

## 대진대학교 산업경영공학과 남궁운, 이한솔

### 주제 선정 이유

요즘 같은 더운 여름철 휴가가 끝난 후, 구매할 특산품을 아이스박스나 스티로폼에 보관해 이동한다. 그 중에서 보냉이 잘 될 것을 고려해 아이스 박스를 많이 구입한다. 과연 아이스박스가 스티로폼보다 보냉 효과가 좋을지 의문이 생겨 분석하기로 하였다.

### 준비물

<실험 1회 준비물>  
아이스박스, 스티로폼박스, 온도계, 저울  
컵2개, 얼음 200g x2, 물 400g x2  
얼음 500g x4, (얼음500g+소금 10g)x4,  
아이스 팩500g x4



### 실험 및 측정방법

7.5~7.28 주제선정 (변경) 7.29~8.02 실험준비 (예비실험) 8.03~8.14 실험 8.19~8.21 데이터 분석 8.22~8.23 포스터 제작

컵에 물 400g을 넣고 냉장고에 12시간 넣어놓는다. 얼음 200g을 넣고 냉장고에 5분간 넣어 같은 온도로 맞춰준다. 아이스박스와 스티로폼에 각각 첨가제를 넣고 5분간 기다린다.

얼음	아이스 팩	얼음+소금
500g x2	500g x2	(얼음500g+소금10g)x2

1시간 마다 온도계로 온도를 측정한다. (10시 ~ 16시)  
외부 온도(26℃), 대전대 공대 다중 A8-310호 에서 실시. (반복 3회)

### 요인, 수준 선정

요인	수준	1	2	3	4	5	6
보냉 틀		아이스 박스	스티로폼 박스	-	-	-	-
보냉 첨가제		얼음	아이스팩	얼음 + 소금	-	-	-
시간		1시간 경과	2시간 경과	3시간 경과	4시간 경과	5시간 경과	6시간 경과

- (1) 보냉 틀 : 휴가철 많이 사용하는 아이스박스와 스티로폼을 사용
- (2) 보냉 첨가제 : 보냉에 많이 사용하는 아이스 팩과 구하기 쉬운 얼음, 소금을 사용
- (3) 시간 : 국내 이동시간을 서울~부산을 고려해 6시간으로 판단하였다.  
→ 시간이 지날수록 온도가 높아지지만, 각 경과된 시간들이 온도를 낮춰주는 인자가 아니다. 이 실험에서 시간 인자는 몇 시간까지 온도 유지를 하는지 데이터를 얻기 위해 인자로 선정하였다.

### Factor Design

Factor	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
번호	표준 순서	인 순서	인 순서	인 순서	인 순서	인 순서	인 순서	인 순서
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	1	1	1	1	1	1
3	3	3	1	1	1	1	1	1
4	4	4	1	1	1	1	1	1
5	5	5	1	1	1	1	1	1
6	6	6	1	1	1	1	1	1
7	7	7	1	1	1	1	1	1
8	8	8	1	1	1	1	1	1
9	9	9	1	1	1	1	1	1
10	10	10	1	1	1	1	1	1
11	11	11	1	1	1	1	1	1
12	12	12	1	1	1	1	1	1
13	13	13	1	1	1	1	1	1
14	14	14	1	1	1	1	1	1
15	15	15	1	1	1	1	1	1
16	16	16	1	1	1	1	1	1
17	17	17	1	1	1	1	1	1
18	18	18	1	1	1	1	1	1
19	19	19	1	1	1	1	1	1
20	20	20	1	1	1	1	1	1
21	21	21	1	1	1	1	1	1
22	22	22	1	1	1	1	1	1
23	23	23	1	1	1	1	1	1
24	24	24	1	1	1	1	1	1
25	25	25	1	1	1	1	1	1
26	26	26	1	1	1	1	1	1
27	27	27	1	1	1	1	1	1
28	28	28	1	1	1	1	1	1
29	29	29	1	1	1	1	1	1
30	30	30	1	1	1	1	1	1

✓ 각 요인마다 수준수가 다르고 최대 수준이 6이므로 일반완전 요인설계를 실시하였다. 그리하여 108개의 데이터를 수집하였다.

일반 실험 모형: 온도 대 보냉틀, 보냉첨가제, 시간

보냉틀	보냉첨가제	시간
1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6

온도에 대한 분산 분석(검정을 위해 수정된 제곱합 사용)

출처	DF	Seq. SS	Adj. SS	Adj. MS	F	P
보냉틀	1	8.898	8.898	8.898	3.83	0.054
보냉첨가제	5	41.907	41.907	20.954	9.02	0.000
시간	5	1202.602	1202.602	240.520	103.49	0.000
보냉틀*보냉첨가제	5	1.241	1.241	0.620	0.27	0.786
보냉틀*시간	5	9.046	9.046	1.809	0.78	0.568
보냉첨가제*시간	10	33.537	33.537	3.354	1.44	0.179
보냉틀*보냉첨가제*시간	25	9.315	9.315	0.373	0.40	0.942
총오차	72	167.333	167.333	2.324		
총합	107	1473.890				

주 효과 : 보냉 틀의  $P$ -값(0.054) > 유의수준(0.05)  
→ 유의하지 않은 인자이다.  
보냉 첨가제의  $P$ -값(0) < 유의수준(0.05)  
→ 유의한 인자이다.  
교호작용 : 모든 교호작용의  $P$ -값이 유의수준(0.05) 보다 크므로 유의하지 않다.

∴ 아이스박스와 스티로폼에 의한 온도 차이가 없다고 할 수 있다. 그러나 보냉 첨가제에 의한 온도 차이는 있다고 할 수 있다.

### 이원분산분석

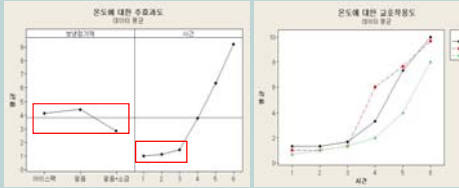
✓ 각 아이스박스와 스티로폼에서 보냉 첨가제가 어떠한 온도 변화를 작용하는지 분석하였다.

### 아이스박스

이원 분산 분석: 온도 대 보냉첨가제, 시간

출처	DF	SS	MS	F	P
보냉첨가제	2	26.704	13.352	3.79	0.032
시간	5	507.926	101.585	28.87	0.000
교호작용	10	30.852	3.085	0.88	0.563
오차	36	126.667	3.519		
총계	53	692.148			

주 효과 : 보냉 첨가제의  $P$ -값(0.032) < 유의수준(0.05)  
→ 유의한 인자이다.



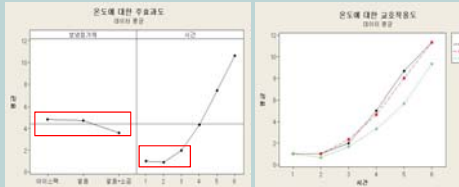
주효과에 보냉 첨가제 요인을 살펴보면 얼음+소금 < 아이스팩 < 얼음 순으로 온도가 낮은 것을 볼 수 있다.  
시간의 그래프를 보면 3시간까지 완만한 곡선을 그리는 것을 볼 수 있다.

### 스티로폼

이원 분산 분석: 온도 대 보냉첨가제, 시간

출처	DF	SS	MS	F	P
보냉첨가제	2	16.444	8.222	7.28	0.002
시간	5	703.722	140.744	124.59	0.000
교호작용	10	12.000	1.200	1.06	0.415
오차	36	40.667	1.130		
총계	53	772.833			

주 효과 : 보냉 첨가제의  $P$ -값(0.002) < 유의수준(0.05)  
→ 유의한 인자이다.



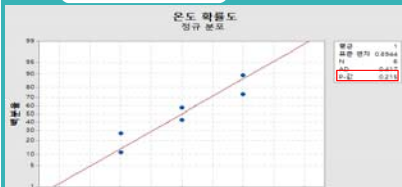
주효과에 보냉 첨가제 요인을 살펴보면 얼음+소금 < 얼음 < 아이스 팩 순으로 온도가 낮은 것을 볼 수 있다.  
시간의 그래프를 보면 3시간까지 완만한 곡선을 그리는 것을 볼 수 있다.

∴ 보냉 틀에 따라 보냉 첨가제가 작용하는 것은 조금씩 다르지만, 가장 낮은 온도의 효과를 가져오는 것은 얼음+소금 으로 동일하다.

### 2표본 t-검정

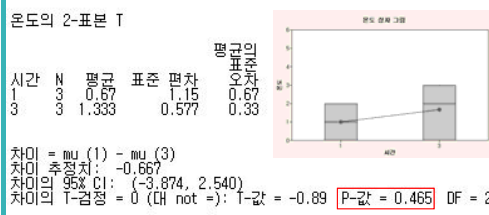
✓ 아이스박스와 스티로폼이 3시간까지 온도 유지를 해주는 것인지 <얼음+소금>을 이용하여 분석하였다.

### 아이스박스



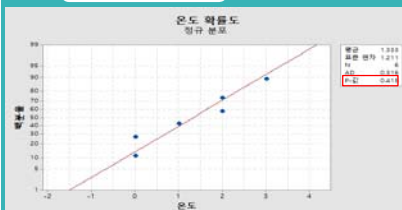
아이스 박스에 <얼음+소금>을 넣고 1시간 경과 후와 3시간 경과 후 두 표본 데이터를 정규성 검정하였다.  $P$ -값(0.215) > 유의 수준(0.05) 이므로 정규성을 가진다고 할 수 있다.

2-표본 T 검정 및 CI: 온도, 시간



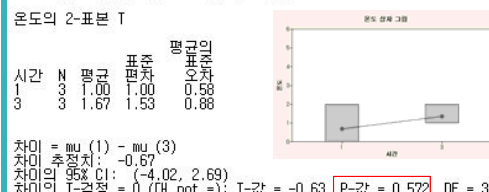
$P$ -값(0.465) > 유의 수준(0.05) 이므로 1시간 후와 3시간 후의 온도 차이가 없다고 할 수 있다.

### 스티로폼



스티로폼에 <얼음+소금>을 넣고 1시간 경과 후와 3시간 경과 후 두 표본 데이터를 정규성 검정하였다.  $P$ -값(0.415) > 유의 수준(0.05) 이므로 정규성을 가진다고 할 수 있다.

2-표본 T 검정 및 CI: 온도, 시간



$P$ -값(0.572) > 유의 수준(0.05) 이므로 1시간 후와 3시간 후의 온도 차이가 없다고 할 수 있다.

### 결론 1

아이스박스와 스티로폼에 의한 온도차이는 없다고 할 수 있다. 그렇지만 첨가제에 따라 결과가 다르다. 가장 최적의 첨가제 조건은 얼음+소금으로 알 수 있었다.

### 결론 2

아이스 박스와 스티로폼 모두 첨가제 1kg 기준으로 3시간까지는 처음의 온도로 근사하게 유지하는 결과를 알 수 있었다.