

宮城県産笹かまぼこのカーボンフットプリント

飯田 惣也^{*1}・加藤 瞳^{*1}・新村 萌子^{*1}・劉 源^{*1}・伊坪 徳宏^{*1}・渡邊 一仁^{*2}

Carbon Footprint of Boiled Fish Paste Sasa-kamaboko in Miyagi Prefecture

Soya IIDA^{*1}, Hitomi KATO^{*1}, Moeko NIIMURA^{*1}, Yuan LIU^{*1}, Norihiro ITSUBO^{*1} and Kazuhito WATANABE^{*2}

キーワード：カーボンフットプリント，ライフサイクルアセスメント，笹かまぼこ，水産練製品，東日本大震災

近年、環境意識の高まりから、水産業に対しても「環境負荷」という新たな視点から捉えた産業のあり方が見直されようとしている。製品の生産から廃棄までに関わる全工程を通じて、資源・エネルギーの消費および環境影響負荷を定量的に算出し評価する技法にライフサイクルアセスメント(LCA)があり、カーボンフットプリント(CFP)はLCAに基づいて地球温暖化の主要因とされる二酸化炭素(CO₂)排出相当量を「見える化」したものである。CFPは生産者と消費者が相互にCO₂削減に向かう仕組みとして期待されており、食料品や日用品を中心に急速に拡大している。

日本の水産加工品の中では、かまぼこ、ちくわ、魚肉ソーセージ・ハムなどを代表とする練製品が水産加工物生産の約3割を占めており、なかでも宮城県はかまぼこの生産量が全国1位である¹⁾。一方、水産加工品を対象としたLCAに関する既往の研究では、サンマ缶詰²⁾やサバ缶詰³⁾、タラのフィレー⁴⁾などで報告があるが、笹かまぼこの分析事例はこれまで報告されていない。そこで、本研究では、宮城県の地域特産品である「笹かまぼこ」に着目し、現場のデータに基づいて笹かまぼこのCFPを試算したのでその結果を報告する。

方 法

宮城県仙台市に工場を置く大手かまぼこメーカーの株式会社鐘崎が生産する笹かまぼこ製品(寸法:縦12.0cm×横5.0cm×厚さ1.5cm,重量90g/枚,価格230円/枚)をモデルとした。本研究で扱う評価範囲,データの収集方法と分析方法を次に記す。

1 評価範囲

本研究で調査の対象とした評価のシステム境界を図1に示す。本システムでは、漁業(冷凍すり身の船内加工含む)、笹かまぼこ製造、輸送、販売、消費を考慮している。

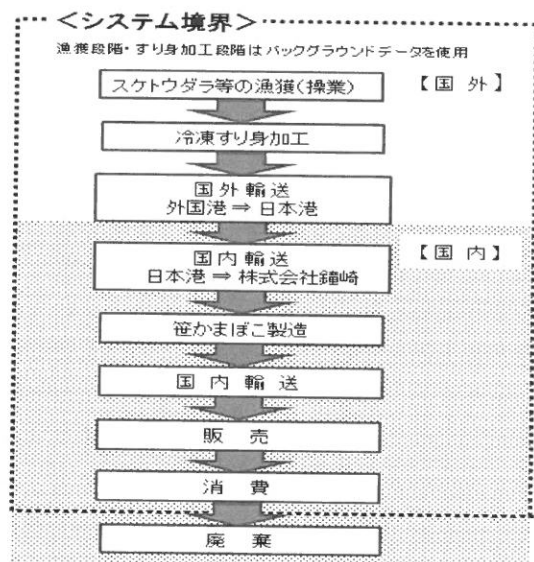


図1 本研究システム境界

^{*1}東京都市大学環境情報学部, ^{*2}宮城県水産技術総合センター環境資源部

2 データの収集

漁業段階では株式会社マルハニチロ水産へのヒアリングやアンケート調査等により、漁業段階を含む冷凍すり身の製造に関するデータを入手した。かまぼこ製造では株式会社鐘崎にて、製造工程や物の流れを確認するとともに、各工程での2010年度の各月の電力消費実績などの情報を取得した。また、震災前後のかまぼこ製造に伴う影響を把握するため、2011年7月分の製造に係るデータも併せて入手した。

3 環境負荷の定量

環境負荷の定量には産業環境管理協会が公表しているインベントリデータベースソフトのMiLCA⁵⁾を利用した。このソフトウェアに取得した漁船や漁具を構成する素材の重量や製造時に要する電力量、移動や操業で使用する燃油量などの活動量を入力することで環境負荷量を求めた。

環境負荷物質にはCO₂、NO_x、SO_xなど様々あるが、本研究では温暖化防止を念頭にカーボンフットプリントを試算するため、CO₂、N₂O、CH₄を評価対象物質として、結果をCO₂相当量に換算して表した。なお、評価の機能単位は笹かまぼこ1枚(90g)を消費することとした。

結果と考察

1. 漁業・冷凍すり身製造の実態と環境負荷

冷凍すり身は、長期保存が利き、品質が保たれるという特徴を有しており、水産練製品の原材料として根幹をなしている。今ではSURIMIの名前で全世界に広がっており、その生産量はおよそ50万tにも及ぶ⁶⁾。これらの冷凍すり身製造ではスケトウダラが代表的な原料魚である。スケトウダラは国内生産量が減少し、価格が上昇していることから、近年ではほとんどを輸入に頼っている。今回モデルとしたかまぼこの製造に係る冷凍すり身の海外での生産実態は次のとおりである。

冷凍すり身の原料となるスケトウダラは米国シアトルに拠点をおく母船式のトロール船団により漁獲されていた。このトロール船団は総トン数4,300トンの母船と総トン数100~200トン級の7隻のキャプチャーボート(トロール船)で構成される。これらの船は周年操業するが、スケトウダラについては1-3月と6-10月にベーリング海で漁獲する。なお、その他の時期は同じく冷凍す

り身の原料となるパシフィックホワイティングをねらってカリフォルニアからシアトル沖合で操業していた。キャプチャーボートで漁獲されたスケトウダラは母船に運ばれ、船内で魚体洗浄、魚体解体、採肉、水洗、水晒、脱水、夾雑物除去、添加物混合、凍結保管の工程を経て冷凍すり身に加工される。図2は冷凍すり身の製造に関する年間のインプットとアウトプットの概要を示したものである。キャプチャーボートと母船、A重油により1年間にスケトウダラ19,630tとパシフィックホワイティング18,930tが生産される(2010年実績)。生産されたスケトウダラは、その後、スケトウダラ冷凍すり身5,138t(歩留り26.2%)に加工される。スケトウダラ冷凍すり身の加工により出る助子などの商材は副産物として、また、魚腸骨やその他部位は魚油やフィッシュミール等の副産物として別途利用されていた。加工された冷凍すり身は米国アラスカ州のダッチハーバー港から冷凍運搬船にて宮城県の仙台港へ輸送される。MiLCAのデータベースソフトよりこれらの工程で排出されるCO₂を求めると、笹かまぼこ1枚製造に必要な冷凍すり身(40g)分のCO₂排出量は134.3g(漁業分104.8g、冷凍すり身製造分29.5g)であった。

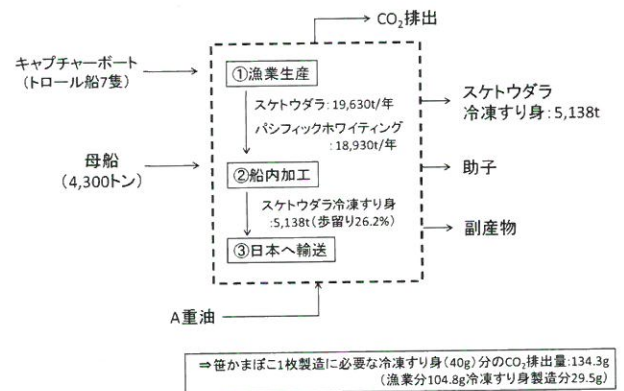


図2 スケトウダラの漁獲・冷凍すり身製造のインプットとアウトプット(2010年1年間)

2. 笹かまぼこの生産と環境負荷

海外から株式会社鐘崎へ搬入された冷凍すり身は、次の工程を経て笹かまぼこ製品となる。

- (1) 保管 最大3日間、倉庫にて保管される。
- (2) 播潰 すり身と調味料、水を加えて練る。
- (3) 成形 練った後のすり身を笹の形に成型する。
- (4) 加熱 成形した後に焼いていく。ここでは機械の洗浄分の水も含まれる。

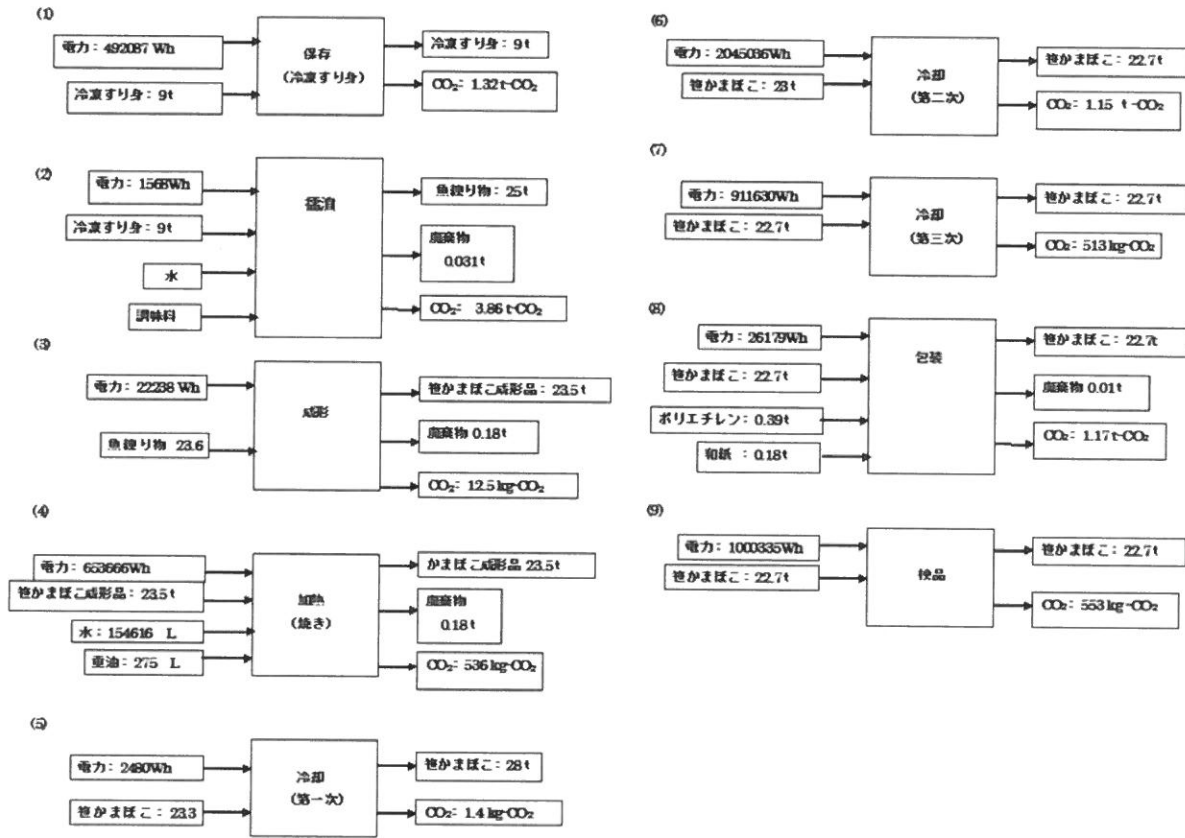


図3 工程別かまぼこ製造のインプットとアウトプット (1年間の実績から1ヶ月平均として整理)

(5) ~ (7) 冷却 粗熱を取り冷風で冷やす3段階にわたる冷却がされる。

(8) 包装 和紙とポリエチレンから出来た包装材に包む。

(9) 検品 X線を使い異物混入の有無等の検査をする。

株式会社鐘崎はすべての工程が機械化されており、図3は工程別かまぼこ製造のインプットとアウトプットを示したものである。この中では、かまぼこの製造に必要な原材料(冷凍すり身など)と各工程で消費される電力量がインプット、処理を受けた原材料と副産物、及び排出されるCO₂をアウトプットとして記されている。CO₂排出量に着目すると、保存段階では1.32t、播潰では3.86t、成形では12.5kg、加熱では536kg、一次冷却では1.4kg、二次冷却では1.15t、三次冷却では513kg、包装では1.17t、検品では553kg、輸送では3.6kgとなり、全体では9.12tのCO₂を排出していた。これらの工程でかまぼこは22.7t生産されていたことから、かまぼこ1t製造あたりCO₂排出量に換算すると402kg、また、かまぼこ1枚製造あたりでは36.2gであった。

3. カーボンフットプリント (CFP) の試算

冷凍すり身の生産とかまぼこの製造に伴うCO₂排出量について、前節までに笹かまぼこ1枚製造に対して漁業段階が104.8g、冷凍すり身製造段階が29.5g、かまぼこ製造段階が36.2gで合計170.5gが排出されていることを算出した。笹かまぼこの製造後の流れは多様であり、輸送、販売、消費の状況は設定するシナリオにより変化する。ここでは製造された笹かまぼこが仙台駅にある販売店で購入される場合を仮定して、輸送、販売、消費のCO₂排出量を導き、CFPとして算定した。

輸送 工場から10km離れた仙台駅に1.5トン車で積載率75%にて輸送されるとすると、笹かまぼこ1枚あたりの背負うCO₂排出量は0.4gと求められる。

販売 笹かまぼこは仙台駅構内のお土産売り場で販売される。搬入された笹かまぼこがその日のうちに購入されるとして、ストッカーの消費電力から1枚あたり消費電力に換算してCO₂排出量を求めると1.1gとなった。

消費 消費者は笹かまぼこをそのまま袋からあけて消費するとしてCO₂排出量は0カウントとした。

以上より、かまぼこ製造後の付加分として輸送0.4g、

販売1.1gが加算され、仙台駅で販売される笹かまぼこ1枚のCFPは172.0gと求められた。

次にCO₂排出量の削減方途を検討するために段階別にCO₂排出の寄与度をみると、CO₂排出量全体の約61%を漁業段階が占めた。これは、笹かまぼこの原料となるスケトウダラが主に沖合で底曳網により漁獲されるもので、大量の漁獲物により網の抵抗などがかかることその他、船の移動、船内加工のための冷凍設備の発電機のための燃料消費が多いためと考えられた。これらは海外での生産分となるため、直接削減できるものではないが、我が国同様、海外漁船においても省エネ化が必要なることを示唆する結果であった。国内生産のスケトウダラ及び冷凍すり身と比較した場合にどのような差があるのか興味を持たれるところである。一方、直接的な削減に関わるかまぼこの製造段階は全体に対しておよそ21%の寄与度に留まった。同じ水産加工品である缶詰製品³⁾の比率51%と比べても相対的に小さかった。笹かまぼこの容器は和紙とポリエチレン作られたものであるが、缶詰製品は容器が缶であり鉄とアルミが使用されていることがCO₂排出量に大きく影響していた違いと言える。

さて、加工段階のCO₂排出量は多くが冷却や加熱などの電力消費に起因するものであった。このため、加工段階のCO₂削減については、電力対策が大きなポイントとなる。この意味において、照明や冷凍すり身、笹かまぼこを保存する冷蔵庫の使用にともなう省エネルギー化に向けた取り組みが今後は求められる。1つの方策としては、冷蔵庫などの工場製品の老朽化に伴い、設備を更新する際には、現在の機能を維持するという前提のもとで、より省エネルギー化された製品を優先して選択することが挙げられる。工場規模が大きいので、省エネ製品を取り入れたことによるCO₂削減効果が大きいと期待される。これらの取り組みによるCO₂削減は企業努力の結果

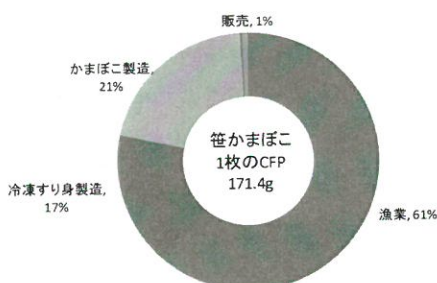


図4 段階別のCO₂排出割合

果として消費者へアピールできるという側面を有する。また何よりも、かまぼこの製造に係る電気代のコスト削減にも波及するので、経営改善にも繋がる。

4. 東日本大震災によるかまぼこ製造への影響

ここでは東日本大震災による影響として、かまぼこの製造段階を例にCO₂の観点からどのような変化があったのかを考える。

株式会社鐘崎では東日本大震災によるライフラインの停止、工場においては製造機械の破損、店舗においてはショーケースの壊れにより、大きな被害を受けた。震災10日後の28日には営業を再開したが、4月7日の余震で再度営業できなくなり、早急な復旧作業で翌日から営業を再開するという経過をたどった。

かまぼこ製造に関する震災前後の状況を比較した。震災前1枚当たりのCO₂排出量は170.5g、震災後1枚当たりのCO₂排出量(2011年7月分)は169.0gとなり、震災後に若干減少していることが分かった。東北電力の発電力構成で19%を占めていた原子力発電が震災後0%になり、これを補った石油火力発電の電力構成比率が大きくなったことから、当初は増加すると予想されたが、逆の結果であった。この要因について、1つには震災後に計画停電が予定されており(結果的に計画停電は実施されなかったが)、より限られた時間帯のみの生産を強いられたことと、また1つにはお見舞い品に対する御礼やお中元として笹かまぼこの需要が増加していたことが挙げられる(実際に2011年7月の笹かまぼこ生産量は43tとなり、震災前同月の生産量36tより約20%も増加していた)。震災前後で笹かまぼこ製造にともなう1tあたりの電力消費量を比較したところ、震災前は175,090.3Whで、震災後は147,211.8Whであった。これらの条件が重なることで、工場は回転数を高めた大量生産を行い、必然的に生産効率が上がったためと推察される。なお、誤解のないように記載するが、今回の震災後のデータは7月の1ヶ月分についての解釈であり、季節性や復興イベントによる影響を受けた可能性もある。このため、震災後の動向を引き続きモニタリングしていくことが必要である。

5. 妥当性の検証

本研究で試算したかまぼこのCO₂排出量を味の素の原単位データベース⁷⁾と比較した。味の素の原単位データベースは統計情報に基づく解析結果であり、この数値は日本の平均値をトップダウン的に求めたものである。一方、本研究の結果は現場のデータに基づいた事例とし

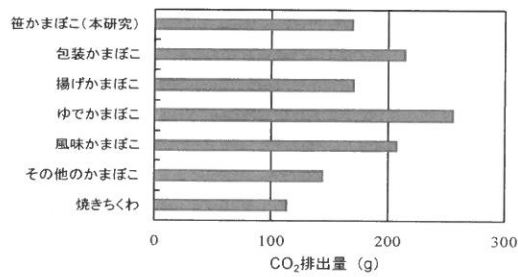


図5 味の素原単位データベースとの比較

て、ボトムアップ的に積み上げることで求めたものである。図5は味の素原単位データベース内にある2005年の練り製品生産にともなうCO₂排出量を今回のかまぼこの規格に合わせてそれぞれを90gあたりのCO₂排出量に換算したものである。包装かまぼこがCO₂排出量は215.5g、揚げかまぼこは171.0g、ゆでかまぼこは256.5g、風味かまぼこは207.9g、その他のかまぼこ144.9g、焼きちくわは114.3gであった。本研究で算定した笹かまぼこの製造に伴うCO₂排出量は170.5gなので、上記の製品のうち、揚げかまぼこと近い結果となった。揚げかまぼこ以外の製品と比べても大きな差がみられないことから、積み上げによる大きな漏れはないものと判断され、本研究で得られた結果は妥当なものと考えられた。

要 約

1. 笹かまぼこのCFPは1枚あたり172.0g-CO₂（かまぼこ製造段階までは170.5g）であった。
2. CFPに対する段階別の寄与度では、漁業段階が61%と最も大きく、かまぼこ製造が21%、冷凍すり身製造が17%となっていた。
3. 震災に伴うかまぼこ製造への影響をCO₂排出の観点から確認したところ、電力構成は変わっているものの、7月は繁忙期と計画停電が重なり、生産効率が上がったことからCO₂排出は減少した。
4. 本研究で得られた結果を味の素の統計解析に基づくデータベースとの比較により、得られた値は概ね妥当な水準に位置すると考えられた。

謝 辞

データの収集にあたり、御協力してくださった株式会社鐘崎の高橋敏氏、中名生博和氏、株式会社マルハニチロ水産の正木良太氏、岡田英樹氏、の各位には、心から感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

参考文献

- 1) 農林水産省, 平成20年水産加工品生産量. 入手先<http://www.maff.go.jp/j/tokei/pdf/suisan_kako08.pdf> (参照2011-7) .
- 2) 渡邊一仁, 石田理, 矢野歳和, 田原聖隆 (2010) 宮城県産サンマ缶詰のカーボンフットプリント,宮城水産研報 **10**,25-32.
- 3) 安藤生大, 長谷川勝男 (2011) サバ缶詰のライフサイクルCO₂ (LC-CO₂) の試算および環境教育教材への利用可能性—千葉県銚子市 (2008) におけるケーススタディー—,水産技術**3** (2) ,99-105.
- 4) Friederike Ziegler, Per Nillson, BeritMattsson and Yvonne Walther (2003) Life Cycle Assessment of Frozen Cod Fillets Including Fishery-Specific Environmental Impacts. Int J LCA**8** (1) 39-47.
- 5) 社団法人産業環境管理協.MiLCA (みるか) で見える化を-Visualization by MiLCA-.<<http://www.milca-milca.net/>> (参照2012-1) .
- 6) 冷凍すり身協会.冷凍すり身について.< <http://www.surimi.org/mince>> (参照2012-1) .
- 7) 味の素. '90・'95・'00・'05 年版 3EID 対応 味の素グループ版「食品関連材料CO₂排出係数データベース」<<http://www.ajinomoto.co.jp/activity/kankyo/pdf/2010/lcco2.pdf>> (参照2011-7)

