



## 가스사고 발생 환경분석을 통한 사고발생 모형 고찰

\*허영택 · 이수경

서울산업대학교

(2010년 1월 6일 접수, 2010년 4월 28일 수정, 2010년 4월 28일 채택)

## Investigation of the Gas Accident Models through the Analysis Gas Accident Occurring Environment

\*Young-Taeg Hur · Su-Kyung Lee

Seoul National University of Technology

(Received 6. January. 2010, Revised 28. April. 2010, Accepted 28. April. 2010)

### 요 약

본 논문에서는 국내 가스사고의 발생 환경을 분석하여 가스사고의 재발을 방지하고자 1998년부터 2009년 6월까지 11년 6개월간의 가스사고를 유형별로 분석하였다. 가스사고는 감소하지 않고 지속적으로 발생하고 있고, 사고의 내용에서도 시기별, 날씨 등에 따라 가스사용형태가 변하고 있어 가스의 사용 환경과 가스사고는 밀접할 수밖에 없다. 가스사고는 가스사용이 많은 수도권과 특정 지자체에서 많이 발생하였고, 맑은 날 풍속이 낮고 습도가 중간정도 일 때 가장 발생가능성이 높은 것으로 나타났다. 또한, 가스사고 발생 형태의 모형을 관찰한 결과, 가스로 인한 누출, 화재나 폭발 사고의 경우도 날씨와 밀접한 관계가 있을 것으로 판단되는데 이를 날씨와도 연계하여 분석해보면 발생 가능한 전체 가스사고도 예측 가능할 것으로 판단된다.

**Abstract** - Analysis of gas accidents for 11.5 years, from 1998 to June, 2009, by types has been made in this study to prevent the recurrence of accidents through the analysis of gas accident occurring environment. Gas using environment and gas accidents are forced to be closely connected since the number of gas accidents has not only been decreased but occurred steadily and gas using types are changing by time period, weather, etc. in terms of accident contents. Gas accidents have been occurred more in capital areas with larger gas usage and specific local governments. The possibility of the gas accidents hit the highest when the weather is clear, the wind speed is low and the humidity is in the middle. In addition, leakage of gas, fire or explosion are also considered to be closely related with the weather as a result of model observance of gas accidents types. All the gas related possible accidents are also considered to be predictable if this result is to be analysed in association with the weather.

**Key words** : gas using environment, types of gas accidents, weather, gas accident model

### 1. 서 론

산업의 발달과 더불어 국내의 가스 산업도 양적인 팽창을 거듭해 오고 있으며 사용량 증가와 함께 가스로 인한 사고도 매년 지속적으로 발생하고 있다. 국내의 경우에는 아직도 이렇다 할 기술적 지원

및 관련 자료의 지원 부족으로 한번 겪었던 가스사고의 경험을 반복해서 겪고 있는 실정이다. 따라서 효율적인 가스사고의 예방과 관련 정책을 수립하기 위해서는 가스사고 발생의 특성을 파악하여 예방하는 노력이 더욱 중요해 지고 있다.

국내에서 연료가스로 사용 중인 액화석유가스(LPG)와 액화천연가스(LNG)의 사용량은 매년 증가하고 있으나 국내의 가스사고는 감소하지 않고

\*주저자:hyt@kgs.or.kr

지속적으로 발생하고 있고, 사고의 내용에서도 시기별, 날씨 등에 따라 가스사용형태가 변하고 있어 가스의 사용 환경과 가스사고는 밀접할 수 밖에 없다[1]. 따라서 가스의 사용에 따른 가스사고도 사용시기와 날씨 등에 크게 좌우될 수밖에 없을 것이다.

현재, 기상청의 경우도 날씨변화에 따른 다양한 예보시스템을 갖추고 생활과 밀접한 기상정보를 지수화하여 일반 국민들에게 제공하고 있다. 산불 위험지수, 식중독지수, 불쾌지수, 자외선지수, 대기 오염기상지수, 황사영향지수 및 보건지수 등의 제공이 그 예이다[2]. 따라서 과거의 가스사고 발생 특성의 분석과 활용은 가스사고 예방의 중요한 기초자료로 사용될 수 있다.

본 연구에서는 기상청의 일기와 관련된 각종 생활정보를 예보하듯 가스사고를 지역별, 계절별뿐만 아니라 일기 유형별 등으로 가스사고의 발생 환경을 분석하여 사고발생 환경을 통해 가스사고의 재발을 방지할 수 있는 방안을 고찰하고자 한다.

## II. 사고발생 환경 분석방법

가스사고의 발생 환경을 분석하기 위하여 가스사고의 발생시기, 사고내용 등의 자료가 필수적이므로 가스사고 발생에 대한 자료는 한국가스안전공사의 자료를 활용하였다.[3] 1998년부터 2009년6월까지 11년 6개월간의 가스사고는 총 2,742건이 발생하였다. 이중 가스를 이용한 고의사고가 555건으로 이는 인위적 요인이 많으므로 통계분석에서 배제를 하여 총 2,187건에 대한 가스사고 통계[3]를 지역별, 계절별, 요일별, 날씨별 등으로 구분하여 가스사고발생일의 주변 환경을 분석하였다. 지역별 가스사고 발생 현황은 전국 232개 지자체별로 사고정도를 지도상에 나타내었고, 온도, 상대습도, 풍속, 강우량 등의 모든 기상자료는 기상청자료를 활용하였고 이를 각 사고와 연계시켜 각각의 기상조건에 따른 사고 발생 모형을 고찰하였다.

## III. 사고발생 환경변수 영향

### 3.1. 지역별

11년 6개월간 2,187건의 가스사고는 서울, 인천, 경기 등 수도권 지역이 947건으로 전체 가스사고의 43.3%를 차지하고 있다. 전국적인 분포형태를 보면 Fig. 1과 같다. 이 중 서울이 448건으로 가장 많았고 제주가 37건으로 가장 작았다. 이는 가스의 보급과 가스사용 가구 수에 크게 기인한다고 볼 수 있다. 기초자치 단체별로는 여수(40건), 청주(39건), 전주

(37건), 강남구(36건), 수원(36건) 등에서 많이 발생하였다.

### 3.2. 월별 및 요일별

월별 가스사고 통계를 보면 특정 월에 치우치지 않고 골고루 발생하고 있음을 알 수 있었다. 이는 가스의 사용이 계절적 요인뿐만 아니라 사용형태의 다양화에 기인한 것으로 판단된다. 요일별로는 일요일과 수요일이 상대적으로 가스사고발생이 낮은 것으로 나타났다. 그 발생의 모형을 보면 Fig. 2와 3에서와 같이 월별 가스사고 통계는 특정 월별에 치우치지 않고 골고루 발생하고 있음을 알 수 있다. 이는 가스사용이 계절적인 요인뿐만 아니라 사용형태의 다양화에 기인한 것으로 판단된다. 그러나 요일별 가스사고 통계는 일요일과 수요일을 제외한 요일에서는 비슷하였으나, 일요일과 수요일은 상대적으로 가스사고발생이 낮은 것으로 나타났는데 그 원인에 대해서는 지속적인 연구가 필요하다.

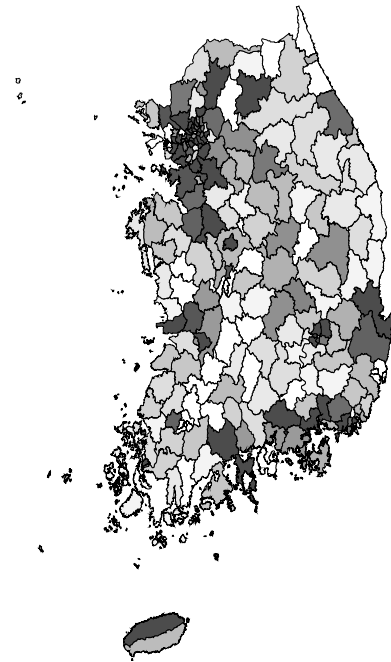


Fig. 1. Gas accidents by region.

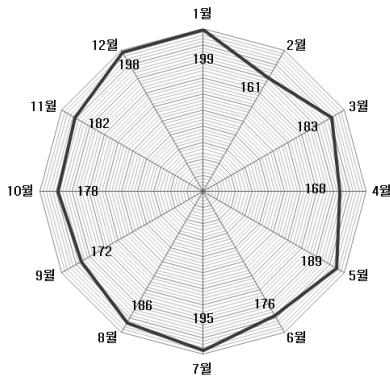


Fig. 2. Gas accidents by each month.

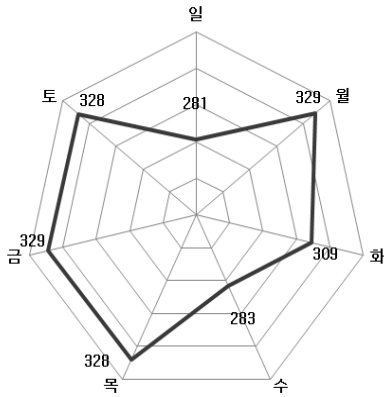


Fig. 3. Gas accidents by day of the week.

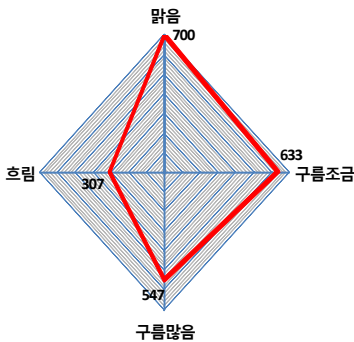


Fig. 4. Gas accidents by weather.

### 3.3. 날씨별

일반적으로 가스의 유동과 사용에 영향을 주는 기상인자는 강우량, 바람, 상대습도, 온도 등이다. 특히 일산화탄소(CO)중독이나 질식사고의 경우는 기상 요건에 더욱 더 민감할 것이며[4] 강우량은 가연물의 연료 습도를 좌우하는 직접적인 요인이고, 풍속은 연소속도를 좌우하며 풍향은 연소방향을 좌우한다. 또한 습도는 가연물의 건조도와 연소진행 속도에 영향을 미친다. 온도는 연료의 건조도 및 기류 형성의 원인이 된다.

운량에 따른 날씨의 형태는 기상청에서 Table 1에서와 같이 운량 정도에 따라 맑음, 구름조금, 구름 많음, 흐림으로 구분하여 관리하고 있다. 날씨별 가스사고는 Fig. 4와 같이 구름이 많고 흐린 날 보다는 구름이 적고 맑은 날에 전체사고의 61%가 발생하였다. 이는 맑은 날에 가스의 사용량이 많은 것과 관련이 깊다.

### 3.4. 강우량별

강우량은 가연물의 연료 습도를 좌우하는 직접적인 요인이므로 가스의 유동이나 및 점화에 영향을 미칠 것이다.

강우량 측면에서 가스사고를 살펴보면, Fig. 5와 같이 비오는 날 보다는 강우량이 없는 날에 1,575건으로 전체 사고의 72%를 차지하고 있어 가스사고는 강우량이 있는 날보다는 강우량이 없는 날에 주로 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

Table 1. Weather grouping by cloudiness.

날씨	운량
맑음	0~2
구름조금	3~5
구름많음	6~8
흐림	9~10이상

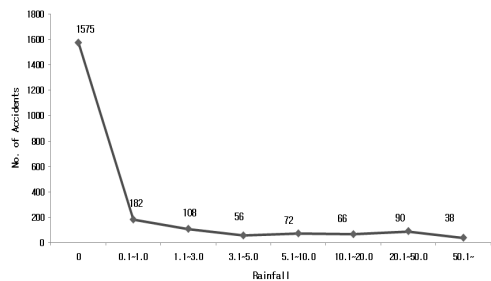


Fig. 5. Gas accidents by rainfall.

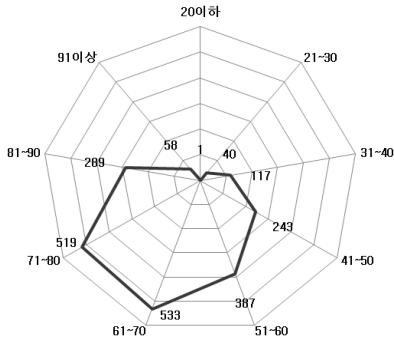


Fig. 6. Gas accidents by relative humidity.

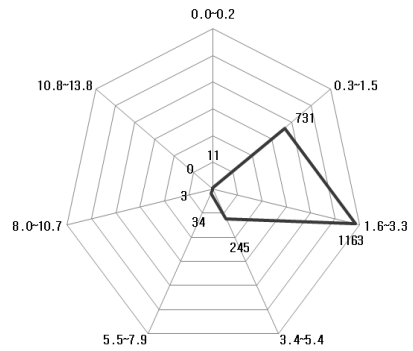


Fig. 8. Gas accidents by wind speed.

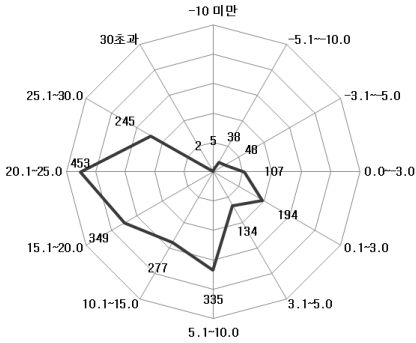


Fig. 7. Gas accidents by temperature.

### 3.5. 상대습도별

기온과 상대습도의 일변화를 보면 기온은 낮에 높고 밤에 낮다. 따라서 낮에는 기온이 높아 포화수증기량이 크므로 상대습도가 낮고, 밤이나 새벽에는 기온이 낮아 반대로 포화수증기량이 작아서 습도가 높다

가스사고를 상대습도 측면에서 보면 Fig. 6과 같이 상대습도가 51%~80% 범위에서 1,439건이 발생하였다. 이중 61%~70% 범위에서 가장 많이 발생하였는데 건조한 날씨보다는 약간의 습도가 있는 경우에 가스사고 발생 가능성이 높다는 것을 알 수 있다. 이는 습도가 일정 이상일 경우 풍속이 대체적으로 낮아 가스사고로 이어질 수 있는 가스의 누출과 유동에 관계가 있는 것으로 판단된다. 습도가 80%이상인 경우는 대부분 운량이 많아 강우가 내리는 경우가 많으므로 이에 따른 가스사용량의 감소가 원인이 될 수 있다.

### 3.6. 온도별

온도 또한 가스의 건조도 및 기류 형성의 원인이 되므로 가스사고 발생 현상의 중요한 요소로 판단 된다.

가스사고 발생 형태를 온도별로 보면 영하의 추운 날씨보다는 Fig. 7과 같이 영상 10°C~20°C 범위 내에서 주로 발생하였다.

특히, 20°C~25°C에서 가장 많이 발생하였는데 이는 가스사용자의 활동성과 기온의 변화에 따른 환절기 및 가스사용형태의 변화로 부주의에 의한 사고가 주로 발생하는 것으로 판단된다.

### 3.7. 풍속별

가스의 유동은 바람의 영향에 밀접할 수 밖에 없다. 풍속에 따른 가스사고 발생 현상을 살펴보면 바람이 없는 고요한 단계(0~0.2m/s)에서는 사고 발생사례가 없고 Fig. 8과 같이 주로 풍속이 0.3m/s 이상 3.3m/s범위에서 발생하였다. 이중 1.6m/sec 이상 3.3m/s에서 가장 많이 발생하였다. 풍속이 클 경우 습도가 낮으므로 습도가 61%~70% 범위에서 가스사고가 많이 발생하는 것과 관계된다고 할 수 있다.

풍속연구에 보편적으로 사용되는 보퍼트 풍력계급(Beaufort wind force scale)[5]에 따르면 가스사고가 실바람이나 남실바람에서 주로 발생하였다. 이는 풍속이 작을 경우 역시 가스의 유동이 작아 가스가 체류할 가능성이 높아 사고의 발생 가능성도 훨씬 높은 것으로 판단된다.

## IV. 사고형태와 기상조건의 모형

가스사고의 발생형태를 크게 폭발화재, 누출과열, 중독질식으로 구분하여 기상조건에 따른 각각의

가스사고 발생 환경분석을 통한 사고발생 모형 고찰

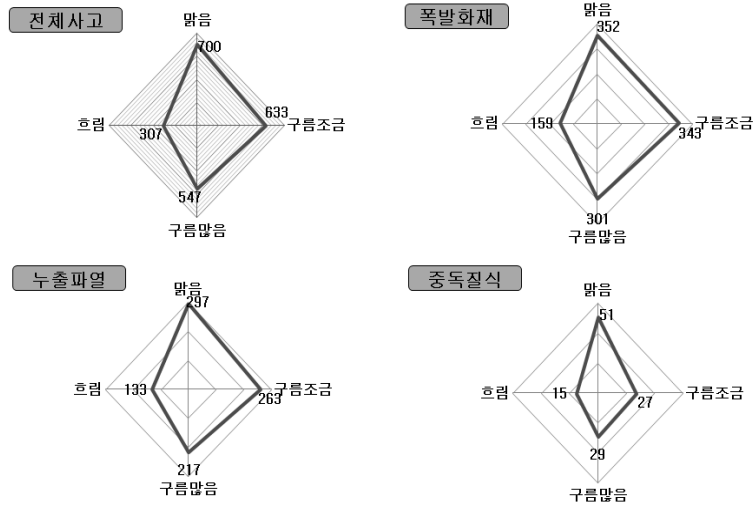


Fig. 9. Comparison of generated models for gas accident type with weather.

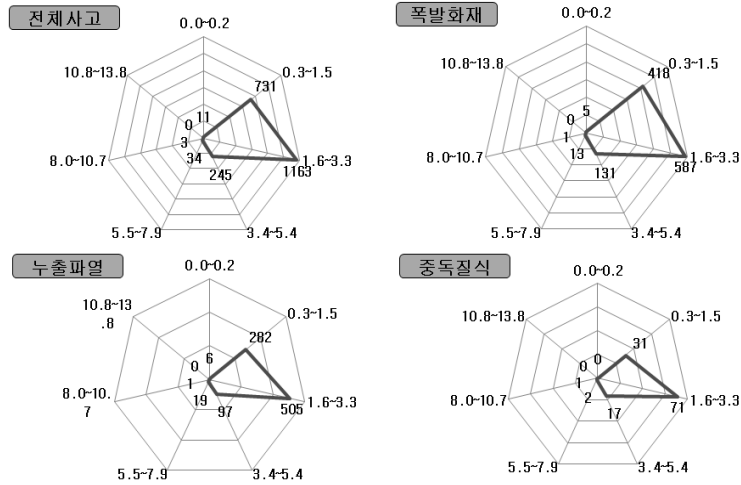


Fig. 10. Comparison of generated models for gas accidents type with wind speed.

사고형태의 영향을 분석하였다.

Fig. 9와 Fig. 10에서와 같이 날씨와 풍속에 따른 가스사고의 모형을 비교해 보면 전체 가스사고 발생 모형과 폭발화재, 누출파열 및 중독질식 모형이 유사한 것으로 나타났다. 날씨 조건은 사고의 형태에는 크게 민감하지 않음을 알 수 있다,

상대습도와 온도에 의한 모형의 비교분석 결과 전체 가스사고의 발생 모형과 폭발화재, 누출파열은 유사하나 중독질식의 경우는 다소 차이가 있다.

Fig. 11과 Fig. 12에서와 같이 중독질식 사고의 경우는 폭발화재나 누출파열과 달리 일산화탄소(CO)중독 등에 의한 사고형태로 다소차이가 많음

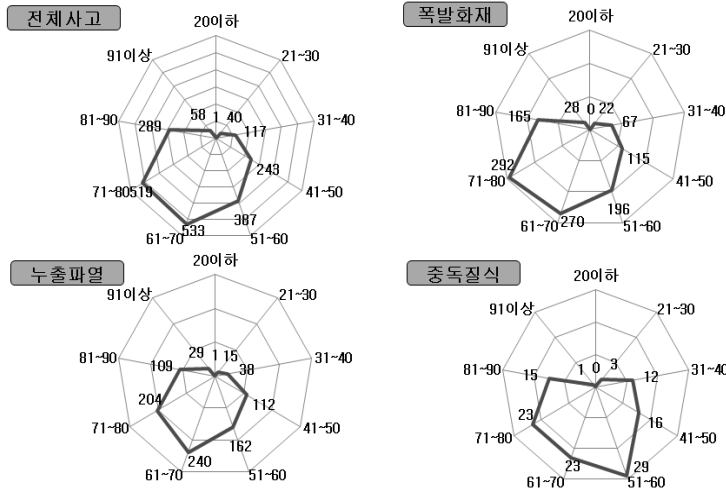


Fig. 11. Comparison of generated models for gas accidents type with relative humidity.

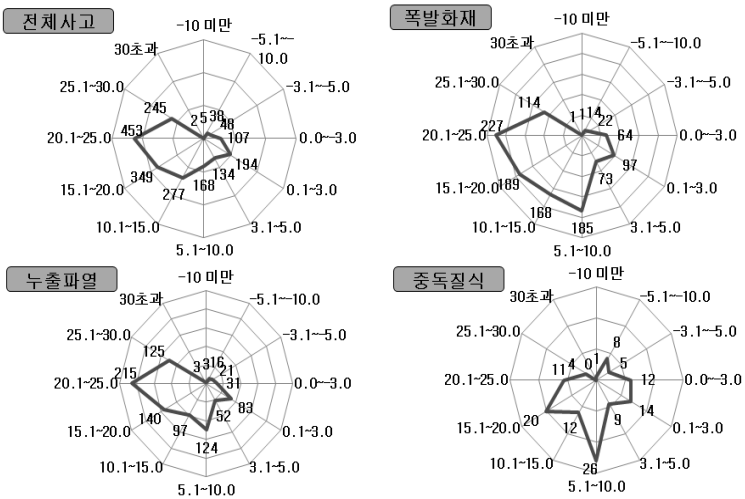


Fig. 12. Comparison of generated models for gas accidents type with temperature.

을 알 수 있다.

중독질식의 경우 대부분 가스보일러의 사용에 따른 일산화탄소 중독사고로 일반 연료용 가스의 누출과 폭발에 따른 사고의 모형과 다른 것으로 나타났다. 이는 가스보일러의 사용의 경우 온도에 가장 민감한 것이기 때문일 것이다.

따라서 모형을 분석할 경우 중독질식에 대한 사

항은 별도로 구분하여 분석하여야 할 것으로 판단된다. 중독질식의 경우 총 122건으로 전체 가스사고의 5.6%에 해당하여 그 영향이 미약하다고 할 수 있다. 따라서 가스사고를 예측함에 있어 폭발화재, 누출파열 및 중독질식 등으로 구분하지 않고 전체 사고의 모형으로 가스사고를 분석 예측하여도 될 것이다.

## V. 결 론

본 연구에서는 국내 가스사고의 발생 환경을 분석하여 가스사고의 재발을 방지하고자 1998년부터 2009년 6월까지 11년 6개월간의 가스사고를 유형별로 분석하였다.

그 결과 가스사고가 가스의 사용량이 많은 수도권과 서울 강남구, 여수, 수원 등 특정 지자체에서 많이 발생하였고, 운량이 적은 맑은 날과 풍속이 1.6m/sec 이상 3.3m/s 되는 구간에서 많이 발생하였으며 습도의 경우 61%~70% 범위에서 가장 발생 가능성이 높은 것으로 나타났다.

이를 일기 예보의 시스템과 연계해보면 가스사고 발생 가능 확률도 어느 정도 예상 할 수 있을 것으로 본다. 즉, 여기서 분석한 모든 기상상황은 기상청에서 예보 가능한 자료임을 감안할 때 가스사고의 발생 가능성도 사전에 지역별로도 예측이 가능할 것이다.

또한, 가스사고 발생 형태의 모형을 관찰한 결과, 가스로 인한 누출, 화재나 폭발 사고의 경우도 날씨와 밀접한 관계가 있을 것으로 판단되는데 이를 날씨와도 연계하여 분석해보면 발생 가능한 전체 가스사고도 어느 정도 예측가능하리라 사료되고, 가스기술기준의 분류와 시스템[6]과 연계하여 가스사고 예측을 위한 가스기술기준의 설정과 관련 CODE의 제정을 통해 더욱 체계적으로 활용 가능할 수 있을 것이다.

아울러 통계분석을 통한 예측 프로그램 등을 활

용하여 기상조건에 따른 가스사고 예측시스템을 구현하여 적용하면 사고발생 가능성에 따라 가스사고의 재발방지를 위한 검사, 점검 및 홍보활동에 적극 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 한국가스안전공사, “고압가스통계”, (2009)
- [2] 김선영, 이병두, 이시영, 정주상, “산불통계자료를 이용한 산불위험지수 고찰”, 한국농림기상학회지, 제7권 제4호, (2005)
- [3] 한국가스안전공사, “가스사고연감”, 한국가스안전공사 사고점검처 (2009)
- [4] 허영택, “날씨와 연계한 일산화탄소(CO) 중독 사고의 예측가능성”, 가스안전지, 통권 제216호, 24~28, (2006)
- [5] Dong-II Seol, “Climatological Characteristics of Monthly Wind Distribution in a Greater Coasting Area of Korea”, *J. of the Korean Society of Marine Environment & Safety* 12(3), 185~192, (2006)
- [6] Young-Taeg Hur, Ha-Kyung Lim, Su-Kyung Lee, “The Reformation of Gas Technical Standards System”, *KIGAS* Vol.12, No.3, September, 20-23, (2008)