

対策概要

- 材料を耐圧容器に入れ、間接加熱して昇温しながら減圧（真空吸引）脱水するもの。

導入可能性のある業種・工程

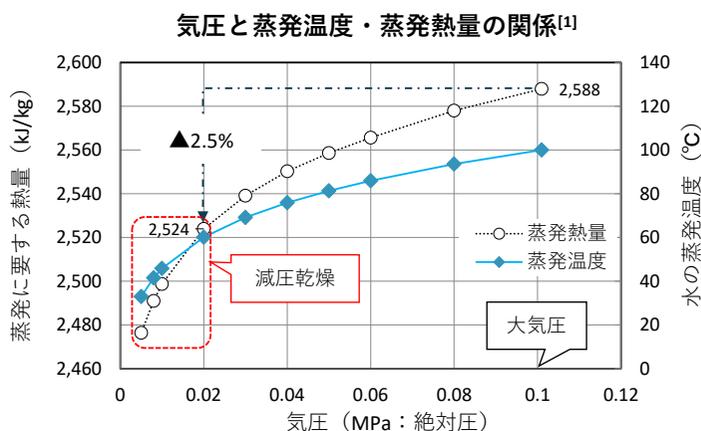
- 加熱・脱水・乾燥工程を有する、食品製造業、繊維工業

原理・仕組み

- 減圧下ではより低い温度で水が蒸発する（0.2気圧では約60℃）ため、加熱乾燥に必要なエネルギーが減る。
- 熱風乾燥に比べ、より低温で乾燥できるため、食品等の乾燥では材料の品質劣化が少ない。

減圧下での水の蒸発^[1]

- 減圧下では、より低い温度で水が蒸発する。
- そのため、水を常温から加熱して蒸発するまでに必要なエネルギーが減る。
- 大気圧から0.2気圧（0.02MPa）まで減圧すると、蒸発するまでに必要なエネルギーが2.5%減少する。



出所) [1]株式会社ティエルブイ「蒸気表」
<https://www3.tlv.com/ja/steam-info/steam-table/>
(閲覧日: 2023年10月18日) より作成

対策イメージ（減圧乾燥装置）^{[2][3][4]}

- 基本となる設備構成は、被乾燥物を入れる耐圧容器、加熱ヒーター、真空ポンプ、及び制御装置である。
- 減圧乾燥装置には、乾燥速度が向上する、温風乾燥に比べて均一に乾燥できる等のメリットがある。
- 一方で、乾燥に伴い被乾燥物の温度が低下して凍結する可能性があるため、被乾燥物や乾燥装置を加熱するか、減圧と大気開放を繰り返す等、気化に伴う冷却への対処が必要となる。



出所) [2]株式会社田中建設「オゾン除菌機能付き減圧乾燥機TA2600型」
<https://tanaken-slk.com/dryer/> (閲覧日: 2024年2月22日)
[3]FE商事エレクトロニクス株式会社「重要な乾燥プロセス代表、真空乾燥の効果」
<https://cleaning.ife-shoji-ele.co.jp/cl-blog/vacuum-drying> (閲覧日: 2024年2月19日)
[4]Lab BRAINS「真空（減圧）乾燥って何？～原理から失敗例まで～」
<https://lab-brains.as-1.co.jp/for-biz/2021/08/36550/> (閲覧日: 2024年3月6日)

効率・導入コストの水準

- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

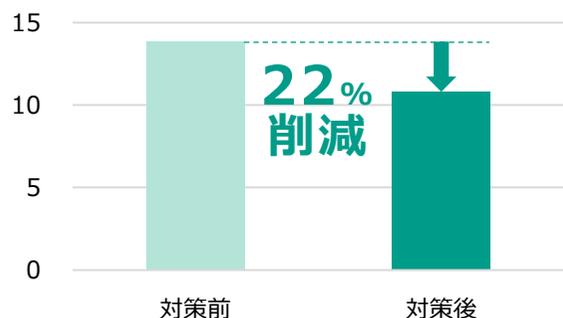
導入効果

- 乾燥食品を製造する工程において、温風乾燥熱装置（燃料：灯油）を減圧乾燥装置に置き換えたケースにおける試算例は以下のとおり。

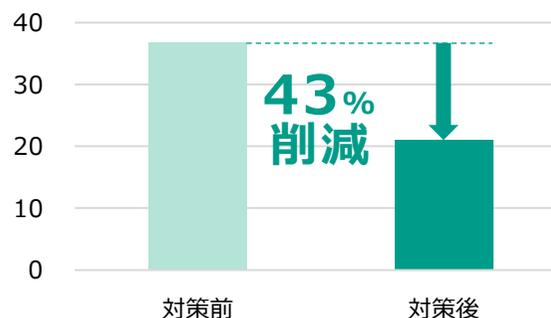
導入効果の試算例

- エネルギー消費量で22%、CO₂排出量で43%、エネルギーコストで33%削減できる試算結果。

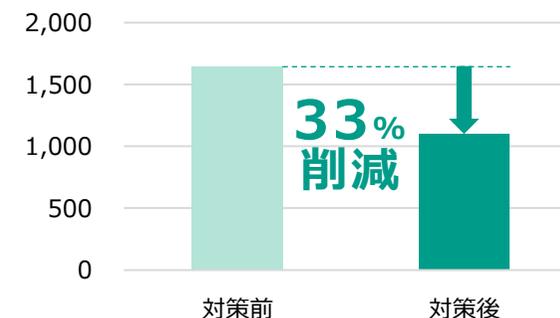
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (千円/年)



高熱減圧脱水乾燥機の導入

高効率設備
への更新



計算条件

- 乾燥食品を製造する工程において、温風乾燥熱装置（燃料：灯油）を減圧乾燥装置に置き換えたケースを想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
エネルギーの種類	①	灯油	電気		
単価	②	112	22.76	円/L、円/kWh	【参考①】
単位発熱量	③	36.5	8.64	GJ/kL、GJ/千kWh	【参考①】
低位発熱量	④	34.2	-	GJ/kL	【参考①】
CO ₂ 排出係数	⑤	2.50	0.434	t-CO ₂ /kL、t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
単位換算係数	⑥	-	3.60	GJ/千kWh	【参考①】
被乾燥物の重量	⑦	180	180	kg/回	資料 ^[5] を基に想定
水分量	⑧	90	90	g/100g	生シイタケを想定 ^[6]
炉の効率	⑨	20	60	%	資料 ^{[7][8]} を基に想定
蒸発に要する熱量（水の重量あたり）	⑩	2,588	2,524	kJ/kg	p1グラフより想定
蒸発に要するエネルギー消費量（1回あたり）	⑪	2,096	681	MJ/回	⑦×⑧÷100×⑩÷(⑨÷100)÷1,000
真空ポンプの定格消費電力	⑫	-	0.60	kW	資料 ^[9] を基に想定
乾燥時間	⑬	-	21	h/回	資料 ^[2] を基に想定
年間処理回数	⑭	240	240	回/年	操業日数20日/月×12か月と想定
灯油消費量/電力消費量	⑮	14.7	48.5	kL/年、千kWh/年	Before : ⑪×⑭÷④÷1,000 After : (⑪÷⑥+⑫×⑬)×⑭÷1,000
エネルギー消費量	⑯	537	419	GJ/年	⑮×③
エネルギーの原油換算係数	⑰	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】

出所) [5]大紀産業株式会社「灯油乾燥機 TB-30」<https://www.taikisangyo.co.jp/product/pr11/> (閲覧日：2024年2月22日)

[6]文部科学省「日本食品標準成分表（八訂）増補2023年」https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_00001.html (閲覧日：2024年2月22日)

[7]一般社団法人環境共創イニシアチブ「平成27年度補正予算 中小企業等の省エネ・生産性革命投資促進事業費補助金 設備別 省エネルギー効果計算の手引き 低炭素工業炉」https://sii.or.jp/kakumeitouchi27r/file/6_kougyoro.pdf (閲覧日：2024年3月25日)

[8]経済産業省産業技術環境局「グリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討①（エネルギー安全保障の確保と脱炭素化に向けた取組）」(2022年4月14日)

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/carbon_neutral/006/006_04.pdf (閲覧日：2024年2月22日)

[9]株式会社アルバック「ドライ真空ポンプLSシリーズ」https://www.ulvac.co.jp/download/wp-content/uploads/vacuum-pump/dry-pump/ls-series/1055J_LS.pdf (閲覧日：2024年2月22日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑯	13.9	10.8	kL/年	⑯×⑰
CO ₂ 排出量	⑲	36.8	21.0	t-CO ₂ /年	⑮×⑤
エネルギーコスト	⑳	1,648	1,103	千円/年	⑮×②

備考

- 対策前の温風乾燥装置は廃熱回収していない機種を想定した。廃熱回収している機種を使用している場合は削減効果が小さくなる。