

2. 衛生管理技術

2.2 液体デシカント式調湿外気調和

Liquid Desiccant System for Outside-air Processing

キーワード：液体デシカント、調湿、外気調和、多機能、高性能、省エネルギー、臭気除去
Liquid desiccant, Humidity control, Outside-air processing, Multi-function, High-performance, Energy conservation, Odd-cleaning

宮内 彦夫 Hikoo MIYAUCHI

1. はじめに

液体デシカント式調湿外気調和機（以下、液式調湿機）は、①多機能であること、②除・加湿性能が高いこと、③低ランニングコストであること、から食品関係施設における環境醸成に多面的に貢献できるものと思われる。

食品関係施設においては、いうまでもなく食品の衛生性を保つことが肝要であり、食材・食物への直接接要素がもっとも重要な対処事項である。空気も直接接要素の一つで、長い時間食品に触れていることが多いため、微生物・塵埃に対して清浄、かつ微生物の繁殖を抑制する予防的な環境醸成も必要である。

また多くの場合、貯蔵・取り扱いは低温環境下で行われるので、そのエネルギー使用量の施設全体のエネルギーに占める割合は大きい傾向にあり、エネルギー削減

要素も重要な事項である。

2. 液式調湿機の機能と適性

2.1 衛生環境醸成

表1に外調方式別機能比較を示す。既述のように、液式調湿機は多機能性と高性能が際立っている。これらの特徴から、食品関係適合用途を想定したものが表2であり、すでに準用され効果を上げている事例もある。

基本をなす衛生環境保持については2つの要素があり、①外気からの有害物持ち込みの抑制と、②屋内における発生・繁殖の抑制である。前者については、表3、図1に示すように塵埃・微生物を制御する。後者については、換気方式と室内湿度の適正化、恒湿化によって実現する（図2）。

表1 外調方式別機能比較

仕様	大別	中別	詳細	外気除湿	外気加湿	衛生性	エネ効率	制御性	ランニング
外気調和	機械式		冷却・再熱式	◎	△	△	△	△	△
			圧力膨張式	◎	△	△	△	△	△
	化学剤方式 (デシカント)	固体除湿剤	ロータ式	△	△	△	△	◎	△*
			サイロ式	△	△	△	△	○	△*
		液体除湿剤	高温再生式	◎	△	◎	△	◎	△
			低温再生式	◎	◎	◎	◎	◎	◎

* 固体除湿剤の定格運転には高温が必要なので高効率低温再生方式を除外

表2 用途適性

カテゴリー	用途	温度(℃)	湿度(g/kg)	摘要
一次生産	屋内栽培場	18～28	6.0～10.0	感染症抑止・調湿・湿・熱拡散
	畜・鶏舎	22～28	7.0～10.0	感染症抑止・調湿・湿・熱拡散
	干物加工	<40	2.0～5.0	低温高速乾燥
	米貯蔵庫等	<15	7.0～9.0	防黴・調湿
二次加工	工場・加工場	<17	7.0～9.0	防黴・調湿・感染症抑止・熱拡散・除塵
	冷凍冷蔵倉庫等	<10	<5	結露防止
三次販売	食品店舗	15～28	7.0～10.0	防黴・調湿・感染症抑止・熱拡散・除塵
	惣菜店	15～28	7.0～10.0	防黴・調湿・感染症抑止・除塵
	飲食店	22～28	7.0～10.0	消臭・調湿・感染症抑止・熱拡散

表3 気中除菌率（定量計測法）

計測回数	1		2	
	入口	出口	入口	出口
機体測定箇所	入口	出口	入口	出口
測定時間	20 min		20 min	
サンプリング空気量 (l)	244	204	241	203
培養液量 (ml)	6	6	6	6
細菌発生数 (コロニー)	2	0	1	0
細菌コロニー (/m ³)	17.3	0.0	9.0	0.0
除去率 (%)	100		100	

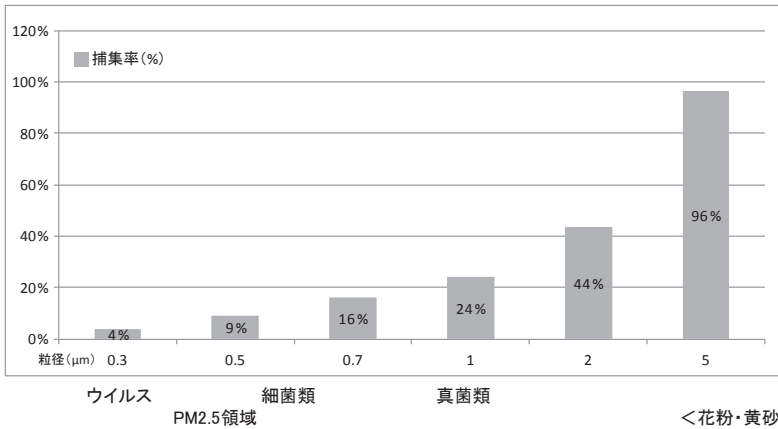


図1 粉塵除去率

2.2 エネルギー削減

2.2.1 調湿外気調和

多くの食品加工関係施設では，施設全体のエネルギーに占める冷熱エネルギーの割合は高い場合が多い。低・恒温環境においてもっとも負荷の大きい外気湿度の処理は，結露回避の上からも必須であるが，十分な外気処理装置を備えた施設は多くないと思われる。しかし，液式調湿機は図3のような効果を上げている。店舗・食品生産施設では加湿も要求される場合があり，加・除湿両機能が必須である。

2.2.2 温湿度拡散効果

一般に食品関係施設は，空調空間容積が大きく，空間内の換気導線・伝熱には工夫を要する。液式調湿機は，雰囲気に対し大きな湿度差をもって給気することが可能なため，隅々まで拡散し，ダクトなどに頼らず省力化された給気設備で，効率的な換気・熱分散を図ることができる（図4）。

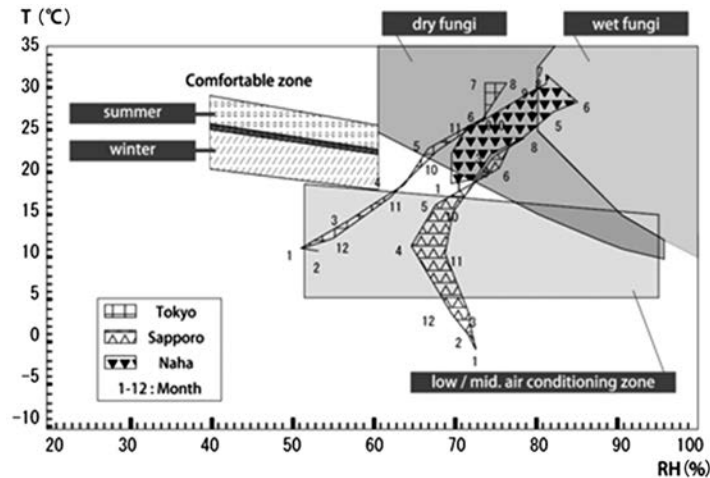


図2 黴の増殖条件

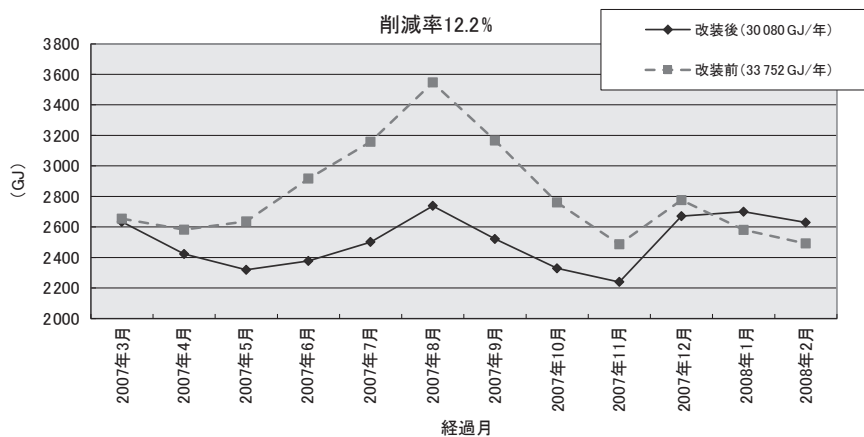
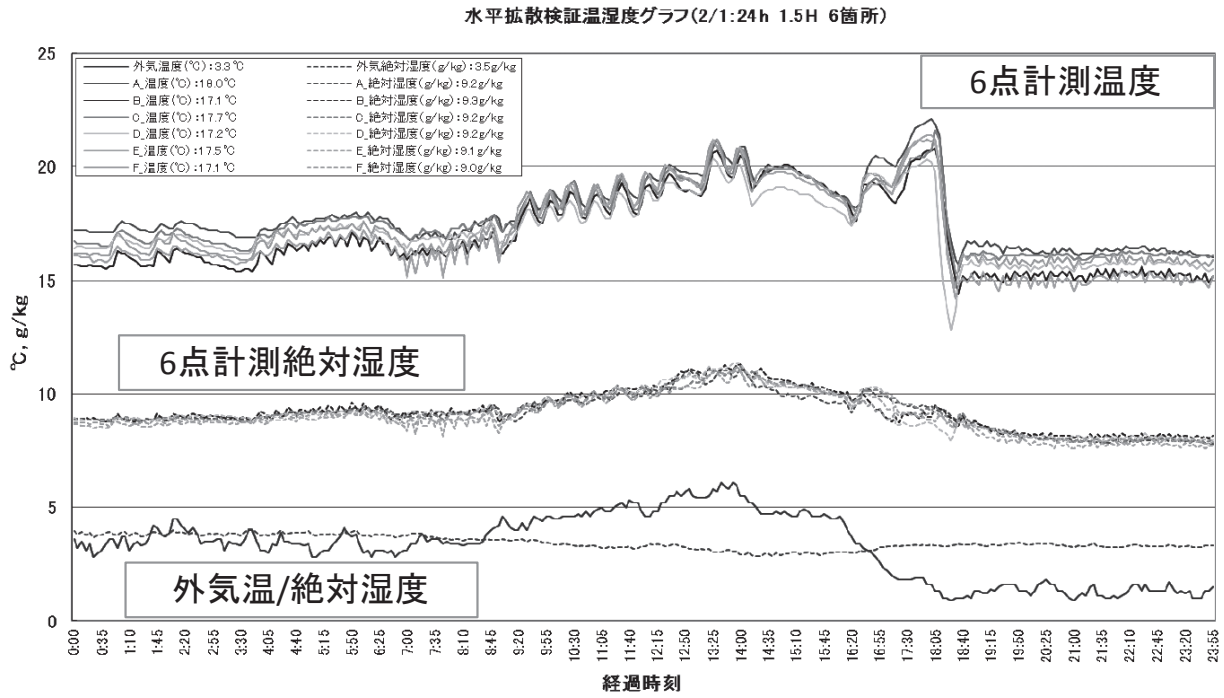


図3 冷凍設備の調湿によるエネルギー削減効果（食品店舗）



建物	
面積	9 000 × 25 500 2 295 m ²
容積	平均H 5.5 m 12 623 m ³
調湿外調量	1 500 CMH
温風機	100 kW × 8 400 CMH × 2

	温度 (°C)	湿度 (g/kg)
6点水平分布 1.5 H		
外気平均	3.3	3.5
最高平均	18.0	9.3
最低平均	17.1	9.0
2点垂直分布		
外気平均	9.8	5.6
1.5 mH 平均	21.0	11.6
4.5 mH 平均	21.6	11.3

図4 温湿度拡散例 24 h

表4 植物栽培における効果例

	平均収穫量	A級品割合	薬剤散布回数	その他
国内一般	13 kg/m ²	50 %	10 ~ 12	出荷前磨き有
一期収穫	15 kg/m ²	40 %	2	出荷前磨き不要
二期収穫	20 kg/m ²	60 %	0	出荷前磨き不要

3. 生産施設への適用

鶏舎においては、飼育鶏の体温発熱対策のため大量の換気冷却が行われており、感染に対してきわめて脆弱である。まだ使用例はないが、野鳥からの感染が一旦発生した場合、経営的に困難を極めることを思えば、保険的な意味でも外気処理装置の敷設は意味があるように思われる。

植物栽培においてはすでに実用例があり、肥育効果、散布薬剤の削減に良好な結果が報告されている(表4)。苗段階の雰囲気醸成が、その後の収穫に影響を与えるようである。栽培室の運転は一律ではなく、夕-夜間は結

露防止の除湿運転，朝-日中は加湿が必要な場合が多い。

4. 加工施設への適用

近年は規定が厳格化され、出入時の手順，作業導線，防塵衣の着用は一般化しているようであるが，水・スチームを大量に使用する施設では，空調に関する限りクオリティーが高くない場合も見受けられる。冷却に固執するあまり除湿が忘れられ，効率の良い除湿-冷却というプロセスが認識されず，冷却-冷却が繰り返されているようなところがあり，液式調湿機の使用が望まれる分野であると思われる。

微生物を利用する発酵食品加工では，発酵に利用する

表5 醸造所の工程別仕様例

夏外気 系統名		36.6℃		20.1 g/kg		21.1 kcal/kg	
		風量 (CMH)	温度 (℃)	湿度 (%)	AH (g/kg)	I (kcal/kg)	
上槽室	1	3000	8	34.3	2.3	3.8	
1・2F廊下	1	3000	20	40.7	5.9	8.4	
蒸米室	1	3000	20	40.7	5.9	8.4	
3F/4F麴室	1	1500	20	40.7	5.9	8.4	
3F廊下	1	3000	20	40.7	5.9	8.4	
4F廊下	1	3000	20	40.7	5.9	8.4	
浸漬室	1	3000	8	34.3	2.3	3.8	
放冷機室	1	1500	8	34.3	2.3	3.8	

表6 店舗空調の主な課題

店舗空調の主な課題	液式調湿機の役割
食品販売	
コールドアイル	冷気拡散による冷気溜り解消
惣菜複合臭	換気・拡散による抑制
飲食店	
頭寒足熱	加・除湿分圧差による熱拡散・是正
空気清浄度	換気・拡散による維持
残留臭	オドククリーニングによる軽減

酵母菌等は繁殖させなければならないが、その他の雑菌は抑止しなければならない。加工室によっては加湿が必要な場合もあり、こうした雰囲気醸成には運転モードが融通無碍な液式調湿機が適しているといえる(表5)。

5. 店舗への適用

店舗では、空調の主たる目的が対人であることが多く、他の施設とは異なっている。滞在時間の長い飲食店などで快適性が求められるのはもちろんのこと、比較的滞在時間の短い食品店舗でも客がゆっくり食品選別をできるよう、コールドアイル(冷ケースエリアの低温雰囲気)などの解消が求められており(表6)、液式調湿機の使用が望まれる。

通年快適性の絶対要件としては、加・除湿両機能を備えていることが挙げられるが、今一つ重要な要素として<臭気>が加えられる。調理中の臭気は概ね可とされるが、複合臭、残留臭は内装材などに吸収され、湿度の変化に伴い不快な臭いとして放出され店内に漂ってしまう。液式調湿機はその大きな湿度差能力を生かし、内装材などの付着臭気を軽減して、オドククリーニング(臭気除去)を行うことが可能である。

6. おわりに

液体デシカント式調湿外気調和機(液式調湿機)は、未だ普及段階とは言い難く、それ故効能が認知されていないが、食品関連産業に共通する課題解決に大きなポテンシャルがあると言える。高性能、多機能を生かした空間構成を行うことで、これまで成し得なかった空間の醸成が可能となる。少数ながら採用されている施設では、衛生面、省エネ性に良好な実績を上げつつある。今後の実績が増加することによって、さらに進化した空調空間構成が実現されることを期待したい。

文 献

- 1) 眞下克之, 宮内彦夫: 設計工学, 48 (6), 272-279 (2013).
- 2) 黒河克己: 鉄鋼労働衛生, 27 (3), (1978).

Summary

Liquid desiccant outside-air processor has different points a lot from conventional processors on the functions, the high performance and the energy conservation. It is said that it is difficult to make a good air-processing for food industries because of its inner circumstances, however, it is possible to create a new advanced ambience for food industries by the new processor.



宮内 彦夫 Hikoo MIYAUCHI

明治学院大学法学部卒業

ダイナエア(株)
DYNA-AIR Co., Ltd.
代表取締役

原稿受理 2015年1月6日