷工程でインキから揮発するVOCを評価対象外とした。また、印刷機械工業会は2008年に印刷を起因とした健康リスクの要因として、パウダー粉じん、インキミスト等を挙げている²⁴⁾が、本研究においてはこれらに影響評価としては含めていない。VOCは光化学オキシダントの原因物質であるが、評価ではこれらの影響が計上されないため、統合化結果はその分過小評価になっている。

本研究では、インキ生産等の各種データに、一次データを用いているが、これらのデータは特定製品に偏りが発生

図8 インキ生産に着目した統合化評価結果

している可能性がある。日本インキ工業会が定める、植物油インキについての基準は存在するが、原材料投入量については製造者に一任されているためである。そのことから、本研究のデータは国内生産におけるインキ製品の代表性が高いものではない。また、二次データにIDEA¹⁶⁾を用いた。インベントリデータの精度については、不確実性が存在することから、二次データを変更した場合の感度分析を実施することが今後の課題と考えられる。また、原材料として利用される亜麻仁油・桐油に関する環境負荷原単位を得ることができなかったため、その他植物油脂のデータを用いた。今後、当該データの収集を実施して精度を向上させることが期待される。また、製紙の工程において再生紙を生産するという仮定で評価を実施したが、バージンパルプを使用することで環境負荷が大きく変化する可能性があることから、印刷する紙によっては全体評価も大きく変わることが考えられる。

シナリオ設定において、黒インキで印刷したと仮定し評価を実施している。同様のインキ製造方法で生産される他色のインキを用いた場合においても、結果は大きく変わらないと考えられる。これは、インキの原材料起因による差で結果は変化するが、顔料の製造工程において、シナリオ設定した黒インキと同様のプロセスで生産されるためである。

統合化評価手法としてLIME2¹⁵⁾を用いた。LIME2には、評価係数代表値のみではなく、信頼区間や確率密度分布等の情報が存在する。ただし、本研究のインベントリ評価においては代表値で評価している。そのため、特性化評価及び影響評価においても線形計算で代表値のみで評価を実施している。

6. 結論

環境に配慮したインキとして、植物系原料や廃棄油の使用が目立っている。これらの利用によりCO₂の削減が期待されるが、その反面、土地利用の影響が増加するものと考えられた。そのため、本研究では、大豆油インキとライスインキに注目し、紙を含めた印刷物の影響評価を行った。印刷物に対する評価では、製紙の影響が大きく、インキの影響は相対的に小さいため、ほとんど差が見られなかった。その一方で、インキ製造に着目した影響評価については、ライスインキの影響が最も小さく、従来インキの影響の半分以下であることがわかった。これは、ライスインキに再生植物油と米ぬかが多く使われ、CO₂と土地利用の影響の双方を同時に低減することができるためである。

一方、大豆インキは再生油の利用により環境影響が低減されるものの、大豆油の利用による土地占有の一次生産への影響が大きく、統合化結果は従来インキとほぼ同等であった。またすべてバージン油を用いた場合は、再生油利用による環境影響の低減効果が得られないため、従来インキよりもむしろ環境影響が大きいものと考えられた。

今回のモデルで設定したライスインキのシェア率はまだ高くないが、ライスインキを一例とした再生植物油を多く利用したインキを印刷会社が積極的に使用していくことで、インキから発生する環境負荷はさらなる削減につながると考えられる。

(平成25年10月11日受付、平成26年9月12日採択)

参考文献

- 1) 経済産業省, 工業統計調査 平成18年確報 産業編, 経済産業省ホームページ, 入手先 <<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2/h18/kakuho/>>

- sangyo/>, (参照 2013-1-28)
- 2) 経済産業省, 工業統計調査 平成22年確報 産業編, 経済産業省ホームページ, 入手先 <<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/kougyo/result-2/h22/kakuho/sangyo/>>, (参照 2013-1-28)
 - 3) 幸書房 (2001): 油脂, 54(1), 32-34, 43-46
 - 4) 幸書房 (1998): 油脂, 51(7), 30-32
 - 5) 野崎淳夫, 福田豊, 福島靖弘, 橋本康弘 (2008): 社団法人 空気調和・衛生工学会 学術講演会論文集, 20(3), 2095-2098
 - 6) 高橋淳, 滝本靖之, 福田晃 (2004): 塗料・インキがわかる技術読本 材料・製造・評価と環境社会への提案, シーエムシー出版, 東京, 264pp.
 - 7) 日本印刷新聞社 (2003): 『ソイシール』廃止 米国大豆協 使用許諾業務を終了へ, 日本印刷新聞記事 (2003-3-28)
 - 8) アメリカ大豆協会日本事務所, ソイシールロゴの商標登録更新、ソイシール使用許諾契約業務再開のお知らせ, アメリカ大豆協会日本事務所ホームページ, 入手先 <http://www.asaimjapan.org/news/pdf/2011_01_14_renewal.pdf>, (参照 2013-1-25)
 - 9) 農林水産省, 大豆の需要動向, 農林水産省ホームページ, 入手先 <http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_data/pdf/011_juyou.pdf>, (参照 2013-1-28)
 - 10) 印刷インキ工業連合会, 植物油インキの定義・基準・マークの制定, 印刷インキ工業連合会ホームページ, 入手先 <http://www.ink-jpima.org/ink_syokubutu.html>, (参照 2013-1-25)
 - 11) 日経産業新聞 (2008): 東洋インキ製造、米ぬか油を使ったインキ、大豆の代替品開発, 日経産業新聞, 18, (2008-11-28)
 - 12) 株式会社 サンエー印刷, ライスインキ, 株式会社 サンエー印刷ホームページ, 入手先 <http://www.sunaco.jp/lohas_printing/rice.html>, (参照 2013-1-28)
 - 13) 東洋インキSCホールディングス株式会社 (2011): 東洋インキグループ 社会・環境活動報告書2011, 東京, 52pp.
 - 14) 中澤克仁, 山田耕平, 桂徹, 庭田博章, 片山恵一, 安井至 (2003): 紙パルプ技術協会誌, 57(10), 1537-1549
 - 15) 伊坪徳宏, 稲葉敦 (2010): LIME2 意思決定を支援する環境影響評価手法, 丸善, 東京, 666pp.
 - 16) 独立行政法人 産業技術総合研究所, 社団法人 産業環境管理協会, LCI データベースIDEA ver.1.0, 東京, 社団法人 産業環境管理協会
 - 17) 社団法人 産業環境管理協会, LCA システムMiLCA, ver.1.0, 東京, 社団法人 産業環境管理協会
 - 18) LCA日本フォーラム, JLCA-LCAデータベース 2012年度 3版, LCA日本フォーラムホームページ, 入手先 <<http://lca-forum.org/database/>>, (参照 2013-1-28)
 - 19) 社団法人 日本印刷産業連合会 (2011): 事業者のための GHG排出量算定ガイドライン, 東京, 81pp.
 - 20) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO STAT), Crops, FAOSTATホームページ, 入手先 <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>, (参照 2013-1-25)
 - 21) 農林水産省, 特定作物統計調査, 農林水産省ホームページ, 入手先 <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000018946039>>, (参照: 2013-1-28)
 - 22) 総務省, 内閣府, 金融庁, 財務省, 文部科学省, 厚生労働省, 農林水産省, 経済産業省, 国土交通省, 環境省 (2006): 平成17年産業連関表－計数編 (1)－, 経済産業調査会, 東京, 964pp.
 - 23) 大江卓也, 伊坪徳宏 (2011): 第6回日本LCA学会研究発表会, 仙台, 62-63
 - 24) 社団法人 日本機械工業連合会, 社団法人 日本印刷産業機械工業会, 平成19年度作業環境改善に寄与する印刷産業機械に関する調査研究報告書, 社団法人 日本機械工業連合会ホームページ, 入手先 <http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/kensaku/pdf/2008/19anzen_04.pdf>, (参照 2014-1-24)