

野菜の差圧通風式予冷に関する研究

第2報 通気孔率と予冷保冷効果

柳田 雅芳・大場 貞信・工藤 洋一*・横井 正治

(青森県畑作園芸試験場・*青森県営農大専学校)

Study on Pressure Cooling of Vegetables

2. Influence of the number of vents in corrugated container on freshness retention

Masayoshi YANAGIDA, Sadanobu OBA, Yoich KUDO* and Shoji YOKOI

(Aomori Field Crops and Horticultural Experiment Station.)

*Aomori Agricultural Economics College

1 ま え が き

現在一般に使用されている野菜の出荷用ダンボール箱には、手穴、通気孔を多用しているものが多い。これは、輸送中のむれ、変質を防止して、鮮度の高い野菜を消費者に届けるという点で意味を持っている。

しかし、差圧予冷では、第1報¹⁾で報告したとおり、冷却速度は通気孔率により左右され、通気孔を開けることが必須条件である。従って、冷却効果の高い開孔の検討と共に、冷却後の品温もどり、さらには開孔に伴うダンボール箱強度の低下をも考慮し、差圧予冷に適する外包装条件を明らかにする必要がある。

本報告では、通気孔の孔型、孔数と予冷保冷効果、並びにダンボール箱強度との関係について、その概要を報告する。

2 試 験 方 法

1. 冷却条件及びダンボール箱通気孔率

1) 供試作物と冷却条件 表1に示す

表1 供試作物と冷却条件

項目	品 種 名	規 格	初 温 (°C)	風 温 (°C)	冷却目 標品温 (°C)	入箱数 ダ(ケ ンボ ースル)	静 圧 (mmAq)
ニンジン	US春時5寸	L	19.8	3	3	40	20,30,40
ダイコン	耐病総太り	L	20.9	3	3	20	20,30,40

2) 通気孔の孔型及び通気孔率 表2に示す

3) ダンボール箱規格(単位mm)

ニンジン: 260W×415L×160H

ダイコン: 350W×580L×170H

2. ダンボール箱強度測定法

1) ダンボール箱規格及び強度測定法

ダンボール箱規格(単位mm): 260W×415L×160H

形式: A-1形, 両面ダンボール(無印刷)

材質: 280×160×280

強度測定法: 最大圧縮荷重 500kgの圧縮セルを使用し、圧縮速度 10mm/minで弾性限界点まで圧縮し、その時点の荷重をもって最大圧縮荷重とした。

使用機種: 万能引張圧縮試験機(新興通信KK)

供試ダンボール箱数: 1区5ケース

2) 通気孔の孔型及び通気孔率 表3に示す

表2 通気孔の孔型及び通気孔率(側面)

項目	孔 型	孔 型 (mm)	孔 数 (コ)	通気孔率 (%)
ニンジン	長 孔	66×24	1	2.2
			2	4.4
	丸 孔	φ 20	5	2.4
			9	4.3
ダイコン	長 孔	66×24	1	1.5
			2	3.0
			3	4.4
	丸 孔	φ 20	6	1.9
			9	2.9
			12	3.8

注: 長孔の型は右に示すとおり

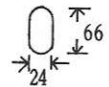


表3 通気孔の孔型及び通気孔率(側面)

孔型	孔 径 (mm)	孔 数 (コ)	通気孔率 (%)	備 考
長孔	66×24	1	2.2	つま面通気孔 率は1.7%で一定
	"	2	4.4	
	"	3	6.6	
丸孔	φ 10	12	1.4	
	φ 20	3	1.4	
	"	6	2.8	
	"	9	4.3	
	"	12	5.7	

3 試 験 結 果

通気孔の孔型と冷却速度との関係を表4に示した。ニンジンでは、通気孔率が同程度の場合、孔型の違いによる冷却速度の差異は認められなかった。しかし、ダイコンでは、孔型の違いにより冷却速度に差異がみられ、長孔は丸孔に

比較して冷却速度が速い傾向が示された。

また、表5には、冷却後、ニンジンを22℃、ダイコンを18℃で保冷し、ニンジンは10℃、ダイコンでは15℃、それぞれ品温が上昇するに要した時間を示した。通気孔数の増加に伴い、品温もどりが速く、保冷効果は明らかに低下している。特に、ニンジンの丸孔条件についてみると、通気孔率5%以上では、保冷効果は急激に低下する傾向を示した。一方、ニンジン、ダイコン共に、長孔のものについては、通気孔率4%と6%との間に保冷効果の差異は認められず、通気孔を数多く開けることは保冷効果の面からはマイナスであることが明らかであった。

通気孔の孔型を長孔にするか丸孔にするかは、ダンボール箱の高さによっても制限されるが、野菜と通気孔の密着（冷気の遮断）を避ける意味からも、長孔がより適するものと考えられる。

表4 通気孔の孔型と冷却速度

品目	静圧 (mmHg)	通気 孔型	項目 通気 孔率 (%)	品温半減時間 (hr)			全冷却時間 (hr)		
				最高	最低	平均	最高	最低	平均
ニンジン	20	長孔	2.2	0.7	1.2	1.0	3.2	4.2	3.8
		"	4.4	0.5	1.0	0.8	2.7	3.5	3.0
		丸孔	2.4	0.7	1.3	1.0	3.0	4.8	4.2
		"	4.3	1.0	1.2	1.0	3.5	3.8	3.7
	30	長孔	2.2	0.5	1.2	0.8	2.3	3.5	3.0
		"	4.4	0.7	0.8	0.8	2.5	2.8	2.8
		丸孔	2.4	0.7	1.0	0.8	2.3	3.3	2.8
		"	4.3	0.7	0.8	0.7	2.5	2.8	2.7
	40	長孔	2.2	0.7	1.2	0.8	1.7	2.7	2.3
		"	4.4	0.5	0.8	0.7	1.3	2.0	1.8
		丸孔	2.4	0.7	1.0	0.8	1.8	3.5	2.5
		"	4.3	0.5	0.7	0.7	1.3	1.7	1.5
ダイコン	20	長孔	1.5	0.8	1.7	1.2	3.0	6.0	5.0
		"	3.0	0.8	1.7	1.2	3.3	5.7	4.3
		"	4.4	0.7	1.0	0.8	2.3	3.3	3.0
		丸孔	1.9	1.0	0.7	1.0	6.3	7.3	7.2
		"	2.9	0.7	1.2	1.0	4.8	5.2	5.2
		"	3.8	1.0	1.4	1.2	4.9	6.2	5.5
	30	長孔	1.5	0.8	1.3	1.2	3.0	5.2	4.5
		"	3.0	0.8	1.3	1.0	3.2	4.7	3.8
		"	4.4	0.5	0.7	0.7	2.3	2.8	2.7
		丸孔	1.9	1.2	1.4	1.2	5.7	6.2	6.2
		"	2.9	1.0	1.5	1.2	4.7	6.2	5.5
		"	3.8	1.0	1.2	1.2	3.7	4.4	4.4
	40	長孔	1.5	0.8	1.2	1.0	2.8	4.0	3.5
		"	3.0	0.7	1.0	0.7	2.5	3.3	3.0
		"	4.4	0.8	1.0	0.8	2.3	3.3	2.8
		丸孔	1.9	0.7	1.2	1.0	3.5	4.3	4.2
		"	2.9	0.9	1.2	1.0	4.4	5.0	5.0
		"	3.8	0.9	1.0	0.9	4.0	4.0	4.0

注. 品温半減時間；冷却温度比 = (t 時間後の品温 - 風温) / (初温 - 風温) が 0.5 となるまでの冷却時間
全冷却時間；冷却目標品温に達するまでの冷却時間

表5 通気孔率と品温上昇速度

品目	ニ												ダイコン		
	丸						長 孔						長 孔		
通気孔率 (%)	0.4	0.7	1.1	1.4	1.4	1.9	2.8	4.3	5.7	2.2	4.4	6.6	1.5	4.4	5.9
通気孔数 (コ)	3	6	9	12	3	4	6	9	12	1	2	3	1	2	3
品温上昇時間 (hr)	10	8	6	4	5	4	5	4	2	6	4.5	4.5	4.7	4	4

注. つま面通気孔率はニンジン1.7%,
ダイコン1.5%で一定

表6 通気孔率とダンボール箱強度

孔型	孔径 (mm)	孔数 (コ)	項目 通気孔率 (%)	最大圧縮荷重 (kg)
長 孔	66 × 24	1	2.2	500 以上
	"	2	4.4	428.4
	"	3	6.6	382.9
丸 孔	∅ 10	12	1.4	441.8
	∅ 20	3	1.4	408.6
	"	6	2.8	411.2
	"	9	4.3	415.0
	"	12	5.7	344.0
	"			

表6に通気孔率とダンボール箱強度との関係を示した。通気孔が丸孔のものでは、通気孔率1.4%から4.3%までの最大圧縮荷重は410 kg程度で差はみられないが、通気孔率5.7%では344 kgと強度低下がみられた。一方、長孔のものについてみると、通気孔率が同程度の場合、丸孔のものに比較して、強度的に勝る結果が得られ、通気孔を数多く開けることはダンボール箱強度を低下させることが明らかであった。

4 要 約

差圧予冷に適する外包装条件を明らかにするため、通気孔の孔型、孔数と冷却速度及び冷却後の保冷効果、さらにダンボール箱強度との関係について検討した。

(1) ニンジンでは孔型により冷却速度に差はみられないが、ダイコンでは長孔は丸孔に比較して冷却速度が速い傾向がみられた。

(2) 通気孔を数多く開けることは、冷却後の保冷効果並びにダンボール箱強度を低下させることを明らかにした。また、通気孔の孔型に関しては、長孔はより適する結果を得た。

引 用 文 献

- 1 柳田雅芳・工藤洋一・横井正治. 野菜の差圧通風式予冷に関する研究. 第1報. ダンボール箱通気孔率と冷却速度. 東北農業研究 27, 161-162(1980).