

日本とタイにおける砂糖の環境影響評価

Environmental Impact Assessment of Sugar in Thailand and Japan

平成27年2月23日(月)

平成26年度事例研究報告会

東京都市大学 横浜キャンパス 31A教室

伊坪徳宏研究室

食品班

薄 美咲 枝廣 あかり 宮岡 誠

目次

1. 序論

- 社会背景
- 研究背景
- 研究目的

2. 研究方法

- 評価対象
- 評価範囲
- 算定方法

3. 算定結果・考察

- 精製糖の比較(GHG)
- 妥当性の検証
- 精製糖の比較(水消費量)

4. 結論

- まとめ・提案
- 課題と限界

謝辞

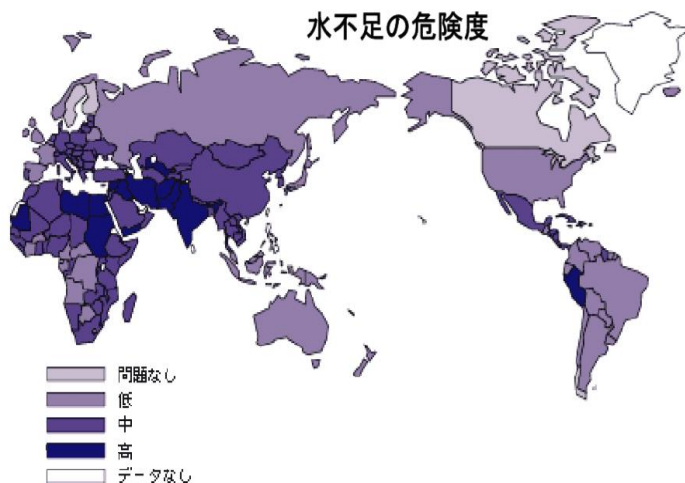
参考文献

1.1.1 社会背景 — 環境問題への関心の高まり —

日本の平均降水量 1718mm/年

世界の平均降水量 880mm/年

*** 一人あたりの降水量 世界平均の1/4**



Stockholm Environment Institute, Comprehensive Assessment of the Fresh-water Resources of the World, 1997より

人間活動により温暖化が起こっている

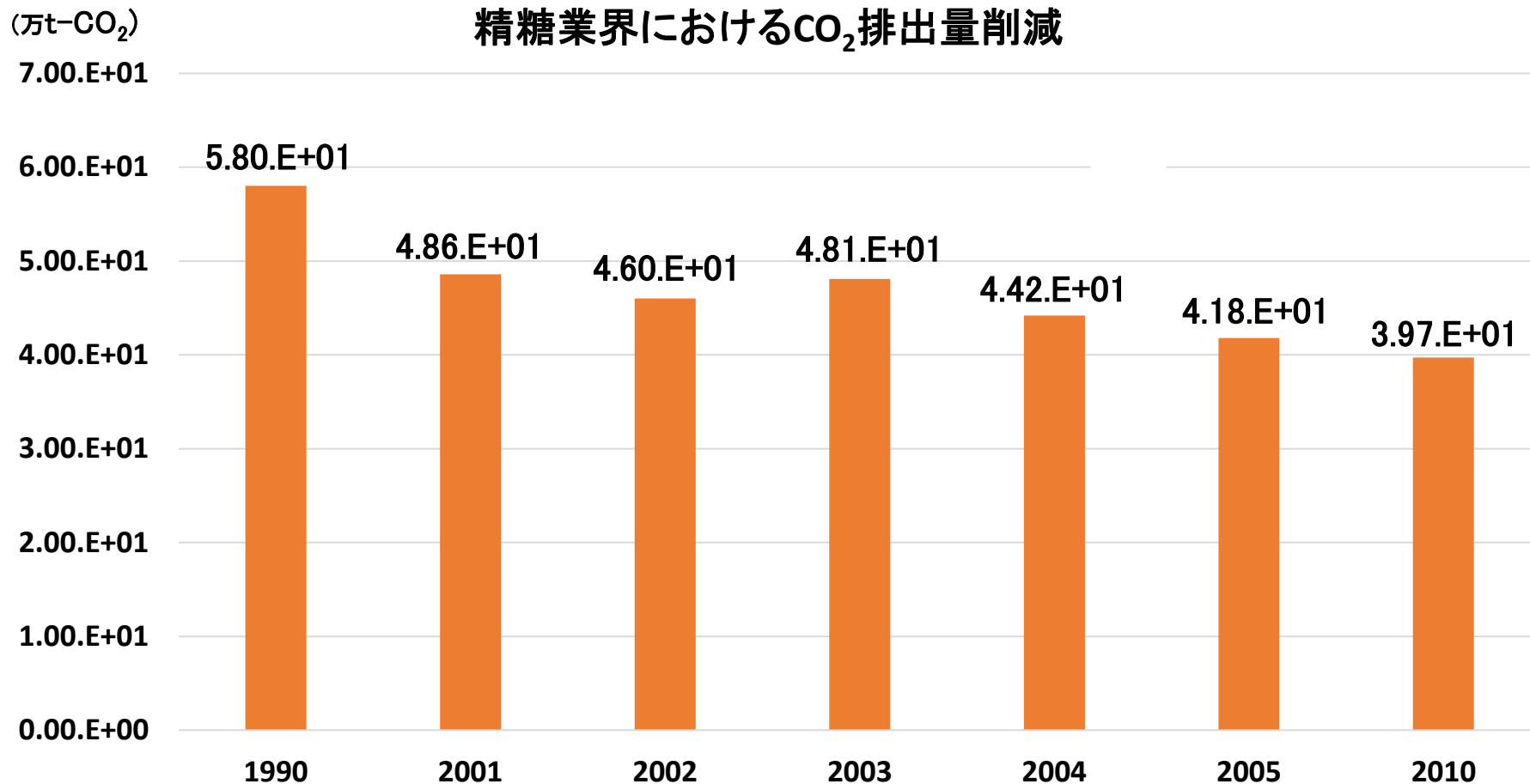
人口増加により温暖化は加速

温暖化が起こす砂漠化などが起因し
水問題が起こる

2014年7月31日に新たな国際規格として
「**ISO14046:2014**Environmental management
— Water footprint — Principles,
requirements and guidelines (環境マネジメ
ント——ウォーター・フットプリント——原
理、要求事項および指針)」が発行される

企業が様々な対応を行っている中で、精糖工業会は経団連の進める「環境自主行動計画」に参画

1.1.2 社会背景 ー精糖業界における取組みー



出典: 食品産業における環境自主行動計画のフォローアップの実施について

精糖業界は1990年からCO₂ 排出量の算定をはじめ2010年時には32%の削減効果があった

1.2 研究背景 — 既存文献の比較 —

文献名	著者	年	概要
さとうきびから精製糖までの二酸化炭素排出原単位の算出	服部浩三 他	2008	サトウキビ栽培の排出原単位を徳之島とタイで比較すると肥料や農業機械の燃料から徳之島のほうが高く、輸送面でもタイは売電を行なうため、徳之島の粗糖のCO ₂ 排出原単位はタイの1.5倍となる。
輸入糖を原料とした精製糖のLC-CO ₂	佐藤邦光 辻本進	2007	CO ₂ 負荷が最も大きい項目はN肥料、次いで農業機械燃料である。タイとブラジルのサトウキビのLC-CO ₂ を比較すると、ブラジルの方が低い。これはタイの土壌性質などにより、上記の投入量がタイの方が高いことによるものである。
Life Cycle Assessment of Cane-Sugar on the Island of Mauritius	Department of Civil Engineering他	2004	モーリシャス島から輸出される粗糖1tあたりのライフサイクルを調べると、環境影響を与えるのは肥料、除草剤の製造、砂糖の処理及び発電、輸送、焼却の順に大きいことがわかった。
Application of the Life Cycle Assessment methodology to	F. Brentrup 他	2000	甜菜農場での実験のデータをNH ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CH ₄ 等によって評価した。最大の環境影響は窒素原料として使用される尿素であり、施肥システムは酸性化や富栄養化の主要因である。

問題点

- ・CO₂を評価対象物質としているものが多いがGHGの観点から評価しているものが少ない
- ・地域性を考慮した水の評価を行っているものが少ない

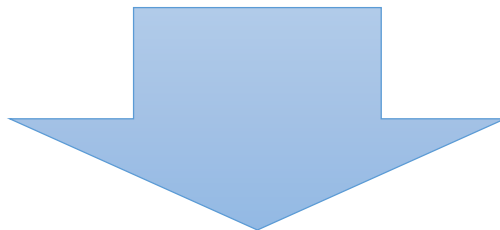
1.3 研究目的

社会背景

- ・人間活動による地球温暖化が起因して、水資源問題などが起きている
- ・WFのISO規格化により、水問題の関心が高まっている
- ・精糖工業会では経団連の進める「環境自主行動計画」に参画

研究背景

- ・CO₂のみを対象とした文献が多い
- ・地域性の考慮及び特性化を行っている文献が少ない

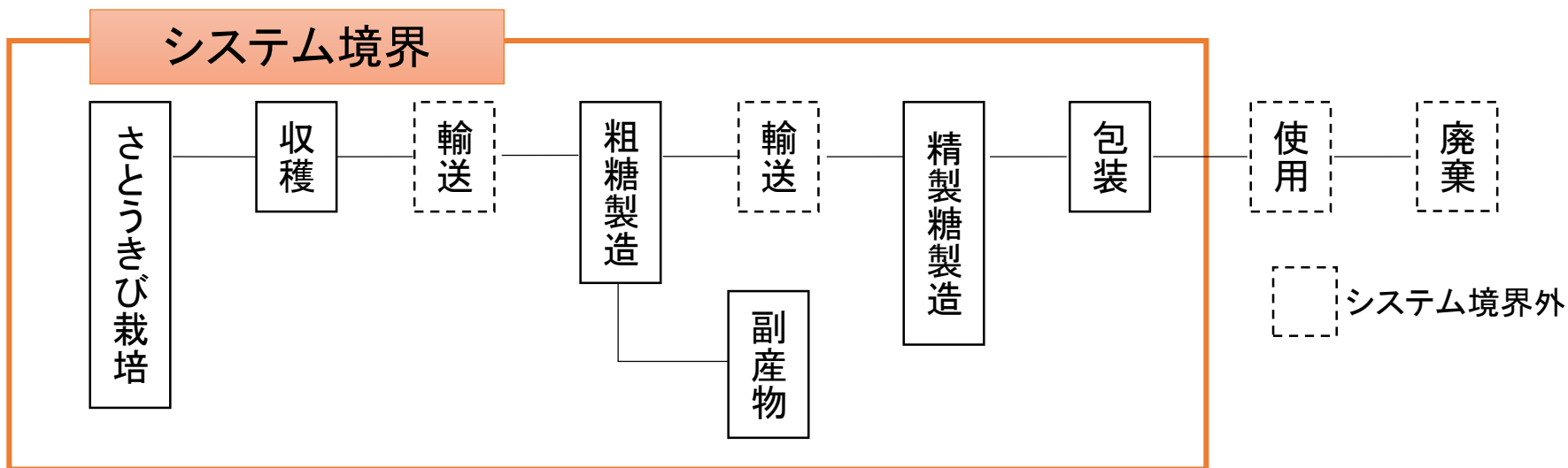


研究目的

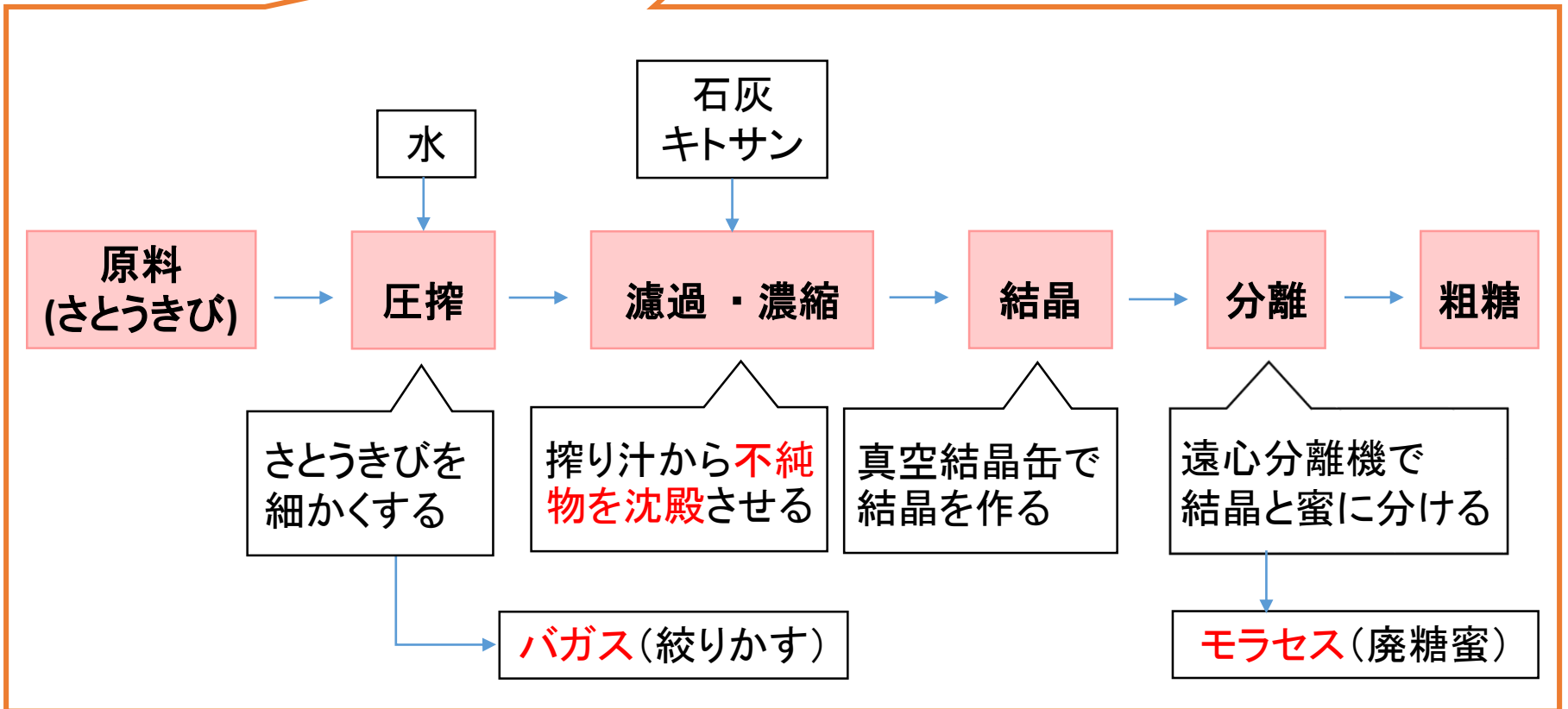
- ・栽培から精製糖までを考慮した砂糖のGHG・水の評価を行う
- ・日本とタイで環境負荷の比較をし、地域性を考慮した上で今後の提案を行う

2.1 評価対象

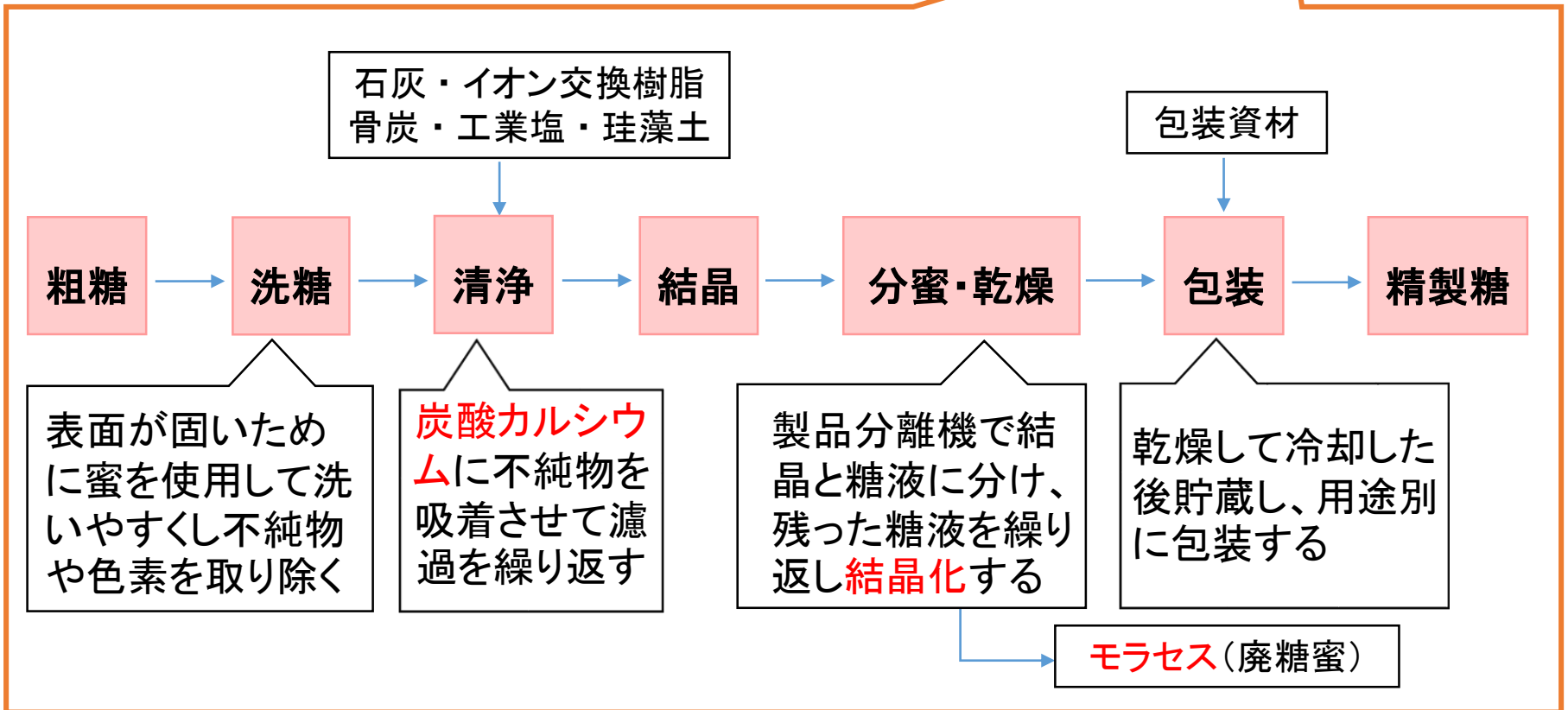
機能単位	精製糖1tの生産
対象国	日本(徳之島)・タイ(ウドンターニ)
影響評価項目	①地球温暖化 [GHG排出量:CO ₂ ・CH ₄ ・N ₂ O] 地球温暖化特性化係数(100年)に基づいてCO ₂ eqを算定 ②水消費量
評価範囲	さとうきび栽培～製造(精製糖) * 副産物生産は考慮し、輸送・使用・廃棄は含めない



2.2.1 評価範囲 —粗糖の製造工程—



2.2.2 評価範囲 — 精製糖の製造工程 —



2.3 算定方法

使用データ

- ・三井製糖株式会社様から得たヒアリングデータ

算定方法

GHG 排出量($CO_2 - eq$)² = Σ (活動量 × 原単位)

原単位 = IDEA

水消費量 = Σ (活動量 × 原単位)

原単位

= 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

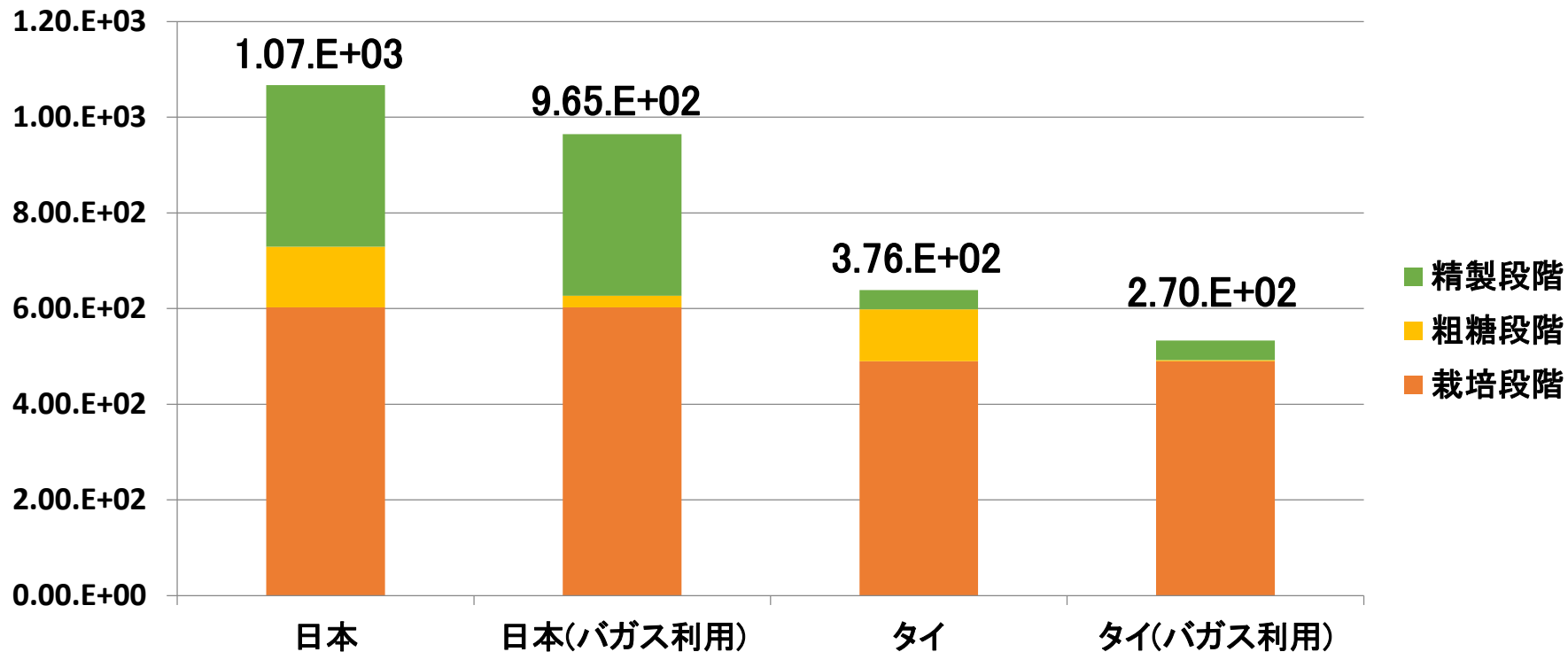
使用した特性化係数

【各国におけるWater Availability Factorの加重平均値(矢野ら)】

	雨水	河川水	地下水
日本(徳之島)	0.5	1.6	4.8
タイ(東北部)	0.7	1.3	4.4

3.1.1 算定結果 — 精製糖1tのGHG排出量の比較 —

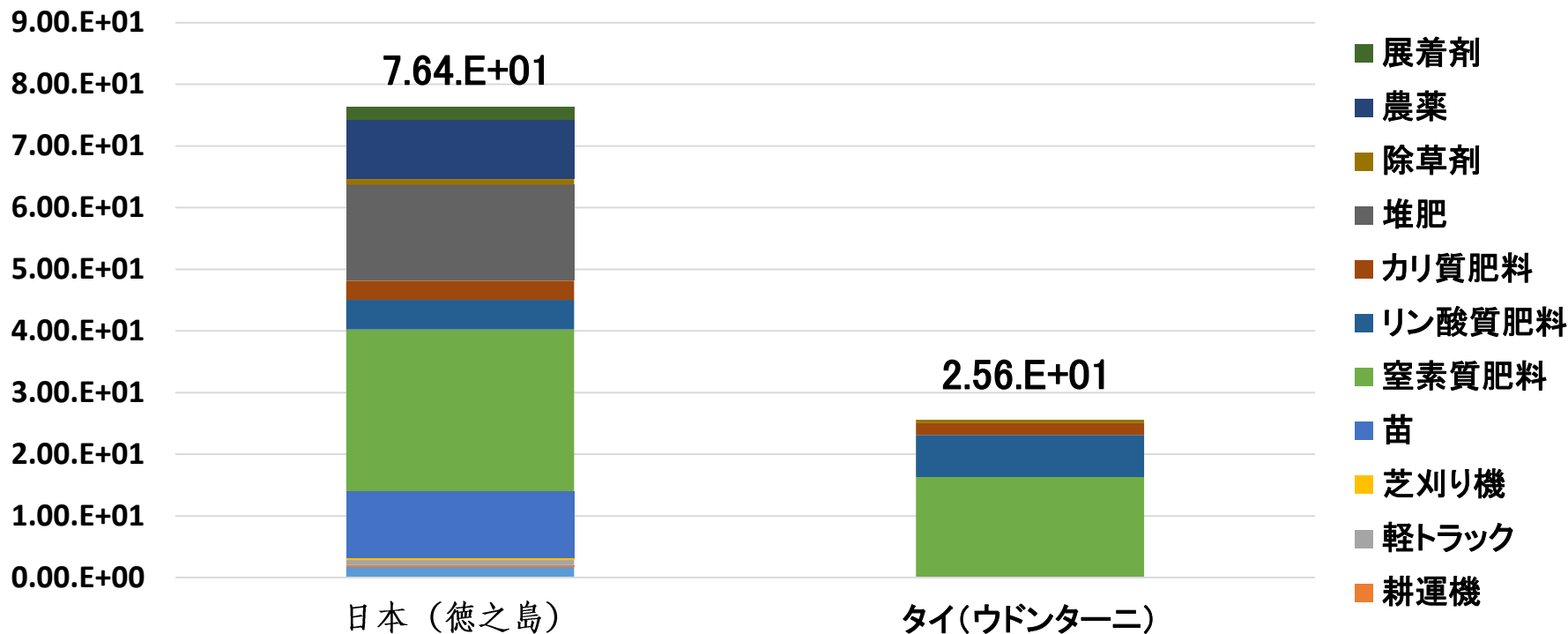
(kg-CO₂eq/t-sugar)



- ・栽培段階の全体に占める割合が大きくなった
- ・粗糖段階において**バガスで自家発電**することにより、それぞれ100kg-CO₂eq程度削減された
- ・精製段階において**日本は糖液を繰り返し結晶化**を行うことでエネルギーを多く使うことから、タイに比べて結果が大きくなった

3.1.2 算定結果 — さとうきび1tのGHG排出量の比較 —

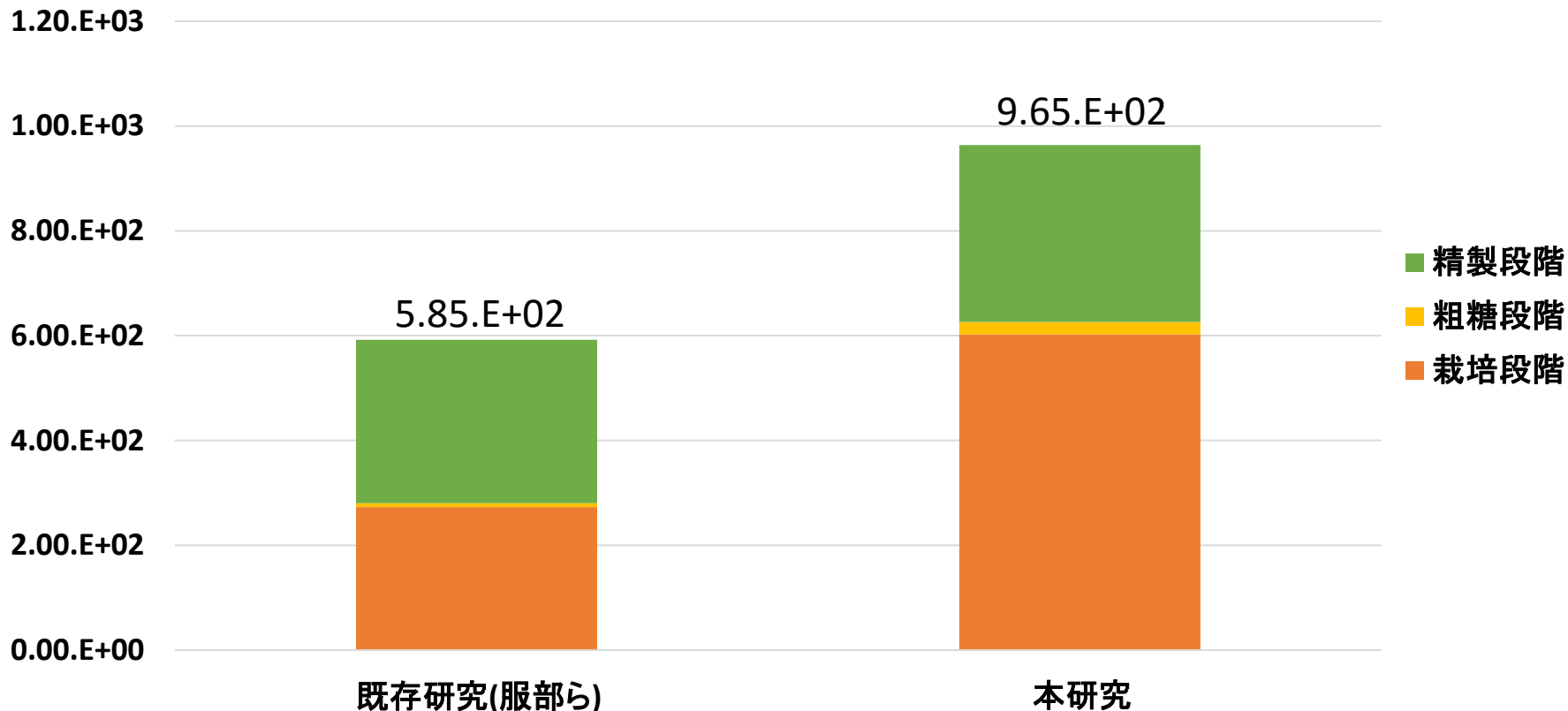
(kg-CO₂eq/t-sugarcane)



- ・どちらの国においても窒素質肥料が多く割合を占めているのは、**高圧力**で製造することから原単位が大きいことが考えられる
- ・日本の堆肥の割合が大きくなったのは、**化学肥料を減らす**ことや、日本の土は水もちが悪いことから質を向上させるために多く使用していることが起因していると考えられる

3.1.3 算定結果 ー妥当性の検証ー

(kg-CO₂eq/t-sugar)

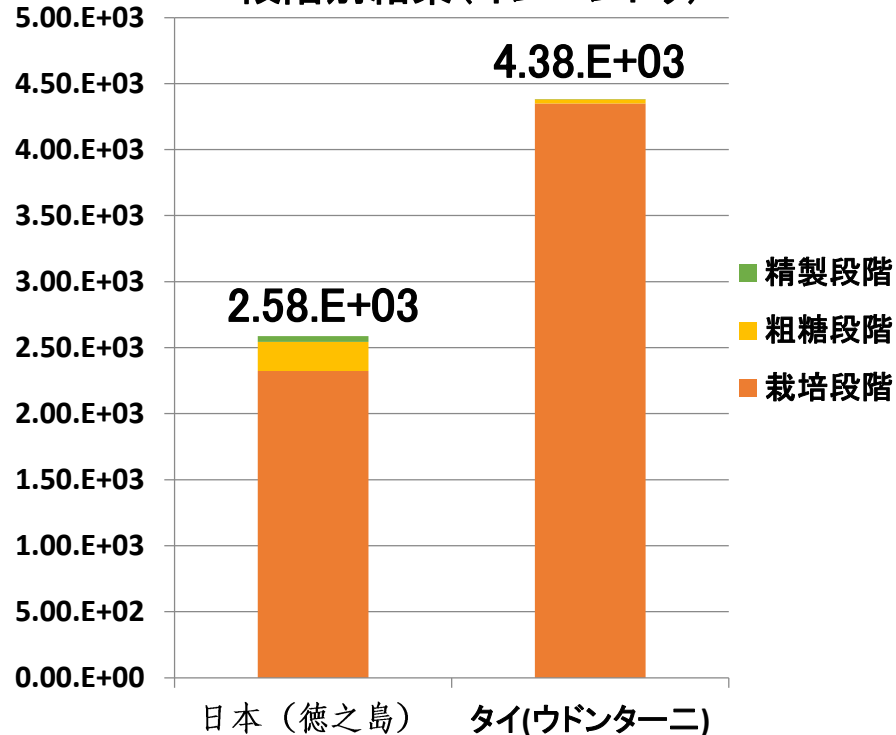


- ・既存文献との比較してみると、栽培段階においては本研究の方が**堆肥やトラクタの活動量が多い**ことが結果に起因していると考えられる
- ・精製段階においては20kg-CO₂eq程度の差であり、本研究の方が材料の項目が多いことから排出量が大きくなったことが結果に起因していると考えられる

3.2.1 算定結果 —精製糖1tの水消費量の比較—

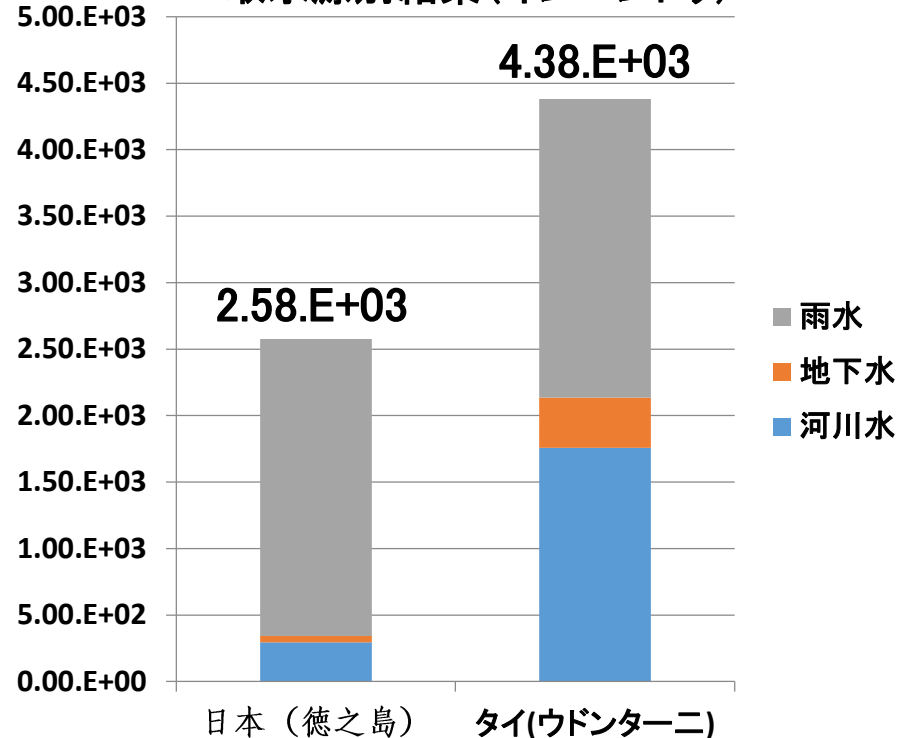
(m³/t-sugar)

段階別結果(インベントリ)



(m³/t-sugar)

取水源別結果(インベントリ)

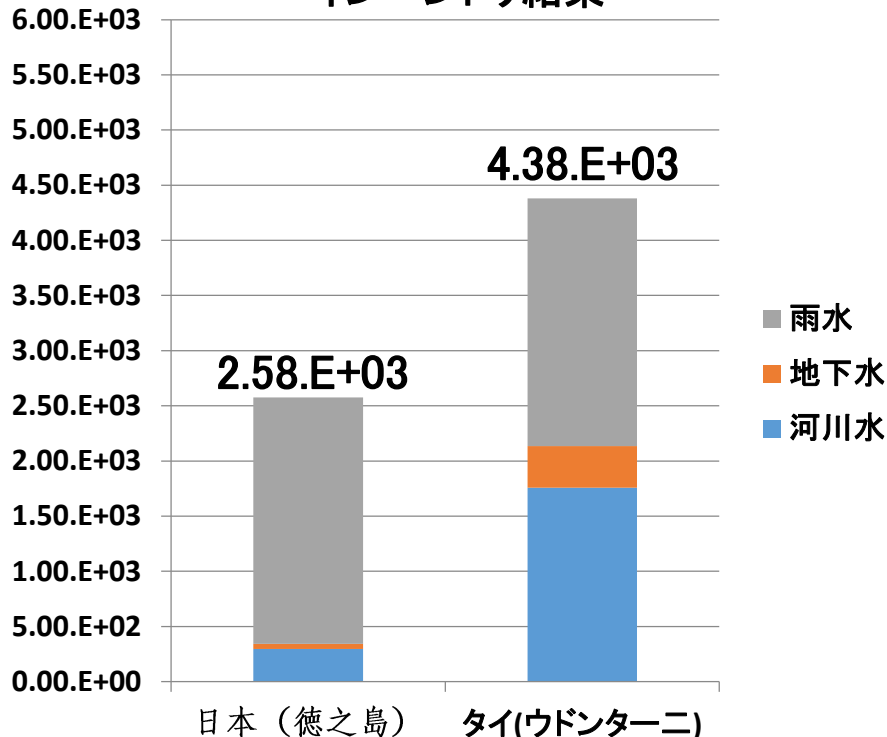


- ・タイの水消費量が大きくなったのは、**調査対象間の栽培効率の違い**が起因していると考えられる
- ・タイは日本に比べて温暖な気候であることから**蒸発散量が多い**ため水消費量が大きくなったと考えられる

3.2.2 算定結果 — 精製糖1tの水消費量の比較 —

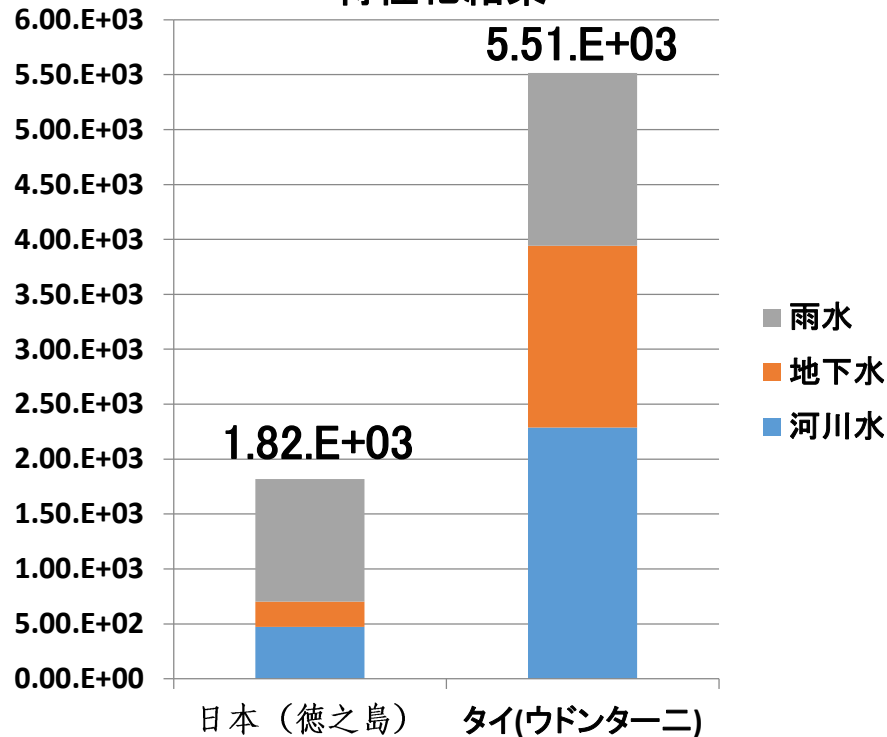
(m³/t-sugar)

インベントリ結果



(m³-H₂Oeq/t-sugar)

特性化結果



- ・日本は影響力の小さい**雨水を多く消費**するため特性化すると値が小さくなった
- ・タイは影響力の大きい**河川水や地下水を多く消費**するため特性化すると値が相対的に大きくなった

➡ タイにおいては水消費量を削減するために雨水の利用率を上げる必要がある

4.1 結論 —まとめ・提案—

まとめ

- ・今回は日本とタイにおけるさとうきび栽培から精製糖製造までのGHG排出量と水消費量の環境影響評価を行った
- ・GHG排出量において最も環境負荷が大きいのは栽培段階で、特に窒素質肥料が大きな環境負荷を与える
- ・水消費量においては栽培効率、降水量、河川水・地下水の利用が結果に寄与してくる

今後の提案

- ・栽培段階においてGHG排出量が大きかった化学肥料の代替としてリサイクル肥料を使用する
- ・タイの栽培段階の水消費量を減らすために腐葉土を用いて水もち・水はけを良くする
- ・日本の精製段階の各工程で使われる水を再利用する

4.2 課題と限界

- ・システム境界に輸送段階を含めることができなかった
→さとうきび栽培の農家から粗糖製造の工場までの具体的な距離や輸送方法のデータを取得することができなかったため、システム境界外とした
- ・システム境界に使用と廃棄を含めることができなかった
→今回の研究では製造段階の環境負荷を重点に置いて評価を行ったため、システム境界外とした
- ・製糖会社特有の材料の原単位においては似た材料の原単位で代替しているため、過大評価の恐れがある
- ・肥料や堆肥を代替したシナリオとの比較を行うことができなかった

謝辞

本研究を行うにあたり、データを提供していただきました三井製糖株式会社服部浩三様、松本範正様、山本由貴絵様に感謝の気持ちといたしまして謝辞の言葉を申し上げます。ありがとうございます。

参考文献

- 【1】服部浩三他：『さとうきびから精製糖までの二酸化炭素排出原単位の算出』（2008）
- 【2】佐藤邦光他：『輸入糖を原料とした精製糖のLC-CO₂』（2007）
- 【3】Toolseeram Ramjeawon 『Life Cycle Assessment of Cane-Sugar on the Island of Mauritius』（2004）
- 【4】F Brentup他：『Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers』（2000）
- 【5】農林水産省：食品産業を巡る環境対策などについて
- 【6】三井製糖株式会社：「お砂糖の「じつは・・・」
<http://www.mitsui-sugar.co.jp/>
- 【7】大日本明治製糖 「お砂糖ができるまで」
http://www.dmsugar.co.jp/enjoy/square/process_01.html
- 【8】森泉由恵他：『タイにおけるバイオエタノール導入への取組み(Ⅱ)』（2007）
- 【9】株式会社エコデザイン研究所：「かんとリースーパーエコデザインミックス(生第87084号)」
<http://www.eco-kochi.jp/info.htm>
- 【10】精糖工業会：「平成19年度環境自主行動計画についての調査票」
- 【11】Envix：ISO 14046:2014(ウォーター・フットプリント)について - 第10回「世界環境法規制セミナー」
特別コラム Vol.5

ご清聴ありがとうございました