요 약 문

Ⅰ. 제목

창원 산업단지 악취 예보·관리제 기법 개발 및 운영 방안 수립

Ⅱ. 연구 목적 및 필요성

악취 민원이 빈발하고 있는 창원국가산업단지의 악취 민원을 해소시키기 위한 일환으로 2012년 하반기에 시행했던 악취예보제의 "예보의 질"을 향상시키고, 이를 효율적으로 운영할 수 있는 방안을 수립하고자 함.

Ⅲ. 연구 방법

1. 창원시 악취 배출원 및 기상 특성

창원 국가산업단지 내 공기희석관능법으로 측정을 실시한 업체 중 악취 희석배수가 50배 이상인 업체 54개를 선정하여 악취발생량(OU/sec)을 산정함. 산정한 악취발생량을 통해, 창원 국가산업단지에서 발생한 악취가 주거지역에 미치는 영향을 알아보기 위해 CALPUFF 모델을 수행함.

또한, 창원 기상측정소 관측자료를 이용하여 오염물질 이동경로에 가장 큰 영향을 주는 풍향■풍속 특성에 대하여 분석을 실시함.

2. 실시간 악취감시시스템 자료 분석

상남동, 대원동, 성산구청에 설치되어 있는 실시간 악취감시시스템의 측정자료(2012년4월1일 ~ 2013년3월31일)를 수집하여 다각도로 자료를 분석하여 악취예보제의 기본자료로 사용할 수 있는지? 어떻게 사용해야 되는지?에 대한 분석을 실시함.

3. 예보자료 분석

-영향인자별 악취 희석배수 분석

2012년에 시범 실시했던 악취예보제를 평가하고, 나아가서 좀 더 예측성능이 높은 예보시스템을 개발하기 위하여, 2012년 악취예보에 사용했던 기상청 기상예보자료를 획득하였음. 추가로 혼합고, 날씨, 강수유무 등의 자료를 추가함.

-통계분석

통계프로그램(SPSS 18)을 이용하여 각 영향인자의 악취도에 대한 영향정도를 파악하고 악취예보성능을 증가시키기 위해 다각도의 통계분석방법을 적용함.

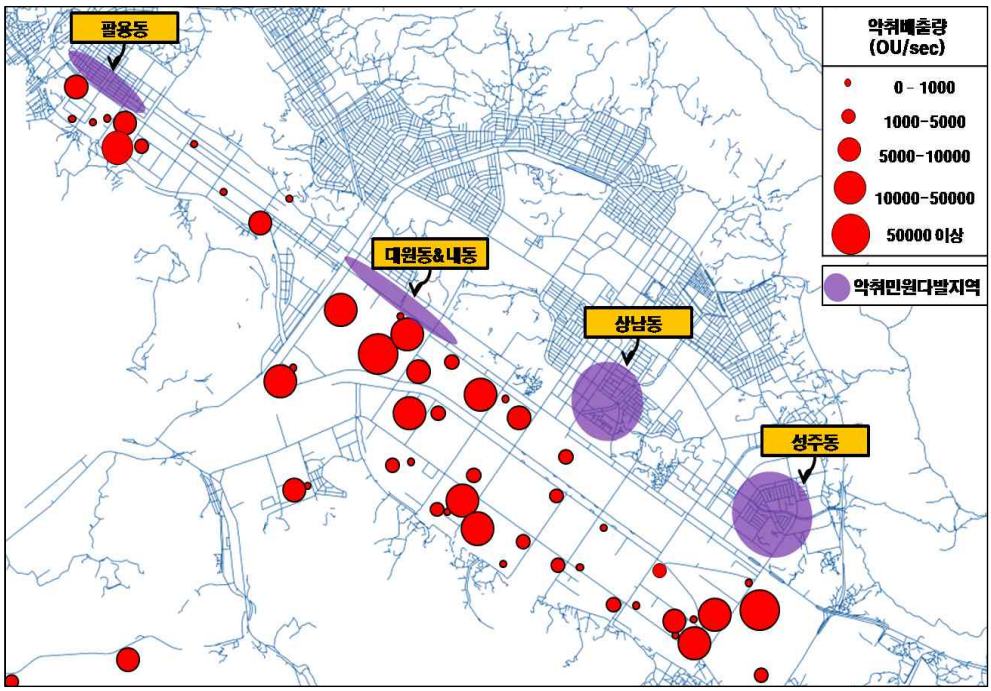
-악취 예보제 평가

새로 정립된 악취예보시스템과 기존의 악취예보시스템을 평가하여 악취예보성능을 비교 평가하였음.

Ⅳ. 연구 결과

1. 창원시 악취 배출원 및 기상 특성

악취배출량을 산정하여 주거지역에 미치는 영향을 살펴본 결과, 악취배출량이 높은 업체 주변에 악취 민원다발지역이 형성되는 것으로 나타남.

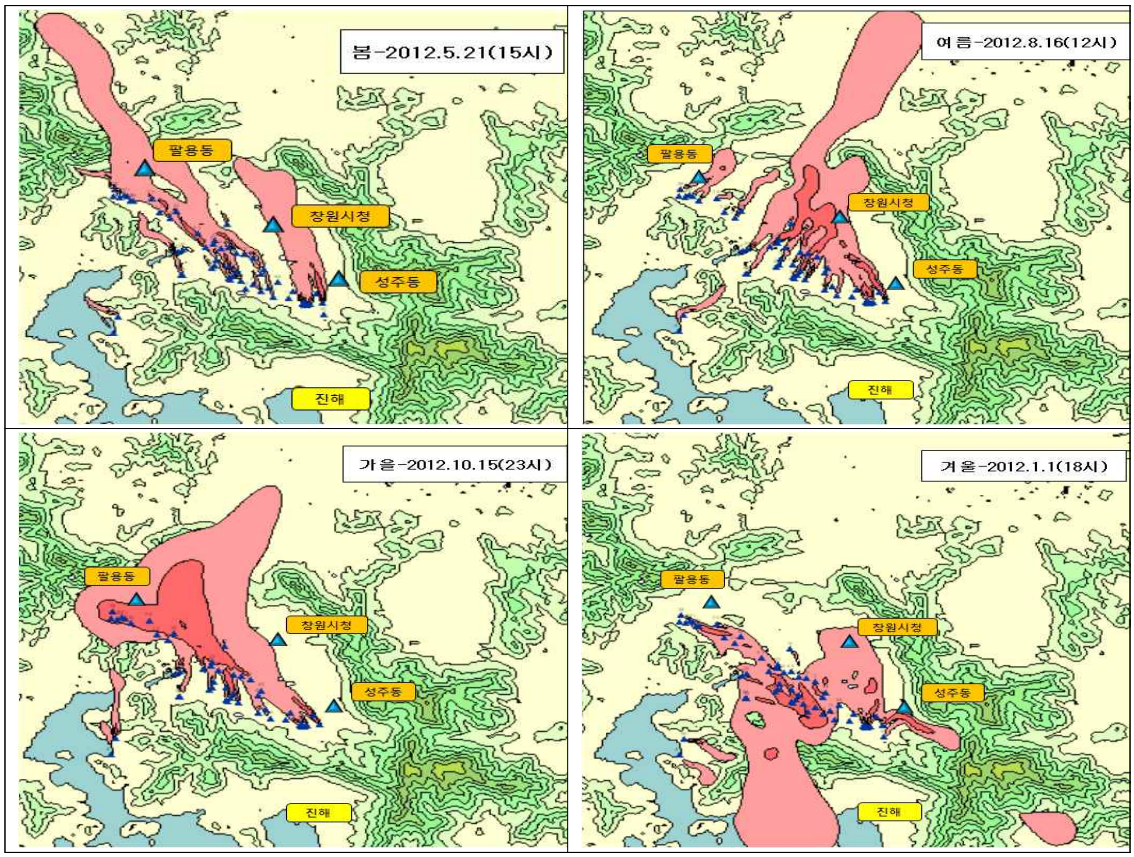


54개 업체의 악취발생량

<악취 희석배수 50배 이상 업체>

번호	산단	업체명	업종	냄새	배출량
1	성주	한국지엠 주식회사	자동차제조	페인트, 매캐함	64,584
2	성주	두산DST㈜	조립제품제조업	페인트	2,568
3	1단지	셰플러코리아(유)창원1공장	조립금속제품	매캐함	6,857
4	1단지	(주)효성 창원1공장	조립금속제품	암모니아	33,708
5	1단지	삼성공조	자동차부품제조	페인트, 신나	553
6	1단지	STX메탈㈜	조립금속제품	탄내, 매개함	1,890
7	1단지	(주)두산모트롤BG 창원공장	금속압형제품 제조시설	페인트, 신나	8,537
8	1단지	에스앤티중공업(주)	조립금속제품	페인트, 신나	2,275
9	1단지	현대위스코㈜	기계기구제조업	기름	333
10	1단지	삼우금속공업(주)	도금시설	페인트	12,384
11	2단지	삼성테크윈(주)제1공장	조립금속제품	매캐함	1,232
12	2단지	우림테크	도금업	화학약품	2,773
13	2단지	㈜상농전선 창원공장	절연코드세트 및 기타도체제조업	화학약품	3,798
14	2단지	㈜세아메탈	철강선제조업	화학약품	360
15	2단지	일진금속공업㈜	조립금속제품제조업	매캐함	500
16	2단지	신성델타테크㈜	자동차부품제조업	페인트	10,838
17	2단지	대원강업(주)창원공장	조립금속제품	탄내	21,348
18	2단지	효성굿스프링스	조립제품제조업	페인트	4,163
19	2단지	아신산업	도장업	매캐함	2,380
20	2단지	동양특수금속	조립금속제품제조업	화학약품	120
21	2단지	동양기전	조립제품제조	페인트, 기름	180
22	2단지	(주)태주	1차금속	암모니아	12,227
23	2단지	삼성발레오써멀시스템스㈜	조립제품제조업	타는냄새	59
24	2단지	미광금속㈜	금속제품제조	페인트	10,833
25	2단지	동환산업㈜	금속제품제조가공업	탄내	600
26	2단지	하이젠모터(주)	가공금속제품 제조	페인트	2,256
27	2단지	(주)성혈사 창원공장	조립금속제품	플라스틱 탄내	4,200
28	2단지	쌍용자동차창원공장	조립제품제조업	절삭유	3,996
29	2단지	STX엔진㈜제1사업장	조립제품제조업	타는냄새	850
30	2단지	대림자동차	조립제품제조업	절삭유	4,527
31	2단지	덴소풍성	자동차 부품	절삭유	375
32	2단지	에스앤티모터스(주)	조립금속제품제조업	페인트, 신나	18,595
33	삼동	현대로템(주)	가공금속	페인트	22,150
34	삼동	S&T중공업(주)기계사업본부 소재공장	1차금속	암모니아, 매캐함	70,265
35	삼동	두산건설(주)창원2공장	조립금속제품	페인트, 매캐함	14,753
36	삼동	두산인프라코어㈜창원3공장	조립금속제품	페인트	527
37	삼동	월드파워텍㈜	기타기계 및 장비제조업	페인트, 기름	358
38	삼동	(주)동원F&B창원공장	음식료품	생선 비린내	15,000
39	하구	㈜월드원	금속주조업	탄내	205
40	하구	현대 메티아(주)	조립금속제품	매캐함	5,230
41	하구	㈜알맨이	폐기물처리업	화학약품	302
42	귀곡	볼보그룹코리아(주)	조립금속제품	페인트	8,383
43	귀곡	두산중공업(주)	조립금속제품	페인트 및 기름	4,667
44	차룡	㈜대룡	조립제품제조업	매캐함	936
45	차룡	제이더블유㈜	기타가공공작기계제조업	페인트, 신나	3,508
46	차룡	몽고식품(주)	음식료품	간장, 짠내	7,937
47	차룡	대신금속(주)	조립금속제품제조	탄내, 페인트	347
48	차룡	동서식품(주)	음식료품	보리, 커피	5,767
49	차룡	(주)코텍	도금시설	탄내	770
50	차룡	㈜스타테크	고무및플라스틱제품제조업	매캐함	53
51	차룡	㈜화신케미칼	금속제품제조가공업	페인트, 신나	6,145
52	차룡	한국씨엠비	고무및플라스틱제품제조업	고무탄내	180
53	차룡	HWAIN TECH	도장 및 기타피막처리업	페인트	20,100
54	차룡	(주)동방주물	주물주조업	탄내	286

창원 국가산업단지에서 발생한 악취가 주거지역에 미치는 영향을 알아보기 위해 CALPUFF 모델을 수행한 결과, 사계절 중 봄, 여름, 가을에 인근 주거지역으로 악취의 영향이 미치는 것으로 나타남. 또한, 남풍 계열의 바람이 불 때, 인근 주거지역에 악취의 영향이 미치는 것으로 나타남.



2012년 계절별 CALPUFF 모델 결과

중앙동 계절별 풍향 분석결과, 봄은 북서풍과 남서풍, 여름에는 남서풍, 가을과 겨울에는 주로 북서풍이 많이 부는 것으로 나타남.

성산구청 계절별 풍향 분석결과, 봄에는 남동풍 및 남서풍, 여름에는 남동풍, 가을에는 북풍 및 남동풍, 겨울에는 주로 북서풍이 많이 부는 것으로 나타남.

2. 실시간 악취감시시스템 자료 분석 결과

-각 측정소 악취발생빈도

실시간 악취감시시스템은 2012년 9월 23일부터 측정 장비의 흡인속도를 2배로 증가시켰기 때문에 악취배수가 급격하게 증가하여, 9월 23일 이후 측정자료에서는 고농도 악취발생빈도가 급증함. 따라서 부득이하게 2012년 4월 1일부터 9월 22일까지의 자료만 통계분석에 이용할 수밖에 없었음.

-측정소별 바람■오염장미 분석에 의한 측정소 선정

대원동 측정소는 공단과 주거지역 경계에 위치해 있으나, 15층 아파트 옥상에 설치되어 있기 때문에 악취농도가 너무 낮게 감지되어 기상인자에 따른 악취농도 차이가 많이 나지 않아서 악취예보성능 향상을 위한 통계분석을 왜곡시킬 가능성이 높아 분석대상에서 제외시켰음.

반면, 상남동 측정소는 공단에 주거지역 쪽으로 1-2㎞ 정도 떨어진 지역에 위치해 있기 때문에 악취예보의 주목적인 공단으로부터 주거지역으로의 악취확산을 가장 잘 감지할 수 있을 것으로 판단함.

-시간대별 악취도 분석

시간대별 악취도 분석의 시간대는 00~06시, 06~12시, 12~18시, 18~24시로 하여 시간대에 발생한 악취도 자료 중 평균값을 선정하여 분석하였으나, 시간대별 평균 악취도가 너무 낮아 기상인자별 영향을 충분히 파악하기 어려울 것으로 판단되어 시간대별 최고악취도를 비교대상으로 결정함.

3. 통계분석 결과

영향인자별 악취배수를 분석한 결과, 혼합고, 풍속, 습도에 대해서는 선형경향이 나타났지만, 다른 영향인자에서는 일정한 경향이 나타나지 않음. 따라서 혼합고, 풍속, 습도에 대해서만 회귀식을 구했고, 나머지 인자에 대해서는 구간별 평균악취배수를 구하였음.

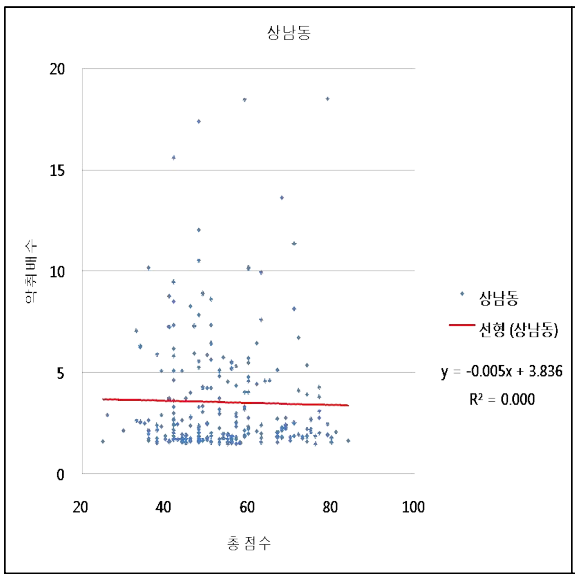
각 영향인자는 구간별 평균악취배수에 근거하여 가중치를 계산하고 10점 만점으로 환산하여 각 영향인자별 가중치를 표준화시킴. 또한 선형성을 띄는 풍속과 혼합고에 대해서는 회귀식에 근거하여 같은 방법으로 표준화시킴.

회귀식에 의한 배점(혼합고, 풍속, 습도) 및 구간별 배점(기온, 날씨, 강수유무, 풍향, 기압)을 산출하여 다중회귀분석을 실시하였으나, 모든 영향인자가 악취배수와 유의성이 없는 것으로 나타남. 따라서 회귀식에 의한 배점을 포기하고, 모든 영향인자를 구간별 평균악취배수를 구하여 단순회귀분석을 실시한 결과 강수유무, 날씨, 기압 인자는 유의성이 없는 것으로 나타났고, 다른 영향인자들은 유의성이 있는 것으로 나타남.

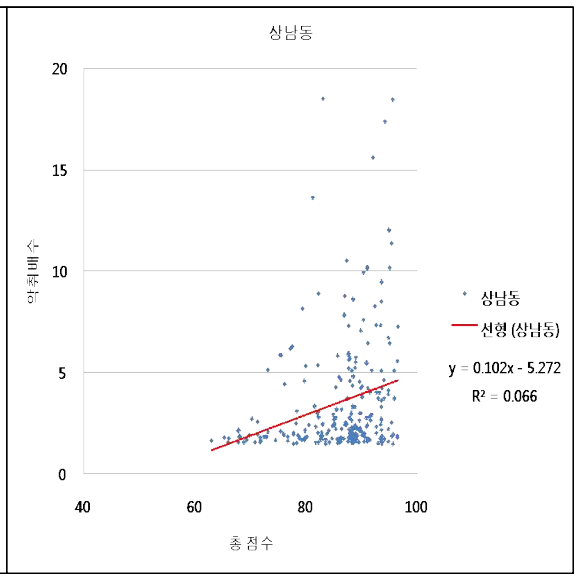
단순회귀분석을 통하여 유의성이 없는 강수유무, 날씨, 기압 인자는 제외시키고, 나머지 영향인자들에 대한 표준회귀계수를 바탕으로 각 영향인자별 가중치를 설정하여 새로운 악취예보식을 만들었음.

기존 악취예보시스템과 새로 개발된 악취예보시스템의 예측성능을 평가하기 위해 2012년 4월부터 9월까지의 기상예보자료와 상남동 측정소의 측정자료를 이용하여 각 예보시스템의 악취예보성능을 평가함.

아래 그림에서 볼 수 있듯이 기존의 악취예보시스템은 악취예보점수와 실시간 측정 악취농도가 역 상관관계를 보이고 있음. 가장 큰 이유는 창원기상대 풍향자료와 실시간 악취감시시스템의 풍향자료의 차이 때문인 것으로 판단됨. 자료분석 결과 7-8월을 제외하고는 풍향이 판이하게 다른 경우를 많이 보였음.
반면, 새로 개발된 악취예보시스템은 결정계수 값은 0.07로 아주 낮지만, 악취예보점수가 높을 때 악취농도가 많이 올라가는 순 상관관계를 보이고 있음.

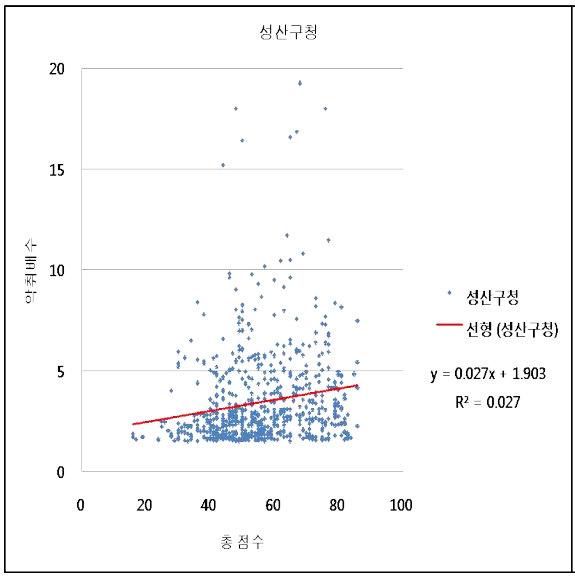


기존 악취 예보제

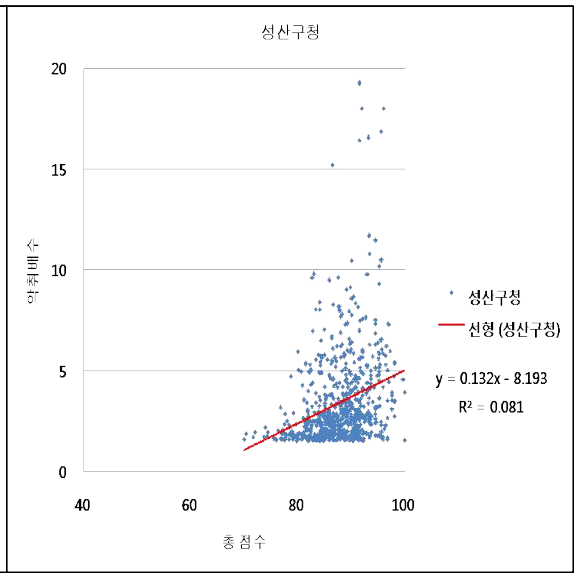


새로운 악취 예보제

성산구청의 악취예보시스템은 모두 순 상관관계를 보이고 있으나, 새로 개발된 악취예보시스템의 결정계수 값이 0.08로 기존의 악취예보시스템보다 예측성능이 다소 상향된 것으로 판단됨.



기존 악취 예보제



새로운 악취 예보제