

## 과실포장용 골판지 상자의 온습도에 따른 강도 변화

조 중 연 · 민 춘 기 · 신 준 섭 · 이 명 훈\* · 손 기 주\*  
용인송담대학 제지 · 패키징시스템과, 한국포장시스템연구소\*

### Strength Changes of Corrugated Fiberboard Boxes for Fruits Packaging by Relative Humidity Temperature

Jung-Yeon Jo, Choon-Ki Min, Jun-Seop Shin, Myung-Hoon Lee\* and Ki-Zoo Sohn\*

Dept. of Paper & Packaging System, Yong-In Songdam College ·

The Institute of Korea Packaging Systems\*

### Abstract

This study was carried out to analyze changes of the physical properties of corrugated fiberboard boxes for fruits packaging by various moisture and temperature changes. There were significant decrease in burst strength with increased relative humidity. And also compressive strength(ring crush test) of corrugated fiberboard and box were reduced with moisture content. The decreasing amounts of single wall(SW) corrugated fiberboard was bigger than that of double wall(DW).

The physical properties reductions of corrugated fiberboard and box were mainly affected by relative humidity. Therefore, it is suggested that development of the water-resistant corrugated fiberboard and box be useful under the condition of low temperature and high relative humidity such as the cold chain system.

**Key words** : corrugated fiberboard box, temperature, relative humidity, burst strength, compressive strength, ring crush test, water - resisfant corrugated fiberboard.

### 서 론

국내 농산물의 상품성을 제고하고 신선도의 저하에 따른 손실률을 줄이기 위해 최근 저온유통시스템(cold chain system)이 확산되고 있다. 저온유통체계에 대응할 수 있는

겉포장상자는 일반적으로 상자의 표면에 발수처리를 하고 있으나 실제 유통 과정에서는 발수처리가 상자의 압축강도 저하방지에 큰 도움을 주지 못하고 있다. 발수처리는 농산물 표준출하규격에도 검사항목으로 규정되어 있는 등 상자 압축강도에 영향을 미치는 중요한 요건으로 알려져 있으나 최근에 시행된 여러 가지 연구과제에 따르면 골판지 원지의 내수도가 더욱 중요한 요인으로 판명되어 이에 대한 연구개발이 필요한 실정이다.

농산물의 골판지상자 사용이 일반화되고 저온유통시스템이 확산될 것에 대비하여 농림부에서도 모든 농산물의 포장 을 저온유통체제로 전환한다는 목표 아래 2000년부터 5개

---

Corresponding author : Jung-Yeon Jo, Choon-Ki Min and Jun-Seop Shin, Dept. of Paper & Packaging System, Yong-In Songdam College, Mapyoung-Dong 571-1, Yongin-Si, Kyongki-Do, 449-710 Korea. And Myung-Hoon Lee and Ki-Zoo Sohn, The Institute of Korea Packaging Systems.

년 계획으로 기존의 124개 농산물 표준출하규격을 개정하고 있다.

현재 발수처리되어 유통되고 있는 상자의 경우 온도변화 및 주변의 습기에 의한 강도저하에 적절히 대처하지 못하고 있다. 따라서 상자의 파손을 방지하기 위하여 사용자들은 점차 고강도 재질의 상자를 요구하고 이는 과대포장으로 이어져 농산물 유통에서의 원가상승의 원인이 되고 있다. 농산물의 포장비용이 높아지면 이는 곧 농산물 단가의 인상으로 이어져 물가인상을 초래하게 되고 현재 정부에서 농산물 포장의 확산을 위하여 지원하고 있는 보조금도 동반 상승하는 등 경제적인 손실이 불가피하게 된다.

이러한 상황아래 국내외에서 내수 및 강도 강화 기능성 골판지에 관한 연구가 여러모로 진행되거나 이미 수행되었지만 골판지 원지에 첨가되는 물질위주로 개발이 되었고 실제로 골판지 생산과정에서의 적용방법 등 이의 응용에 대한 기술축적이 미비한 실정이다. 또한 골판지상자의 생산비가 경제적으로 불합리하거나 실제로 골판지상자 제작과정에서 여러 가지 문제점이 발견되는 등 실효를 거두지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 향후 대세를 이룰 것으로 예상되는 농산물의 저온유통시스템용 내수, 내습성 골판지를 개발하기 위해 과실용 골판지 원단 및 상자를 직접 제작하여 온도와 습도 변화에 따른 특성을 파악함으로써 향후 내수 골판지 개발에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험용 골판지상자의 제작

#### 규격

실험용 골판지 상자의 형태와 크기는 농산물 표준 출하규격중 생산수량과 유통량이 많은 사과, 배 2종류에 대해 표1과 같이 선택하였다.

#### 원지배합

농산물 표준 출하규격에 명시된 바와 같이 골판지상자의 재질선택에 있어서 사과는 이중양면골판지(DW)를, 배는 양면골판지(SW)를 택하였으며 이에 상응하는 구성원지 배합기준을 표2와 같이 결정하였다. 이때 예상되는 압축강도는 Kellicutt식에 의해 산출한 수치이며 예상 파열강도는 구성 라이너 원지의 공인 파열강도의 합을 나타낸다.

#### 저온유통시험

골판지상자의 저온유통시험을 위한 온도는 하한 5℃, 상한 30℃로 설정하였고, 습도는 표준조건인 상대습도 65%와 75%, 85% 그리고 가장 가혹한 조건인 95%를 실험조건으로 하였다. 각각의 습도는 표3의 포화용액염을 담은 데시케이터를 준비하여 시료를 24시간이상 적치하여 구하였다.

Table 1. Experimental corrugated fiberboard box dimensions.

Fruits	Weight(kg)	Dimension(L×W×H, mm)	Remark
Apple	10	510 × 360 × 190	0200 type
Pear	10	440 × 330 × 240	0201 type(old A1 type)

Table 2. Corrugated fiberboard box and their physical properties.

Fruits	Box type	Base paper combination	RCT(kgf)*	Burst(kg/cm <sup>2</sup> )*
Apple	DW(1st class)	SK180/S120/S120/S120/K2200	380	12.9
Pear	SW(1st class)	SK180/S120/K2200	265	9.0

\*Estimated value calculated from Kellicutt equation

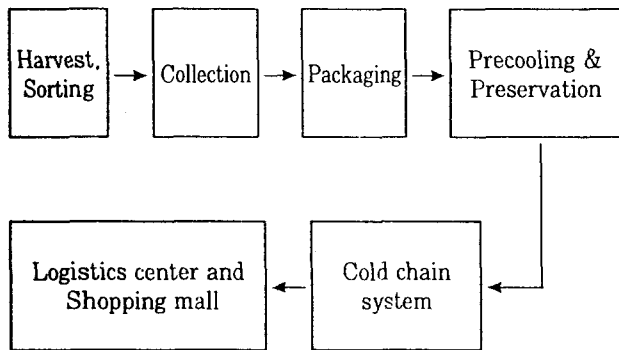
**Table 3. Saturation solutions and their relative humidities(RH)**

Solution	RH(%)	Solution	RH(%)
Sodium Nitrite (NaNO <sub>2</sub> )	66	Potassium Chloride (KCl)	85
Sodium Chloride (NaCl)	75	Potassium Nitrite (KNO <sub>3</sub> )	93

**농산물의 유통조건 및 조건 조사**

**유통경로**

농산물의 유통경로는 품목별로 약간씩의 차이를 보이고 있으나 대개 비슷한 채널로 유통된다고 볼 수 있다. 그림1은 사과 및 배의 유통경로를 나타내고 있다.



**Fig. 1. Logistics flow of experimental fruits.**

**온도와 습도**

농산물에 있어서 수확후 관리를 위한 적정 온·습도는 품목별로 다양하게 나타나고 있지만 대상품목으로 설정한 사과 및 배의 적정 온·습도는 표4와 같다. 농산물 전체적으로는 적정 온도가 -1℃~+21℃, 적정습도가 70%~95%RH의 범위에 분포하고 있다.

**Table 4. Preservation conditions of experimental fruits**

Fruit	Temp.(℃)	RH(%)	Preservation (Month)	Freezing point(℃)
Apple	-1.0 ~ 0	85 ~ 90	6 ~ 10	-1.1
Pear	-1.0 ~ 0	85 ~ 90	3 ~ 5	-1.6

**결과 및 고찰**

**온·습도 변화에 따른 골판지 원단 및 상자의 강도 변화 온·습도의 영향**

온도보다는 습도가 골판지상자의 압축강도 및 파열강도에 훨씬 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이에 따라 온도를 일정하게 유지하면서 습도를 변화시키기 위해 앞의 표3에서 언급한 포화용액에 시료를 적치하고자 하였으나 골판지상자의 부피가 너무 커서 일부 시편 이외에는 데시케이터에 넣을 수가 없었다. 즉, 파열강도나 수직압축강도 등 재료 시험은 가능하나 상자 자체를 전처리하여 압축강도 시험기에 시험하는 것은 어렵다. 따라서 대형의 항온항습 챔버에 시료를 넣고 주어진 조건으로 전처리를 하였다. 모든 시험은 표준조건인 20℃, 65%RH로 조절하여 5℃를 기준온도로 하고 55%RH, 75%RH, 85%RH, 95%RH에 대하여 각각 시험하였다.

저온에서 습도를 정확하게 유지하는 것은 쉽지 않다. 습도가 높은 상태일수록 편차가 없게 유지되기 위해서는 온도의 fluctuation이 생길 수밖에 없는데 variation이 약 5℃에 달하였다. 즉, 5℃를 유지하고자 하였으나 최대 10℃까지 온도가 올라가는 경우가 발생하였다. 그러나 24시간의 전체 전처리 기간중 온도의 불안정 기간(unstable period)은 1시간 이내에 불과하였기 때문에 시험결과에는 별 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

**골판지 원단의 압축강도 변화**

구성 원지의 재질이 같더라도 2개 품목의 상자 치수규격이 각각 다른 만큼 상자의 압축강도는 각각 다르게 나타났다. 표준상태인 20℃, 65%RH를 control로 하고 나머지는 5℃에서 상대습도가 각각 75%, 85%, 95%로 처리된 비교 시료의 강도를 측정하였다. 압축판의 넓이가 1m<sup>2</sup>인 화물 압

축강도시험기를 사용하였으며 KS A 1012(포장화물 및 용기의 압축시험방법)에 의거, 상하 날개를 접은 빈 상자를 압축판의 중앙에 놓아 가압시 불균형하중을 받지 않도록 하였다.

1)파열강도

표5는 사과와 배의 온·습도 변화에 따른 파열강도를 나타낸 것이다. 시료는 각각 10매씩을 채취하여 전처리후 시험하였다. 10개 시험치의 평균을 시험 결과치로 삼았으며 시험의 신뢰성을 알아보기 위하여 최고치, 최저치, 표준편차 등을 산출하였다. 표6은 상대습도별 파열강도와 %loss

를 나타낸 것이다.

표6에서 습도증가에 따라 파열강도는 반비례로 감소하고 있는데 전체적인 추세를 보다 구체적으로 알아보기 위하여 그림2와 같이 나타내었다. 배(DW)보다는 사과(SW)의 변화율이 크게 나타나고 있는데 이는 표면 라이너인 SK180의 품질이 상대적으로 좋지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 그림3은 강도 저하율을 나타낸 것으로서 습도가 높아질수록 사과(SW)가 배(DW)보다 강도저하가 크게 나타나고 있다.

Table 5. The changes of burst strength in corrugated fiberboard by relative humidity

(Unit : N)

Condition Test	Temp.20℃, 55%RH		Temp.20℃, 65%RH		Temp.20℃, 75%RH		Temp.20℃, 85%RH		Temp.20℃, 95%RH	
	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear
Fruit										
1	11.9	8.8	11.5	8.4	10.8	8.9	9.8	7.8	8.9	6.7
2	9.8	9.0	10.9	9.0	10.8	7.6	10.0	7.4	9.5	7.5
3	10.2	8.1	11.1	8.6	10.1	8.8	9.5	7.6	9.5	6.4
4	11.9	9.0	11.1	8.5	10.1	8.4	10.9	7.7	10.8	6.2
5	9.8	8.8	9.9	9.4	9.6	7.7	9.9	7.4	9.1	7.5
6	12.3	9.7	11.4	8.8	9.7	8.5	10.1	8.5	9.3	6.3
7	10.6	8.6	10.5	8.5	9.9	8.7	10.0	7.7	9.2	6.6
8	11.2	8.2	12.3	8.8	9.8	9.6	9.8	8.5	8.7	7.5
9	11.6	9.0	11.8	8.6	10.0	8.6	9.9	7.9	9.5	7.5
10	12.0	9.0	11.2	8.8	10.1	8.4	10.1	7.82	10.3	7.1
Average	11.13	8.82	11.09	8.78	10.09	8.53	10.00	7.83	9.48	6.93
Standard deviation	0.96	0.45	0.71	0.37	0.44	0.65	0.41	0.41	0.63	0.55
Maximum	12.3	9.7	12.3	9.4	10.8	9.6	10.9	8.5	10.8	7.5
Minimum	9.8	8.1	9.9	8.4	9.6	7.6	9.5	7.4	8.7	6.2

Table 6. Burst strength(BS) loss of corrugated fiberboard by relative humidity

Item RH, %	Apple(SW)		Pear(DW)	
	Burst strength(average)	BS loss, %	Burst strength(average)	BS loss, %
55	11.13		8.82	
65	11.09	0.4	8.78	0.5
75	10.09	9.3	8.53	3.3
85	10.00	10.2	7.83	11.2
95	9.48	14.8	6.93	21.4

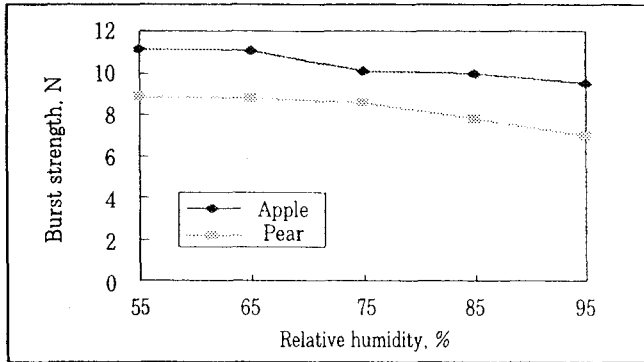


Fig. 2. Relationship between relative humidity changes and burst strength in corrugated fiberboard.

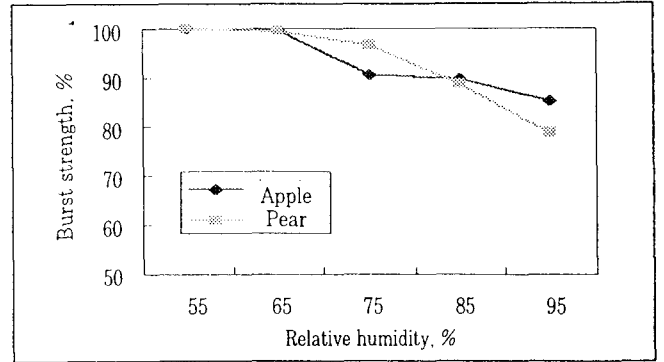


Fig. 3. Burst strength loss by relative humidity changes.

2) 수직압축강도

골판지 원단의 수직압축강도 시험결과를 표7과 같이 나타내었다. 파열강도와 마찬가지로 원지구성이 동일할 경우 수직압축강도도 동일하게 나타나기 때문에 사과(SW)와 배(DW)만을 시험대상으로 하였으며 사과와 배는 배추의 결과와 같다고 볼 수 있다. 골판지상자를 화물 압축강도시험기에 직접 시험할 경우 수직압축강도 시험은 별로 의미가 없으나

검증차원에서 시험을 실시하였다. 시험결과와 정리도 파열강도시험결과와 동일하게 처리하였다. 표8은 10회 시험치의 평균값을 상대습도에 대하여 정리한 것으로서 이를 알아보기 쉽게 그림4 및 5로 다시 정리하였다. 그림4에서 수직압축강도의 저하는 75%RH까지는 별로 일어나지 않지만 이후의 습도에서는 저하율이 급속도로 커지고 있음을 알 수 있다. 이러한 경향은 SW가 DW보다 심한데, 파열강도가 라이너

Table 7. The changes of compressive strength in corrugated fiberboard by relative humidity

(Unit : Kgf)

Condition Test	Temp. 20℃, 55%RH		Temp. 20℃, 65%RH		Temp. 20℃, 75%RH		Temp. 20℃, 85%RH		Temp. 20℃, 95%RH	
	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear
1	343	204	346	193	334	209	295	167	181	112
2	330	193	337	211	339	209	298	171	185	113
3	350	206	329	210	333	212	285	165	182	109
4	330	207	353	217	330	204	298	154	188	114
5	339	215	336	219	331	204	300	167	205	116
6	347	203	338	205	332205	300	177	208	113	
7	341	205	340	212	334	208	299	165	202	112
8	339	204	339	211	333	209	295	168	199	111
9	340	205	338	213	332	206	296	170	195	114
10	341	204	341	208	334	207	297	163	211	120
Average	339.83	204.67	339.83	210.00	333.40	207.60	296.00	166.83	195.60	113.40
Standard deviation	8.47	7.12	8.42	10.25	3.51	3.51	5.69	7.60	11.06	2.99
Maximum	350	215	353	219	339	212	300	177	211	120
Minimum	330	193	329	193	330	204	285	154	181	109

Table 8. Compressive strength(RCT) loss of corrugated fiberboard by relative humidity

RH. %	Item	Apple(SW)		Pear(DW)	
		RCT(average)	RCT loss, %	RCT(average)	RCT loss, %
55		339.83		304.67	
65		339.83	0.0	210.00	0.00
75		333.40	1.9	207.60	1.1
85		296.00	12.9	166.83	20.6
95		195.60	42.4	113.40	46.0

만 관계되는데 비해 수직압축강도는 구성원지 전체와 관계가 있기 때문에 이러한 경향은 정상적인 것으로 보여진다.

결론적으로 상대습도가 75%에 이를 때까지는 내수지의 필요성이 별로 제기되지 않으나 이후에는 압축강도의 급격한 저하를 막기 위해서 내수지가 필요하다고 볼 수 있다.

골판지상자의 압축강도 변화

골판지상자에 대한 직접적인 압축강도시험은 5℃와 20℃의 두 가지 경우에 대하여 시험을 실시하였다. 우선 표준온도인 20℃에서 습도를 55%RH부터 95%RH까지 5단계로 변화시키면서 압축강도를 측정하여 표9와 같이 나타내었다. 표10은 55%RH를 제외하고 4가지 습도에 대한 평균적인 압축강도 변화를 품목마다 각각 나타낸 것이다. 그림6 및 7에서 보는 바와 같이 압축강도 저하는 75%RH를 기점으로 급속하게 커지고 있으며 이는 수직압축강도 시험의 경우와 동일한 결과를 보여주고 있다.

다만, 표준온도 조건하에서는 SW가 DW보다 강도저하율이 더 크며 같은 재질간에는 상자 크기가 클수록 강도저하율

이 커진다는 점을 확인하게 되었다.

5℃의 저온에서 상자압축강도 시험결과를 표11과 같이 나타내었다. 이 중 65%RH 시험결과는 control 역할로서 20℃를 기준으로 한 것으로서 평균치를 정리하여 표12에 나타내었다. 그림8은 저온하의 상자압축강도는 표준온도와는 다른 결과를 나타낸다는 것을 보여준다. 보통 상온에서는 75%RH를 기점으로 압축강도가 급격히 하락하는데 비해 저온에서는 85%RH까지 압축강도 저하가 DW는 완만하게 이루어지고 SW에서는 오히려 증가하는 현상을 보여준다. 이는 저온유통체계에서 상대습도가 대개 85%를 벗어나지 않는다는 점을 고려할 때 매우 흥미있는 결과라고 보여진다. 이 범위를 넘어서면 강도저하가 급격하게 일어나게 되는데 상자의 크기에 관계없이 95%RH 정도의 고습도하에서는 저하율이 거의 비슷해지고 있다. 다만 SW가 DW보다 훨씬 크다는 점이 주목할만하다.

이 결과, 습도를 일정하게 유지하고 온도를 변화시킬 경우 상자 압축강도의 변화를 측정해 볼 필요가 제기되었다.

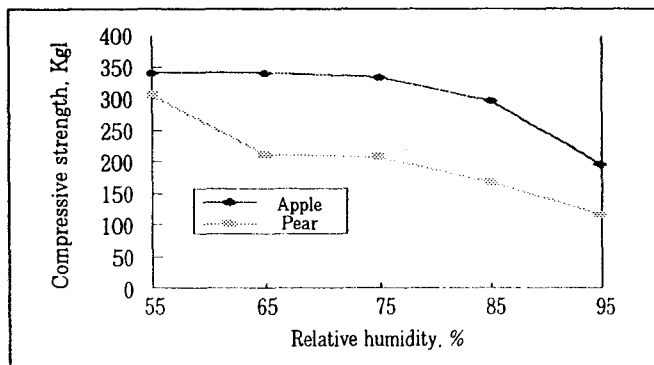


Fig. 4. Relationship between relative humidity and compressive strength of corrugated fiberboard boxes.

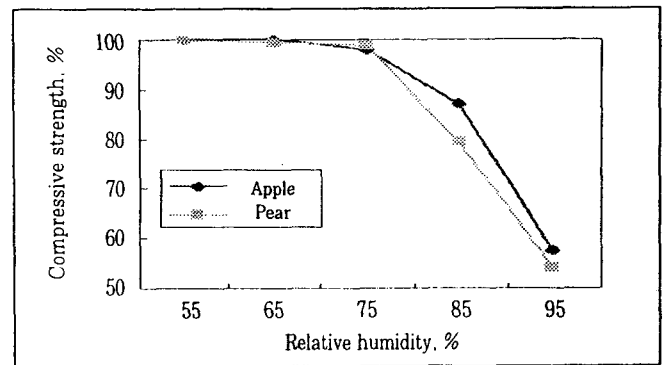


Fig. 5. Compressive strength loss of corrugated fiberboard boxes by relative humidity changes.

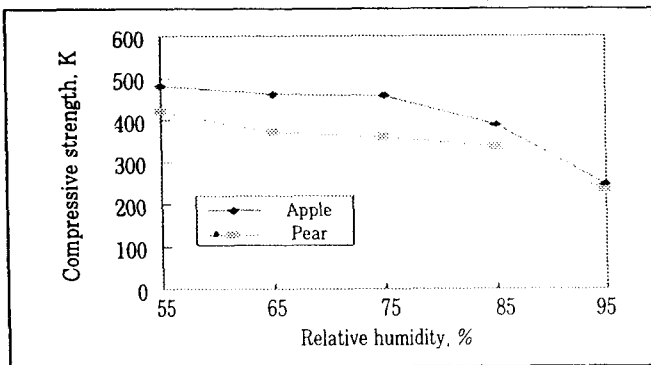
**Table 9.** The changes of compressive strength in corrugated fiberboard box by relative humidity at 20 °C

(Unit : kgf)

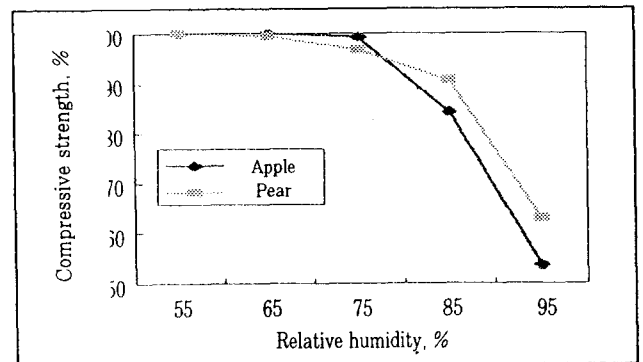
Condition Test	Temp.20℃, 55%RH		Temp.20℃, 65%RH		Temp.20℃, 75%RH		Temp.20℃, 85%RH		Temp.20℃, 95%RH	
	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear
Fruit	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear
1	502.5	403.6	451.3	377.1	435.6	206.1	444.0	323.3	223.7	226.5
2	453.6	426.1	471.8	361.7	454.8	390.5	411.2	326.2	248.1	240.3
3	455.4	365.1	474.6	379.1	473.5	378.7	357.3	343.5	254.1	233.6
4	444.7	429.8	471.9	385.3	478.1	389.0	385.1	338.5	235.9	255.6
5	471.2	434.0	437.1	376.4	466.3	367.8	406.1	326.1	252.0	238.8
6	468.9	376.7	463.5	380.9	446.6	376.4	366.0	318.9	235.3	201.2
7	500.4	376.7	482.6	386.6	466.3	361.2	361.6	357.3	225.1	228.8
8	499.3	416.2	437.4	363.3	461.0	376.1	396.9	337.0	248.6	225.6
9	488.8	408.5	469.0	346.6	452.0	375.2	393.2	339.7	247.8	243.1
10	512.9	390.3	453.4	355.7	437.4	373.6	361.2	343.8	298.6	236.0
Average	479.77	420.00	461.26	371.27	457.16	359.46	388.26	335.43	246.92	232.95
Standard deviation	24.04	24.49	15.76	13.55	14.48	54.58	27.80	11.72	21.15	14.28
Maximum	512.9	434	482.6	386.6	478.1	390.5	444	357.3	298.6	255.6
Minimum	444.7	365.1	437.1	346.6	435.6	206.1	357.3	318.9	223.7	201.2

**Table 10.** Compressive strength(RCT) loss of corrugated fiberboard box by relative humidity at 20 °C

RH, %	Item	Apple(SW)		Pear(DW)	
		RCT(average)	RCT loss, %	RCT(average)	RCT loss, %
55		479.77		420.00	
65		461.26	0.00	371.27	0.00
75		457.16	0.89	359.46	3.18
85		388.26	15.83	335.43	9.65
95		246.92	46.47	232.95	37.26



**Fig. 6.** Relationship between relative humidity and compressive strength of corrugated fiberboard boxes.



**Fig. 7.** Compressive strength loss of corrugated fiberboard boxes by relative humidity changes at 20 °C.

Table 11. The changes of compressive strength in corrugated fiberboard boxes by relative humidity at 5 °C

(Unit : kgf)

Condition Test	Temp. 20°C, 65%RH		Temp. 20°C, 75%RH		Temp. 20°C, 85%RH		Temp. 20°C, 95%RH	
	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear	Apple	Pear
1	451.3	377.1	414.3	328.7	379.0	298.7	247.5	223.5
2	471.8	361.7	397.8	323.9	364.9	341.7	284.6	212.5
3	474.6	379.1	413.3	338.0	379.8	337.4	265.3	240.2
4	471.9	385.3	421.6	336.2	362.1	301.4	300.6	240.2
5	437.1	376.4	388.4	379.9	390.1	301.2	276.3	223.5
6	463.5	380.9	394.9	323.3	365.7	351.8	282.2	223.1
7	482.6	386.6	433.3	319.2	368.6	320.8	275.9	226.0
8	437.4	363.3	399.4	322.4	363.9	315.5	271.1	221.0
9	469.0	346.6	412.3	336.2	407.8	312.2	295.5	209.6
10	453.4	355.7	343.3	329.5	381.6	315.6	293.6	218.9
Average	461.26	371.27	401.86	333.73	376.35	319.63	279.26	223.85
Standard deviation	15.76	13.55	24.62	17.48	14.48	18.37	15.82	10.03
Maximum	482.6	386.6	433.3	379.9	407.8	351.8	300.6	240.2
Minimum	437.1	346.6	343.3	319.2	362.1	298.7	247.5	209.6

Table 12. Compressive strength(RCT) loss of corrugated fiberboard boxes by relative humidity at 5 °C

RH, %	Item	Apple(SW)		Pear(DW)	
		RCT(average)	RCT loss, %	RCT(average)	RCT loss, %
65		461.26	0.00	371.27	0.00
75		401.86	12.88	333.73	10.11
85		376.35	18.41	319.63	13.91
95		279.26	39.46	223.85	39.71

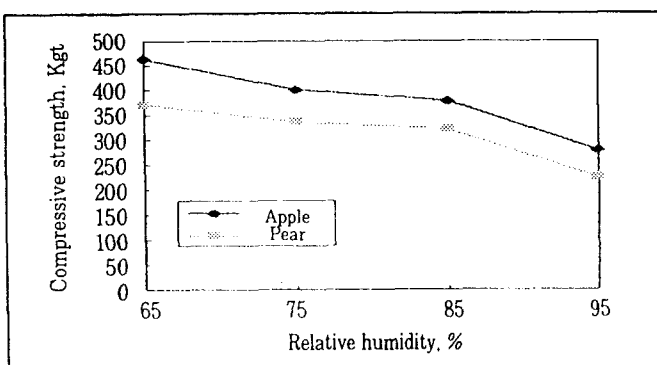


Fig. 8. Relationship between relative humidity and compressive strength of corrugated fiberboard boxes at 5°C.

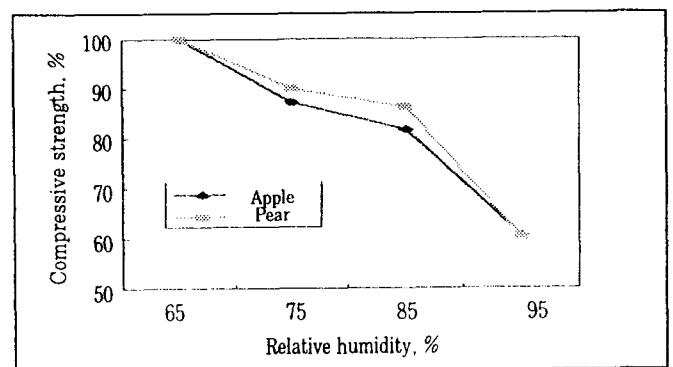


Fig. 9. Compressive strength loss of corrugated fiberboard boxes by relative humidity changes at 5°C.



## 결론

과실포장용 골판지상자를 제작하여 온도와 상대습도 변화에 따른 강도측정을 시행한 결과 다음과 같은 결론에 도달하게 되었다.

- (1) 파열강도는 습도가 높아짐에 따라 저하되지만 예측치보다는 크게 나타났다. 또한 SW가 DW에 비해 파열강도 저하율이 크게 나타났다.
- (2) 수직압축강도는 표준온도인 20℃에서는 75%RH에서 급격한 저하를 보여주고 있으나 냉장온도인 5℃에서는 별다른 변화가 없었다.
- (3) 상자 압축강도는 수직압축강도에서와 마찬가지로 75%RH에서 급격한 강도저하를 보였다. 다만 SW가 DW보다 저하율이 크고 주변장이 클수록 저하율도 커지는 것으로 나타났다.
- (4) 저온(5℃)하에서는 85%RH까지 강도 저하가 완만하게 일어나고 있으며 이후 급격하게 하락추세를 보였다. 95%RH에서는 강도저하율이 거의 비슷하게 나타나는 데 이는 상자로서의 보호기능이 심각할 정도로 약화된 상태이기 때문에 큰 의미는 없는 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. 日本包装技術協會編, "包装技術便覽," 日本(1983).
2. Joseph, F. H., "Handbook of Package Engineering," McGraw Hill(1984).
3. Jonson, G., "Corrugated Board Packaging," The Ipswich Book Company(1995).
4. Swartz, H. G., "In Food Packaging and Preservation," pp.115-135, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York(1986).
5. Mchugh, T. H., et al., J. Food Sci. 58:899(1993).
6. Gennadios, A., et al., J. Food Eng. 21:395(1994).
7. Bird, R. B., Stewart, W. E. and Lightfoot, E. N., "Transport Phenomena," John Wiley and Sons, New York(1960).
8. Billerad Handbook. Testing of corrugated board and its components
9. DieMex Y. 1997~1998. 段ボール原典シリーズ. CARTON BOX: 第9回-第10回
10. Gartaganis, P. A. 1975. Strength properties of corrugated containers. Tappi 58(11) : 102-108
11. Ibid. 1962. Flexural stiffness of corrugated board. Paperboard Packaging
12. Johnson, M. W., T. J. Urbanik, W. E. Denniston. 1980. Maximizing top-to-bottom compression strength. Paperboard Packaging 98
13. J nson, G. 1995. Corrugated board packaging. The Ipswich Book Company
14. Koning, J. W. 1975. Compressive properties of linerboard as related to corrugated fiberboard containers: a theoretical model. Tappi 58(12) : 105-108
15. Koning, J. W. 1978. Compressive properties of linerboard as related to corrugated fiberboard containers: theoretical model verification. Tappi 61(8) : 69-71
16. Kutt, H. and B. B. Mithel. 1968. Studies of compressive strength of corrugated containers. Tappi Journal 51(4)
17. Kutt, H. and B. B. Mithel. 1969. Structural strength characteristics of containers. Tappi 52(9) : 1685-
18. Maltenfort, G. G. 1980. Compression load distribution on corrugated boxes. Paperboard Packaging
19. 五十嵐清一. 1996. 段ボール包装技術. 日報
20. Peterson, W. S., W. J. Schimmelpfenning. 1982. Panel edge boundary conditions and compressive strengths of tubes and boxes. Tappi Journal 65(8)
21. Seth, R. S. 1985. Relationship between edgewise compressive strength of corrugated board and its components. Tappi Journal(March): 98-101
22. Surber, R. A., A. H. Catlin. 1982. Estimating the effects of interiors on corrugated box stacking strength. Packaging Technology.