

제32회 서울특별시학생탐구발표대회

탐구보고서

Blue Moon 재현 탐구를 통한 유도등의 안전성 검토

출품번호

미기재

출품 부문

물 리

2017. 9. 28.

목 차

1. 탐구 주제	1
2. 탐구 동기	1
3. 탐구 목표	1
4. 탐구 일정	1
5. 선행 연구	2
6. 탐구 방법 및 결과	3
가. [탐구1] 물을 이용한 색변화 관찰	3
[탐구1-1] 대조군-손전등 관찰과 밝기 측정	
[탐구1-2] 물질1-녹말 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정	
[탐구1-3] 물질2-우유 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정	
[탐구1-4] 물질3-커피 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정	
[탐구1-5-1] 물질4-흙 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정	
[탐구1-5-2] 물질4-흙 혼합물의 거리에 따른 손전등 관찰과 밝기 측정	
나. [탐구2] 공기를 이용한 색변화 관찰	11
[탐구2-1] 물질- 가습기	
[탐구2-2] 물질- 향연기	
다. [탐구3] 건물의 유도등 관찰 적용 탐구	14
[탐구3-1] 실제 유도등 관찰하기	
[탐구3-2] 실제 유도등 화재 상황 적용	
[탐구3-3] 백색등을 이용한 유도등 색깔 적용 탐구	
7. 결 론	17
가설 확인	
알게 된 점	
달의 색 변화 재현	
생활 유도등 검토	
8. 앞으로의 과제 및 느낀 점	20
9. 참고 문헌	20

1. 탐구주제

Blue Moon 재현 탐구를 통한 유도등의 안전성 검토

2. 탐구 동기

‘This sort of thing happens only once in a blue moon.’

영어 문장에는 가끔 ‘blue moon’이라는 단어를 볼 수 있다. 말 그대로 해석을 하면 푸른색 달이란 뜻이 된다. 푸른색 달을 상상해 보니 신비해 보일 것 같았다. 이런 달이 뜰 수 있을까 하여 인터넷을 검색해 보았다.

- ♦ once in a blue moon-극히 드물게, 매우 오랜기간
- ♦ 달의 공전 주기는 29.5일로 양력 한 달보다 짧아서 월초에 보름달이 뜨고 같은 달 30, 31일에 또 달이 뜨는 경우가 있는데, 이때 뜨는 달을 블루문¹⁾이라고 한다.

푸른 달이란 실제로 있는 달이 아니라 실제로 일어나기 어려운, 가끔 일어나는 일에 비유하는 말로 쓰이고 있었다. 푸른 달이란 표현만 있고, 붉은 달이란 표현은 없을까 알아보았더니 개기 월식 때 붉은 달을 볼 수 있다고 한다. 또 화산 폭발이나 먼지가 대기 중에 많을 때 푸른 달을 볼 수 있다고 한다.

대기 조건을 달리하면 색깔이 있는 달을 볼 수 있을지 궁금하였다. 그리고 대기 조건에 따라 빛이 많이 달라진다면 요즘 미세먼지와 봄철 안개가 심할 때, 화재 시 조명등이 달라 보일수도 있지 않을까 걱정이 되었다. 붉은색, 푸른색 달을 재현해 보고, 우리 생활에 밀접한 조명등의 조건을 다시 검토해 보기로 하였다.

3. 탐구 목표

가. 붉은색 달과 푸른색 달을 재현해 보기 위한 조건을 알아본다.

나. 오염 또는 화재 시 조명장치를 검토한다.

다. 안개가 심한 날 안전등에 대해 검토한다.

4. 탐구 일정

일정	탐구 단계	탐구내용
6.26.	주제 토론	• 블루문 ¹⁾ 에 대한 문제인식
7.3.~7.10.	선행 연구	• 블루문의 어원 • 빛의 산란, 레드문 조사
7.11.~7.17.	실험 설계	• 물질의 농도 종류, 색의 객관화
7.18.~8.19.	실험	• 물질의 종류, 농도, 색깔 • 물질의 상태별 밝기, 색 측정실험
8.20.~9.16.	결과 분석 및 정리	

1) 블루문이라고 부르는 이유는 다양한 설이 있으나 가장 설득력 있는 것은 belewe에서 유래되었다는 설이다. belewe는 ‘배신하다’는 의미를 가진, 지금은 사라진 영어 단어인데 서양에서는 보름달이 한 달에 두 번 뜨는 것을 불길하다고 여겨 배신자 달이라는 의미로 사용했다는 것이다.

5. 선행 연구

가. 붉은 달-블러드문

개기월식이 일어날 때 볼 수 있는 현상이다. 개기월식은 태양, 지구, 달 순서로 놓여 있을 때 달이 지구의 그림자에 완전히 가려지며 일어난다. 이때 태양에서 오는 빛 중 지구 대기에 굴절된 빛만 달에 반사되면서 달이 붉게 보이는 현상이 일어난다.



<그림 1> 출처:연합뉴스

나. 푸른달-블루문

1883년 인도네시아의 크라카토아(Krakatoa) 화산 폭발로 화산재와 먼지가 대기 중에 산란해 수일간 푸른 달이 관측된 적이 있다고 한다. 서양에서는 보름달이 불길한 상징으로 쓰인다. 블루문이란 한 달에 두 번째 뜨는 보름달을 말하는 것으로, 흔히 말하는 블루문은 파란색의 ‘블루’가 아닌 우울한 의미로 ‘블루’가 이름 붙여진 것이다. 또 ‘blue’와 같은 발음인 옛 영어 단어 ‘belewe’에서



<그림 2> 출처:pixabay

유래했다는 설도 있다. 블루문이 뜨는 이유는 달의 공전 주기와 양력에서의 한 달 주기가 다르기 때문이다. 달의 공전 주기는 29.53일로 2월을 제외한 한 달의 일수인 30, 31일보다 조금 짧다. 이 때문에 한 분기 동안 보름달이 한 달에 한 번씩 총 세 번 뜨지만, 간혹 같은 기간에 보름달이 네 번 뜨는 경우가 생긴다. 이때 추가로 뜨는 네 번째 보름달을 블루문이라고 부른다.

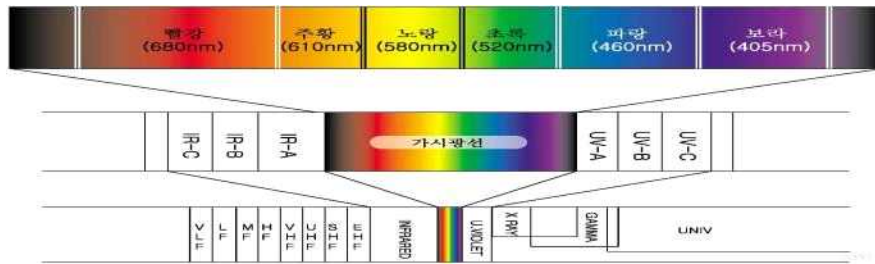
다. 산란

- 1) 파동이나 빠른 속도의 입자선이 많은 분자, 원자, 미립자 등에 충돌하여 운동방향을 바꾸고 흩어지는 일을 가리킨다. 기체, 액체, 고체 내부에서 모두 일어나지만, 고체나 액체에서는 산광이 합성되어 굴절광이나 반사광으로 보이는 경우가 더 많다.
- 2) 산란된 파동을 산란파라 한다.
- 3) 빛인 경우에는 산광(散光)이라 하며, 이론적으로는 원자나 분자에 속박되어 있는 전자(電子)가 입사광선(入射光線)의 전자기파(電磁氣波)에 의하여 강제진동을 일으켜 2차적 빛을 내는 현상이며, 단파장(短波長)의 빛일수록 강하게 산란된다.
- 4) 청색 빛은 대기 중의 분자나 미립자에 의하여 태양광선이 산란된 것이다.
- 5) 태양이나 달이 뜰 때(또는 질 때) 등황색 또는 붉은빛을 띠는 것은 두꺼운 공기층을 통과할 때, 태양빛이나 달빛의 단파장 부분이 크게 산란되고 장파장 부분의 빛이 투과되기 때문이다.

라. 빛

- 1) 비교적 파장이 짧은 전자기파.
- 2) 빛의 이중성: 빛이 파동과 입자 중 어느 것인가에 대한 논란은 오래 전부터 끊임없이 제기되었다. 17세기에는 빛의 입자설과 파동설이 서로 첨예하게 대립하였으나 18세기 뉴턴의 지지에 힘입어 입자설이 우세하게 된다. 그러나 19세기에 토마스 영(Tomas Young)의 ‘이중슬릿실험’을 통해 파동설이 우위를 점하게 되었으며, 맥스웰은 빛과 전자기파가 본질적으로 같다는 전자기파설을 주장하였다. 20세기가 되어서는 플랑크의 양자가설 등에 의

해 입자성이 다시 증명되었으며, 이후 빛은 입자와 파동의 성질을 동시에 가진다고 보고 있다.



<그림 3> 전자기파의 종류와 가시광선의 위치(출처 : color)

마. 럭스[lux]

1) 조명이 밝은 정도를 말하는 조명도에 대한 실용단위로 기호는 lx이다. 1m²의 넓이에 1lm (루멘)의 광속(光束)이 균일하게 분포되어 있을 때의 면의 조명도, 즉 1cd(칸델라)의 점광원으로부터 1m 떨어진 곳에 있는 광선에 수직인 면의 조명도가 1lx이다. 미터측광은 광도의 예전 단위로서, 1.0067cd가 1촉(燭)에 해당한다.

바. html색상

- 1) 웹에서 십육진수쌍으로 색을 표현하는 방법으로 방법은 RGB 적(red), 녹(green), 청(blue)에 가산혼합에 의한 것이다.
- 2) 두 자리의 십육진수가 표현할 수 있는 범위는 00부터 FF까지(십진수 0에서 255까지)이다. 즉, 하나의 채널은 256 가지의 색을 표현할 수 있다. 웹 색상상의 십육진법 표기는 각 채널당 256개의 색을 표현하므로 3채널 모두를 사용하여 나타낼 수 있는 색상은 16,777,216가지(256^3)가 된다.

6. 탐구 방법

가. [탐구1] 물을 이용한 색변화 관찰

1) 문제인식

붉은 달과 푸른 달은 실제로 존재하지 않는다. 그렇지만 그렇게 보이는 경우가 있다고 한다. 대기의 밀도와 구성에 따라 동일한 색이 산란으로 달리 보이는 것이다. 그러므로 대기의 구성과 농도가 달라지면 붉은 달 또는 푸른 달을 재현할 수 있을 것이다.

대기 중 공기가 많은 대류권은 약 10km의 거대한 공기층이다. 이것을 재현하는 것은 쉽지 않기 때문에 공기와 같이 흐르는 성질을 갖고 있는 물을 이용해 재현하기로 하였다.

2) 가설

가) 물에 녹지 않는 물질을 통과 할 때 종류에 따라 빛이 달라 보일 것이다.

나) 통과 물질의 농도에 따라 빛이 달라 보일 것이다.

다) 녹지 않는 물질의 색은 관계가 없을 것이다.

라) 입자가 큰 물질을 이용하면 푸른 달을 만들 수 있을 것이다.

마) 농도가 진할수록 붉은 달을 만들 수 있을 것이다.

No.	조작 변인	통제변인	종속변인
1	물질의 종류 (알갱이크기, 용해도)	물의 양, 관찰거리, 조명의 밝기, 농도, 빛의 색	빛의 밝기 색의 종류
2	농도	물의 양, 관찰거리, 조명의 밝기, 물질의 종류, 빛의 색	
3	빛의 색	물의 양, 관찰거리, 조명의 밝기, 물질의 종류, 농도	

*대조군: 물의 투명색 손전등

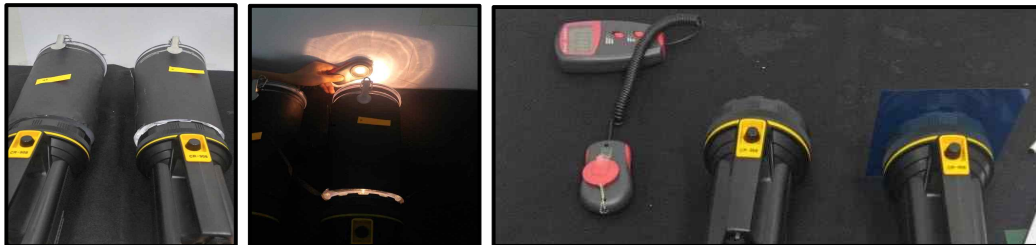
3) 준비물

- 가) 물질의 종류: 물, 우유, 녹말, 흙, 커피
- 나) 도구: 손전등, 물통, 검은 도화지, 스포이트
- 다) 측정도구: 조도계, 전자저울, 한글 html 색상표

4) 방법

- 가) 투명 물통을 검은 도화지로 감싸 외부의 빛이 통과하지 못하는 관을 만든다.
- 나) 물통에 물 2.2L를 가득 채우고 손전등을 이용하여 손전등 빛의 통과를 관찰한다.
- 다) 물대신 우유를 농도별로 채우고 빛의 통과를 관찰한다.
- 라) 진분가루, 찹흙, 커피가루 등 물질의 종류를 달리하여 빛의 통과를 관찰한다.
- 마) 각 물질별 농도를 달리하여 관찰한다.
- 바) 조도계를 이용하여 밝기를 측정한다.
- 사) 빛의 색변화를 관찰하고 html 색상표를 이용하여 색을 비교한다.

<그림 4> 손전등과 물통 설치-조도계 빛 측정-색필름지를 이용해 밝기 비교



5) 결과

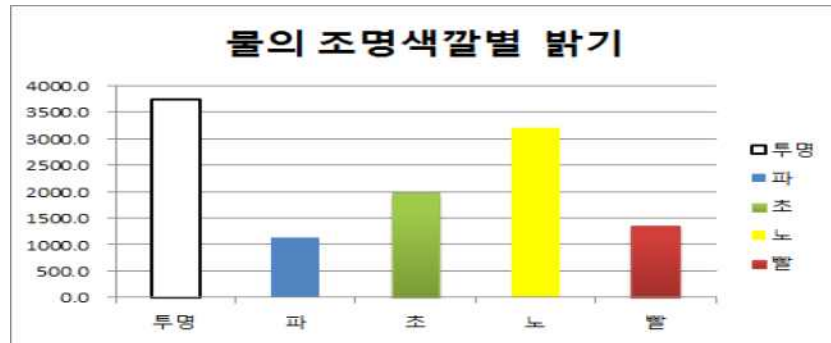
- 가) [탐구1-1] 대조군-손전등 관찰과 밝기 측정

<표 4> 물의 조명 색깔별 비교

조명색	투명	파	초	노	빨
물					

<표 5> 물의 조명색갈별 밝기[lx]

물	조명색	투명	파	초	노	빨
	1회	3840	1060	1880	3000	1220
	2회	4250	1110	2100	3070	1600
	3회	3130	1200	2020	3550	1250
	평균	3740.0	1123.3	2000.0	3206.7	1356.7























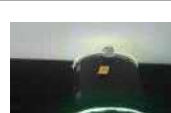

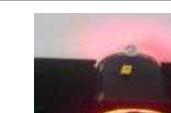


- (1) 손전등에서 투명을 제외하고 노란색 빛이 가장 밝게 측정되었다.
- (2) 노란색> 초록색> 빨간색>파란색 순서이다.
- (3) 가장 낮은 파랑색의 밝기가 1000lx부터 최대 투명색이 3700lx이 측정되었다.

나) [탐구1-2] 물질1- 녹말 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정

녹말	1g	4g	8g	16g

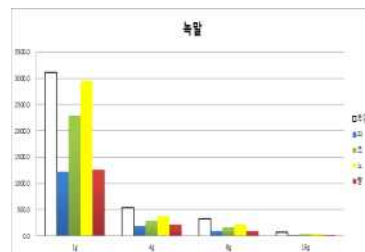
녹말	조명색	투명	파	초	노	빨
1g	1회	3030	1190	1190	3070	1210
	2회	3090	1210	1280	2760	1280
	3회	3220	1280	1210	3020	1300
	평균	3113.3	1226.7	1226.7	2950.0	1263.3
4g	1회	551	191	191	363	204
	2회	527	202	202	394	229
	3회	536	177	177	367	217
	평균	538.0	190.0	190.0	374.7	216.7
8g	1회	328	98	98	213	90
	2회	312	99	99	216	91
	3회	340	101	101	222	92
	평균	326.7	99.3	99.3	217.0	91.0
16g	1회	66	21	21	45	20
	2회	69	24	24	42	21
	3회	73	25	25	49	21
	평균	69.3	23.3	23.3	45.3	20.7

조명색	투명	파	초	노	빨
0g					
1g					
4g					
8g					
16g					

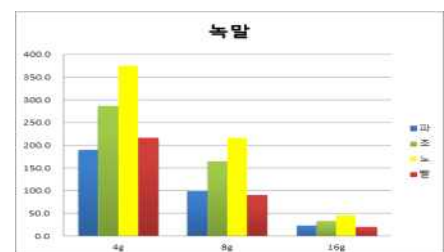
<그림 5> html 색상 체크



<그림 6> 전체 비교



<그림 7>진한 농도 작은 값 비교

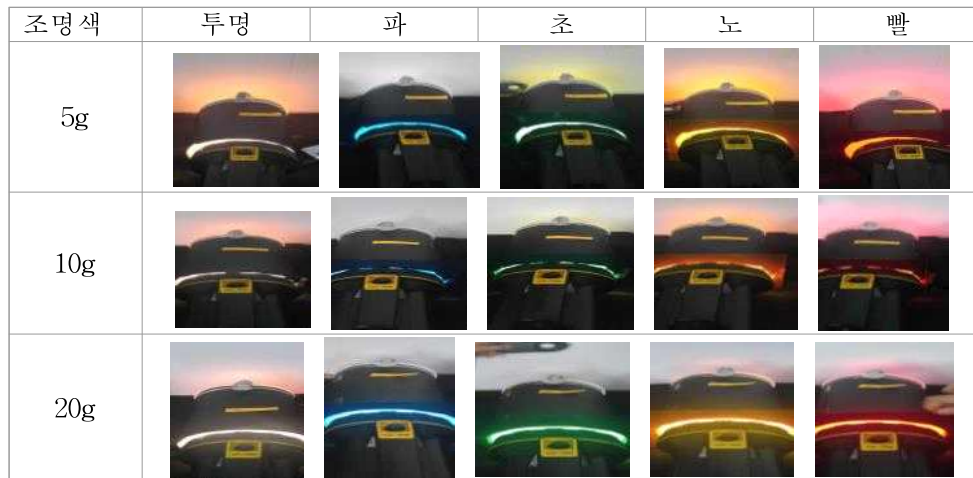


- (1) 녹말은 물에 녹지 않는다. 시간이 지나면 가라앉기 때문에 실험 시 물통을 흔들고 빠르게 실험을 하였다.
- (2) 녹말 20g에서는 밝기 측정이 어려울 정도로 어두워져 16g까지 측정하였다.
- (3) 녹말 1g에서 노란색을 제외하고 1500lx이하였다.
- (4) 맨눈으로는 봤을 때 녹말1g에서 푸른색빛 계열이 더 밝아 보였고 농도가 진해지면서 비교가 어려웠다.
- (5) 조도계 측정 결과 녹말의 농도가 커질수록 붉은색빛이 약해졌고 상대적으로 초록색, 푸른색빛이 강해졌다.

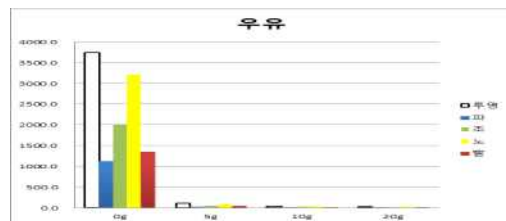
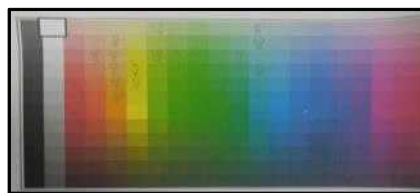
다) [탐구1-3] 물질2-우유 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정

	5g	10g	15g
우유			

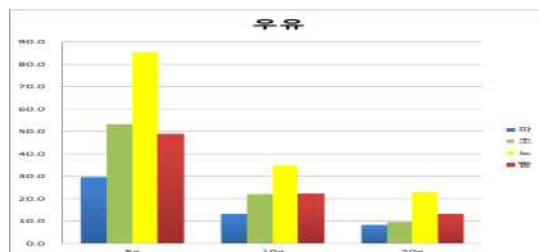
우유	조명 색	투명	파	초	노	빨
0g	1회	3840	1060	1880	3000	1220
	2회	4250	1110	2100	3070	1600
	3회	3130	1200	2020	3550	1250
	평균	3740.0	1123.3	2000.0	3206.7	1356.7
5g	1회	102	31	55	88	47
	2회	102	30	53	88	50
	3회	107	28	52	80	50
	평균	103.7	29.7	53.3	85.3	49.0
10g	1회	40	13	21	31	21
	2회	33	13	24	37	22
	3회	40	14	21	36	24
	평균	37.7	13.3	22.0	34.7	22.3
20g	1회	20	6	11	25	13
	2회	30	10	10	17	16
	3회	20	9	8	27	11
	평균	23.3	8.3	9.7	23.0	13.3



<그림 8> 우유



<그림 9> 진한 농도 작은 값 비교







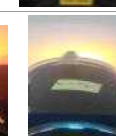
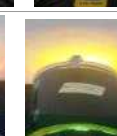
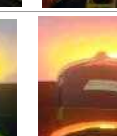
- (1) 우유는 물에 녹아 고르게 섞였다.
- (2) 우유 20g이상에서는 밝기 측정이 어려울 정도로 어두워졌다. 우유1g은 투명과 구별하기 어려워 5g 부터 측정하였다.
- (3) 우유 5g에서 모두 100lx이하였다.

(4) 맨눈으로는 노란색 빛이 더 밝아 보였고 농도가 진해지면서 비교가 어려웠다.

(5) 조도계 측정 결과 우유의 농도가 높아지면서 초록색 빛이 약해지고 붉은색 빛이 강해졌다.

라) [탐구1-4] 물질3-커피 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정

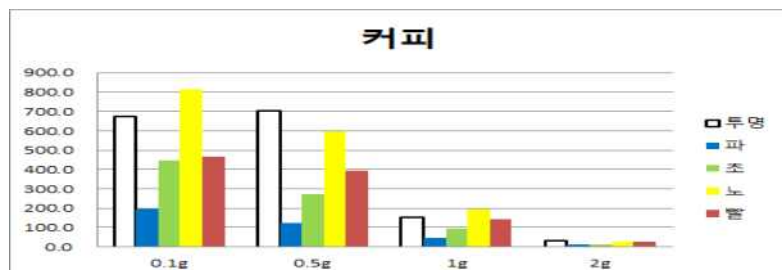
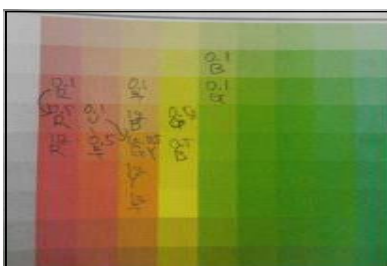
	0.1g	0.5g	1g	2g
커피				

조명색	투명	파	초	노	빨
0.1g					
0.5g					
1g					

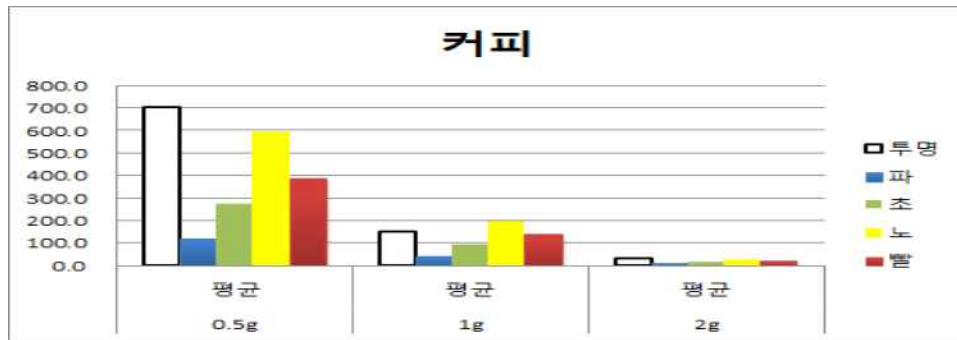
커피	조명색	투명	파	초	노	빨
0.1g	1회	970	178	434	747	466
	2회	949	204	473	852	474
	3회	981	200	436	851	466
	평균	675.7	194.0	447.7	816.7	468.7
0.5g	1회	704	128	268	590	389
	2회	702	119	264	599	400
	3회	709	126	294	603	388
	평균	705.0	124.3	275.3	597.3	392.3
1g	1회	218	43	94	190	144
	2회	22	46	95	211	136
	3회	216	49	95	185	150
	평균	152.0	46.0	94.7	195.3	143.3
2g	1회	31	12	15	25	24
	2회	35	13	15	28	26
	3회	33	13	14	30	25
	평균	33.0	12.7	14.7	27.7	25.0

<그림 10> 색상비교

<그림 11> 전체비교



<그림 12> 농도 진한 작은 값 비교



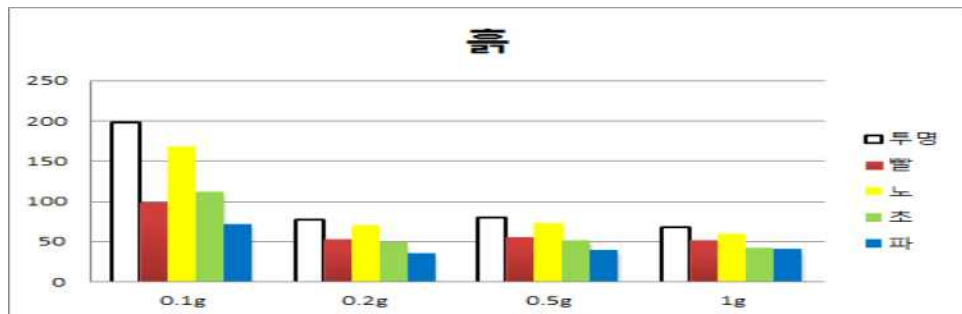
- (1) 커피는 물에 녹아 고르게 섞였다.
- (2) 커피는 2g이상에서는 밝기 측정이 어려울 정도로 어두워졌다. 그래서 0.1g 부터1000lx 이하로 떨어져 최소 0.1g에서 시작하였다.
- (3) 커피 1g에서 100lx이하였다.
- (4) 맨눈으로 봤을 때 붉은색 빛이 더 밝아 보였고 농도가 진해지면서 비교가 어려웠다.
- (5) 조도계 측정 결과 커피의 농도가 높을수록 노란색빛, 붉은색빛, 초록색빛이 순서로 강했다. 푸른색빛은 다른 빛에 비해 어두웠다.
- (6) 커피의 농도가 진해질수록 노란색 빛이 투명보다 밝아 졌다.

마) [탐구1-5-1] 물질4-흙 혼합물의 손전등 관찰과 밝기 측정

	0.1g	0.2g	0.5g	1g
흙				

조명색	투명	빨	노	초	파
0.1g					
0.2g					
0.5g					

흙	조명색	투명	빨	노	초	파
0.1g	1회	187	73	115	162	99
	2회	215	72	114	170	98
	3회	193.0	71	106	172	100
	평균	198.3	72	111.6	168	99
0.2g	1회	74	25	48	70	50
	2회	85.0	38	49	71	57
	3회	72	42	48	70	52
	평균	77	35	48.3	70.3	53
0.5g	1회	80.0	39	49	70	59
	2회	78	40	57	72	55
	3회	81	38	50	76	54
	평균	79.6	39	52	72.6	56
1g	1회	72	39	39	60	50
	2회	69	42	42	61	57
	3회	64	39	44	57	47
	평균	68.3	40	41.6	59.3	51.3



- (1) 흙은 물에 녹지 않아 실험 전 물통을 흔들고 빨리 실험을 해야 한다.
- (2) 흙은 0.1g에서 100이하로 떨어져 1g까지 측정하였다.
- (3) 맨눈으로 봤을 때 노란색 빛이 더 밝아 보였고 농도가 진해지면서 비교가 어려웠다.
- (4) 조도계 측정 결과 흙의 농도가 진해질수록 초록색 빛이 약해지고 붉은색빛이 강해진다.

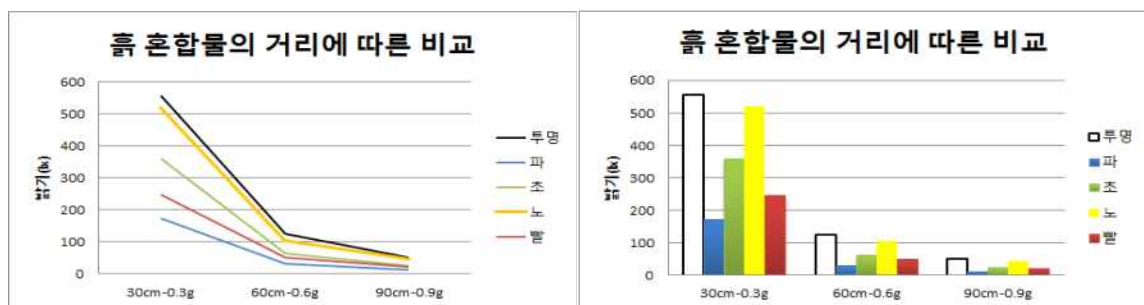
바) [탐구1-5-2] 물질4-흙 혼합물의 거리에 따른 손전등 관찰과 밝기 측정

- 문제인식: 실제 대기는 짧은 거리에 안개나 먼지가 있는 것이 아니기 때문에 빛이 통과 하는 거리를 달리하여 추가 실험을 하기로 하였다.
- 가설: 통과 길이가 길수록 붉은색 빛이 강해질 것이다.
- 방법: 각 물통에 농도를 0.3g씩 넣어 3개의 통을 만든다. 통을 하나씩 추가하여 30, 60, 90cm로 통을 연결하여 관찰하고 밝기를 측정한다.

<그림 13> 물통 3개를 연결한 모습



흙	조명 색	투명	빨	노	초	파
30cm 전체 흙무게 -0.3g	1회	531	284	506	339	170
	2회	571	224	516	364	165
	3회	570	230	537	375	185
	평균	557.3	246.0	519.7	359.3	173.3
60cm 전체 흙무게 -0.6g	1회	120	46	108	63	32
	2회	127	48	100	63	28
	3회	130	52	104	63	32
	평균	125.7	48.7	104.0	63.0	30.7
90cm 전체 흙무게 -0.9g	1회	51	21	44	26	12
	2회	48	23	46	25	11
	3회	49	22	45	26	12
	평균	49.3	22.0	45.0	25.7	11.7



- (1) 흙은 물에 녹지 않아 실험 전 물통을 흔들고 빨리 실험을 해야 한다.
- (2) 흙을 0.3씩 넣어 3개의 물통을 쌓으면 거리는 90cm이지만 전체 양은 약 1g에 가까운 0.9g이 된다.
- (3) 처음에는 초록색 빛이 강했지만 점점 초록색이 약해지고 붉은색 빛이 증가하는 것을 볼 수 있다.
- (4) 앞서 실험한 [탐구1-5-1]과 비슷한 결과가 나와 거리별로 실험하지 않고 농도별로 실험해도 같은 해석을 할 수 있음을 알 수 있다.

나. [탐구2] 공기를 이용한 색변화 관찰

1) 문제인식

앞의 실험을 통해 녹지 않는 녹말과 흙을 이용한 실험에서는 푸른빛 계열이 강하지만 녹는 우유와 커피를 이용한 실험에서는 붉은색 계열이 높았다. 그래서 대기 중 물질을 수증기와 향연기를 통해 알아보기로 하였다.

2) 가설

가) 향연기는 고체이므로 푸른색 빛이 더 밝게 보일 것이다.

나) 수증기를 이용한 실험에서는 붉은색 빛이 더 밝게 보일 것이다.

No.	조작 변인	통제변인	종속변인
1	물질의 종류 (용해도)	물의 양, 관찰거리, 조명의 밝기, 농도, 빛의 색	빛의 밝기 색의 종류

3) 준비물

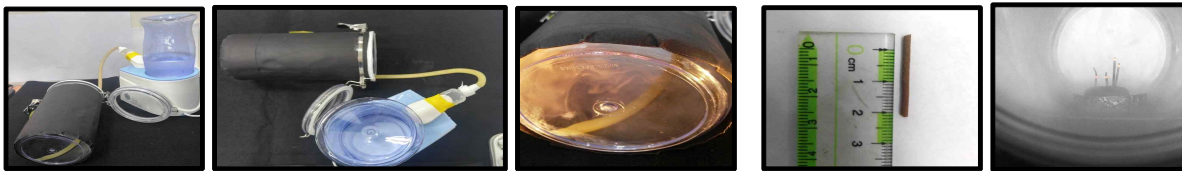
- 가) 물질의 종류: 수증기(초음파가습기, 고무관), 향
- 나) 도구: 손전등, 물통, 검은 도화지, 스포이트, 점화기
- 다) 측정도구: 조도계, 전자저울, 한글 html 색상표

4) 방법

- 가) 초음파가습기에 고무관을 연결한다.
 - 나) 물통에 가습기를 이용해 수증기를 채운다.
 - 다) 가습 정도를 약, 중, 강으로 바꿔 가면서
 - 라) 손전등으로 조도계를 이용하여 밝기를 측정한다.
 - 마) 빛의 색변화를 관찰하고 html 색상표를 이용하여 색을 비교한다.
 - 바) 물통에 향의 길이를 2, 4, 6, 8cm로 바꿔가면서 향 연기를 채운다.
 - 사) 손전등으로 반복하여 빛을 관찰한다.
- (1) 응결을 줄이기 위해 높은 온도가 되지 않도록 초음파 가습기로 실험을 하였다.
- (2) 주의사항: 가습기와 연결한 관이 길면 관에서 응결이 일어나 가습을 막을 수 있다.

<그림 14>가습기물통에 고무관 설치- 수증기 차는 물통

<그림 15>향2cm와 8cm 채우기



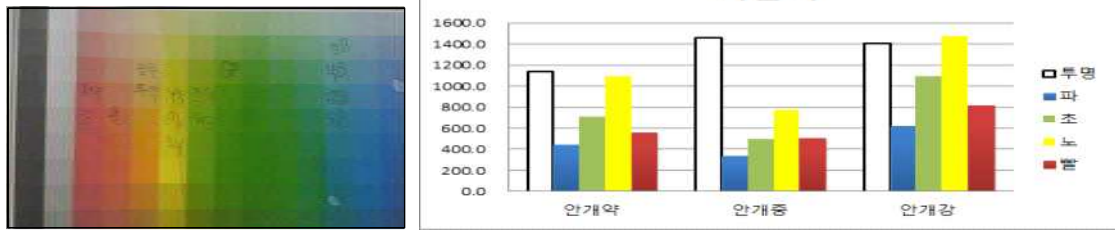
5) 결과

가) [탐구2-1] 물질- 가습기

조명색	투명	파	초	노	빨
중					
약					

안개	조명색	투명	파	초	노	빨
안개약	1회	1095	410	746	920	565
	2회	1231	455	677	1265	578
	3회	1087	466	699	1101	525
	평균	1137.7	443.7	707.3	1095.3	556.0
안개중	1회	1539	311	506	741	530
	2회	1417	344	474	774	522
	3회	1434	350	500	805	474
	평균	1463.3	335.0	493.3	773.3	508.7
안개강	1회	1409	596	1101	1563	810
	2회	1351	655	1093	1439	822
	3회	1453	606	1103	1441	835
	평균	1404.3	619.0	1099.0	1481.0	822.3

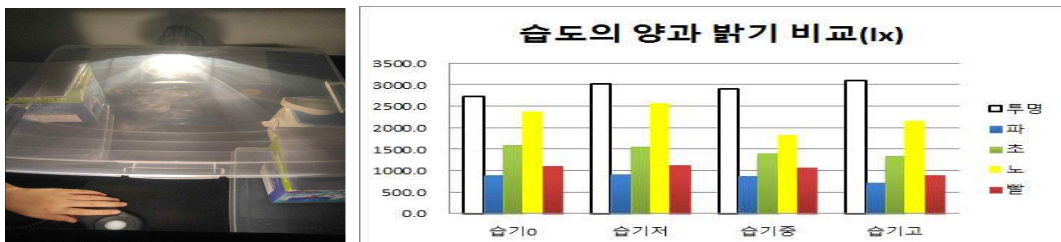
<그림 16>수증기의 색상비교



- (1) 가습기는 균일한 농도로 나오므로 물통의 입구를 열고 꾸준히 채우면서 실험을 하였다.
- (2) 오래 실험을 할수록 응결이 되었다.
- (3) 습도가 높을수록 밝기가 더 밝아졌다. 물의 응결과 굴절로 빛이 더 모아졌기 때문이다.
- (4) 조도계 측정 결과 수증기의 농도와 관계없이 노란색빛, 초록색빛, 붉은색빛 순서로 강했다.
- (5) 가습기에서는 다른 물질에서 보다 초록색빛이 강했다.
















<그림 17> 공기 중에서 직접 가습기의 양을 조절하여 추가 실험한 결과

습기	조명색	투명	빨	노	초	파
습기 없음	1회	2730	1190	2330	1840	920
	2회	2550	1170	2400	1540	930
	3회	2900	1020	2370	1450	850
	평균	2726.7	1126.7	2366.7	1610.0	900.0
습기 저	1회	3020	1090	2510	1620	950
	2회	3120	1120	2590	1470	920
	3회	2900	1190	2600	1600	890
	평균	3013.3	1133.3	2566.7	1563.3	920.0
습기 중	1회	2650	1140	1760	1640	890
	2회	2850	1150	1910	1360	940
	3회	3200	950	1810	1250	840
	평균	2900.0	1080.0	1826.7	1416.7	890.0
습기 고	1회	3140	890	2100	1470	650
	2회	2910	950	1930	1340	850
	3회	3210	870	2430	1230	700
	평균	3086.7	903.3	2153.3	1346.7	733.3



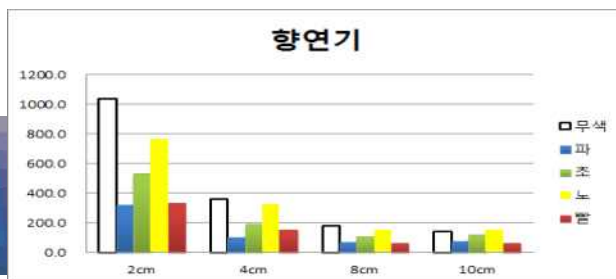
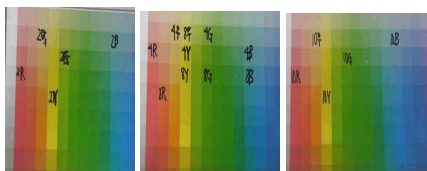
- (6) 가습기로 공기중에서 실험한 경우에도 물방울이 있는 경우가 더 밝기가 밝아 졌다. 밝기 순서는 노란색 > 초록색 > 붉은색 순서이다.

나) [탐구2-2] 물질- 향연기

조명색	투명	파	초	노	빨
2cm					
4cm					
10cm					

향	조명색	투명	파	초	노	빨
2cm	1회	1047	312	552	552	327
	2회	1018	318	536	536	353
	3회	1045	339	512	572	324
	평균	1036.7	323.0	533.3	553.3	334.7
4cm	1회	360	98	189	189.0	153
	2회	357	107	206	206	156
	3회	363	97	194	194	155
	평균	360.0	100.7	196.3	196.3	154.7
8cm	1회	173	71	113	113	64
	2회	186	74	113	113.0	64
	3회	178	65	111	111	64
	평균	179.0	70.0	112.3	112.3	64.0
10cm	1회	123	84	123	148	63
	2회	147	79	129	149	67
	3회	150	74	122	151	70
	평균	140.0	79.0	124.7	149.3	66.7

<그림 18> 향연기 색상



- (1) 향은 정해진 길이가 다 타서 연기가 찻을 때 실험을 하였다.
- (2) 눈으로 봤을 때 초록색과 노란색에서 강했다.
- (3) 조도계 측정 결과 향의 농도가 진할수록 초록색이 강했고 노란색과 붉은색이 약해졌다.

다. [탐구3] 건물의 유도등 관찰 적용 탐구

1) 문제인식

앞의 실험을 바탕으로 실제 유도등에 대입해 보기 위해 건물의 유도등을 관찰하고 적용해 보기로 하였다. 화재시에는 습도가 높고 가스가 많이 생기게 되기 때문에, 앞 탐구와 같이 물에 녹말과 흙을 섞어 실험해 보기로 하였다.

2) 가설

가) 유도등은 앞에 농도가 진한 물질이 있을 때 알아보기 어려울 것이다.

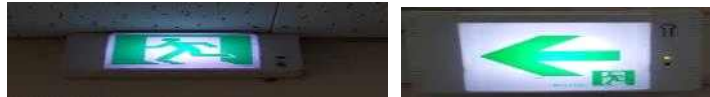
3) 방법

앞의 [탐구 1-2] 녹말 혼합물과 [탐구1-5] 흙 혼합물 실험을 동일하게 진행한다.

4) 결과

가) [탐구3-1] 실제 유도등 관찰하기

<그림 19> 피난구 유도등 <그림 20> 통로 유도등



- (1) 유도등은 흰색 바탕에 초록색으로 표시 되어 있다.
- (2) 백색등으로 되어 있다.
- (3) 화살표로 피난구의 방향을 표시한다.
- (4) 작동이 안되거나 불빛이 약한 유도등도 있었다.

나) [탐구3-2] 실제 유도등 화재 상황 적용

복도의 유도등	녹말 0.1g 일때	녹말 1g 일때	흙 0.1g일때

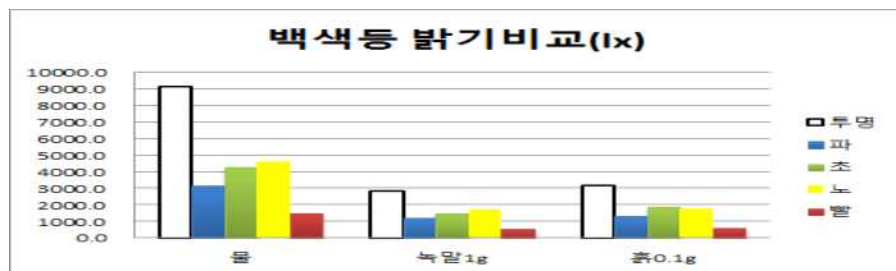
- (1) 실험을 하기 위해 녹말 최소 농도인 1g에서는 구별할 수가 없었다. 그래서 0.1g으로 실험을 하였는데, 선명하게 보이지는 않았다.
- (2) 흙의 최소 농도인 0.1g은 보이지 않아 구별할 수 없었다.
- (3) 초록색 유도등은 녹말에서는 푸른색빛에 가까워졌고 흙에서는 노란빛에 가까워졌다.

다) [탐구3-3] 백색등을 이용한 유도등 색깔 적용 탐구

- 문제인식: 실제 유도등은 모두 녹색이며 최소 혼합물 농도에서도 구별하기가 어려웠다. 문제를 해결하기 위해 유도등과 같은 백색등을 이용하여 색깔 변화를 알아보기로 하였다. 화재 시 수증기와 가스등 복잡한 가스가 섞인 경우이며, 앞의 손전등과 비교하기 위해 녹말 1g과 흙 0.1g을 이용하여 비교하였다.
- 가설: 백색등도 일반 노란빛의 손전등과 같은 결과가 나올 것이다.

조명색	투명	파	초	노	빨
물					
녹말1g					
흙0.1g					

종류	조명색	투명	파	초	노	빨
물	1회	9340	3270	4310	4690	1548
	2회	8940	3050	4150	4480	1358
	3회	9120	3340	4400	4650	1587
	평균	9133.3	3220.0	4286.7	4606.7	1497.7
녹말1g	1회	2800	1202	1578	1765	554
	2회	2910	1350	1480	1654	548
	3회	2820	1205	1520	1758	561
	평균	2843.3	1252.3	1526.0	1725.7	554.3
흙0.1g	1회	3160	1369	1909	1753	638
	2회	3180	1421	1952	1795	645
	3회	3080	1287	1849	1780	637
	평균	3140.0	1359.0	1903.3	1776.0	640.0



- (1) 이번에 실험한 백색등에서, 전에 해봤던 노란색 빛의 손전등에서보다 2배 이상 밝았다.
- (2) 맨눈으로 봤을 때 전체적으로 파랑색이 더 밝아 보였다. 밝기는 노란색 > 초록색 > 파란색 > 빨간색 순서로 파란색이 빨간색보다 강했다.
- (3) 녹말 1g에서는 순서는 같고 밝기만 낮아졌다.
- (4) 흙 0.1g에서는 초록색이 노란색보다 더 밝았다.
- (5) 전체적으로 색깔이 붉은색 외에는 모두 파랑색으로 보여 색깔이 구별되지 않았다.

7. 결 론

가. 가설 확인

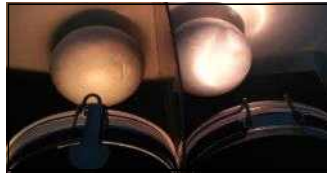
- 1) 물에 녹지 않는 물질을 통과 할 때 종류에 따라 빛이 달라 보임을 확인했다. 녹말과 흙은 물에 녹지 않았으며 시간이 지나면 분리 되었다. 그렇지만 흙의 일부는 물에 녹아 색을 변화시켰다. 농도가 높을수록 녹말은 붉은색이 약해지고 푸른색, 초록색이 강해졌다. 흙은 초록색이 약해지고 붉은색이 강해졌으며 푸른빛도 조금 높아졌다. 물에 녹는 우유와 커피는 붉은색이 강해졌다.
- 2) 통과 물질의 농도에 따라 빛이 달라 보임을 확인했다. 농도가 높아지므로 빛 밝기는 어두워 졌지만 물질의 농도에 따라 달라지는 정도가 달랐다. 흙의 경우, 조금만 들어가도 밝기가 가장 많이 줄었다. 농도가 진해질수록 우유는 초록색이 강했다가 붉은색이 강해지기도 했다. 물질이 없을 때 가장 강했던 투명빛이 농도가 진해질수록 색깔 빛과 비슷해졌다.
- 3) 녹지 않는 물질의 색은 관계가 없음을 확인했다. 흙은 붉은빛이 강하고 푸른빛도 조금 강했는데 물에 넣었을 때 모두 안녹은 것이 아니라 일부 물에 녹아 색을 변화 시켰다. 녹말과 흙의 입자색은 갈색과 흰색으로 색은 많이 달랐지만 강해지는 빛의 색은 동일하게 초록색, 푸른색으로 물질의 색과 관계없었다.
- 4) 입자가 크고 녹지 않는 물질을 이용하면 푸른 달을 만들 수 있음을 확인했다. 물에 녹지 않는 녹말과 흙은 푸른색 계열이 강해졌다.
- 5) 농도가 진할수록 붉은 달을 만들 수 있음을 일부 확인했다. 그렇지만, 농도가 진해지면 모두 붉은 색이 강해지는 것은 아니었다. 우유와 커피의 경우 붉은 계열이 강해졌지만 전분은 농도가 약할 때 붉은 빛이 강했다.
- 6) 흙의 통과 거리가 길어질수록 붉은 빛이 강해지는 것을 확인하였다. 통과 거리가 길어질수록 농도가 높아지는 실험결과와 동일하게 나옴을 확인하였다.
- 7) 향연기는 고체이므로 푸른빛이 더 밝음을 확인했다. 초록색 계열이 강해졌다.
- 8) 수증기는 붉은 빛이 더 밝음을 일부 확인했다. 수증기는 농도가 높아지면 점점 응결하여 입자가 커지기 시작하면서 녹지 않은 상태인 것처럼 변했기 때문에 원래대로 노란색과 초록색이 강해지고 밝기도 증가하기도 하였다.
- 9) 실제 건물의 유도등은 최소농도의 혼합물에도 구별이 되지 않음을 확인했다.
- 10) 백색등과 노란손전등은 결과가 같지 않음을 확인했다. 백색등은 파랑색 빛이 빨강색 빛보다 밝았다. 녹말에서는 백색등과 밝기 순서가 다르지 않았으며 노란손전등과도 일치했다. 흙에서는 푸른빛이 강해져 붉은색이 강한 노란손전등과 결과가 달랐다.

나. 알게 된 점

- 1) 크기가 커서 녹지 못하는 입자일수록 푸른 계열쪽이 많이 관찰되었다.
- 2) 흙을 제외하고 대부분 노란색 빛이 강했다.
- 3) 물에 잘 녹아 고르게 섞여 있는 입자는 붉은색 계열도 강했다.
- 4) 실제 건물의 유도등은 관리가 부족하였으며 장애물 구별이 되지 않았다.
- 5) 백색등은 노란빛을 내는 손전등과 색깔별 밝기 순서가 다르고 파랑색, 초록색 계열 빛이 더 밝았다.

다. 달의 색 변화 재현

녹말 1g 손전등 통과 빛▶



◀일반 손전등 빛

- 달의 색변화를 위해 일반 빛과 녹말로 농도가 다른 대기를 통과하는 모형을 재현해 보았다.

라. 생활 유도등 검토

‘유도등’이란 바람직한 보행, 피난 방향으로의 유도를 돕기 위해 상시 점등하고 있는 표지등을 말한다. 피난구 유도등, 통로 유도등, 객실 유도등 등이 있으며 항공기에게 유도로의 위치를 알리기 위하여 설치하는 등도 있다.

그래서 인명 피해로 이어질 수 있는 화재 시 피난 방향을 유도하는 경우와 안개가 심한 경우 뒷 차에 알리는 목적의 유도등에 대해 검토 해보았다.

1) 화재 상황 검토

사례	구성	분류	분석
화재	이 산 화 탄 소, 수증기 및 탄소산 화물, 재, 유독가스	기체와 고체(재)	<ul style="list-style-type: none"> • 노란색 등의 경우 화재 초기에는 습도가 높고 이산화탄소 등 기체의 양이 증가하여 붉은색 빛이 잘 보일 것이다. 유독가스와 화재가 진행될수록 고체가 포함되면 푸른빛 계열이 더 강해질 것이다. • 백색등인 경우 화재 발생시 초록색 또는 푸른색등이 더 잘 보일 것이다. • 주변에 다른 조명장치가 켜져 있다면 초록색 유도등을 구별하기 어려울 것이다.

- 화재 시 피난은 대부분 초기에 일어날 것이다. 평소에는 초록색빛으로 피난구를 유도하여도 통행 방향 인식에 문제가 없다. 그렇지만 화재와 같은 상황에서는 심리적 안정도 중요하지만, 경보의 색이기도 하며 더 잘 식별되는 붉은색 계열 유도등이 필요할 것으로 보인다.
- 백색등인 경우는 기존의 초록색, 파랑색 계열 유도등이 잘 보이기 때문에 사용하던 것을 유지해도 될 것으로 보인다.

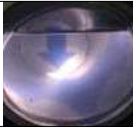

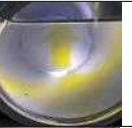









유도등 문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 밝기가 약하거나 관리 부족으로 작동이 되지 않는다 • 초록색은 보이나 피난구를 가리키는 화살표 및 내용을 구별할 수 없다. • 색깔이 모두 파란색 계열로 보이기 때문에 다른 조명이나 화재 불빛으로 구별하기 어려울수가 있다.
---------	--

<그림 21> 상가 건물 복도의 유도등



녹말 0.1g 일때	흙 0.1g일때

<화재시에도 활용할 수 있는 탈출구 유도등>

방향	농도	푸른색	초록색	노란색	붉은색	제안
화살표 방향 표시등	녹말 0.1g					백색등은 밝기는 파란 색 계열이 밝지만 구별 이 어렵기때문에 붉은 색 등도 함께 사용한다.
	녹말 1g					
색깔 방향 표시등	녹말 1g					화살표나 그림은 화재 시 구별이 어려우므로 색깔로 피난구 방향을 표시한다.

2) 미세먼지가 심각한 안개 상황 검토

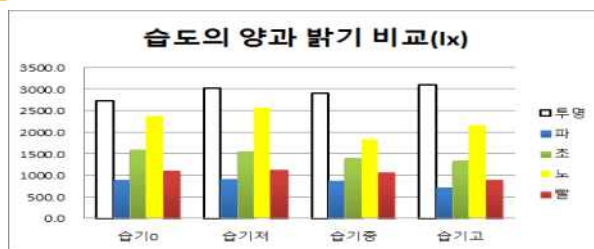
사례	구성	분류	분석
안개	수증기가 응결한 물 알갱이	물알갱이 액체	붉은색보다 노란색과 초록색 빛이 잘 보일 것이다.
미세먼지	황사, 먼지 고체 입자	녹지 않는 고체이지만 크 기가 작은 미세먼지	초록색, 푸른색 계열이 강할 것이다.

- 봄철 안개로 인한 고속도로 교통사고는 피해가 아주 크다. 안개의 경우 일반적으로 노란색의 안개등을 사용하고 있지만 요즘의 안개는 봄철과 가을철 미세먼지로 구성 성분이 많이 달라졌다. 안개가 심할 경우 가시거리가 15m정도 밖에 안되며, 이 때 미세먼지가 같이 있다면 햇빛과 비슷한 노란색색 등보다 초록색 계열의 등이 더 효과가 있을 것으로 보인다.
- 대기가 맑았던 과거와 달리 다양한 일기 상황에 따라 등의 색을 조절하는 것이 필요하다고 생각한다.

<그림 22> 공기 중 향연기 실험결과



<그림 23> 공기중 가습 비교



8. 앞으로의 과제 및 느낀 점

1) 장거리 확인 실험

- 실제 화재의 경우 긴 복도에서도 유도등을 알아볼 수 있어야 할 것이다.
- 고속도로에서는 거리에 따른 영향도 있을 것이다. 먼 거리에 따라 변화를 알아보고 비상구 등과 안개등에 직접 적용해 보고 싶다.

2) 화재상황 또는 안개 실제 상황

- 실험의 농도와 대기 중의 농도는 다를 수 있다. 큰 공간의 대기상황을 알아보는 탐구를 해 보고 싶다.

3) 느낀 점

푸른 달이 정말 뜰 수 있을까? 푸른 달이 있다면 아름다워 보일 것 같았다. 한번 꼭 보고도 싶었다. 그런데 이 탐구를 하면서 푸른 달은 대기의 질이 나쁠 경우 볼 수 있다는 것을 알게 되었다. 그럼 정말 영어 어원처럼 우울해질 일이 생기는 것이다. 그렇지만 이 탐구를 통해 빛은 상황에 따라 달라 보일 수도 있으며 심리 상태에 따라 달라질 수도 있다는 것을 알게 되었다. 이번 탐구에서는 색과 농도를 알아보며 대기를 모형화하여 블루문을 재현해 보았지만 앞으로는 실생활에 적용할 수 있도록 조명등의 거리와 대기 질에 따른 변화를 센서로 연결해 제작한 맞춤 조명에 대해 탐구 해 보고 싶다.

9. 참고 문헌

- [네이버 지식백과] 블루문 (시사상식사전, 박문각)
- <http://safetydesign.net/220192747390>
- 유도등은 왜 초록색일까? - 2011년 03월 04일 (금) 장덕수 webmaster
- 국토부 "안개로 인한 영종대교 106중 추돌사고, 더 이상은 없다"
- 안개 상습구간 도로교통 안전대책 마련-이영수 기자-미디어인천신문
- "가로등이 노란색인 이유가 있었네"...과학적 원리 화제 -2014-08-16
- 인천 영종대교 100중 추돌사고... 그 원인은?-15.02.11 -김태환(onkweather)