

1. 경기도 남양주시 암모니아 누출사고

- ▶ 환경부 사고대응기관 설립이후 발생한 최초 대규모 인명사고로 환경청, 화학물질안전원, 방재센터의 유기적 협업으로 대응·수습
- ▶ 암모니아의 폭발로 인한 인명피해가 사망 1명, 부상 3명으로 암모니아가스의 위험성을 확인·인식



1. 사업장 현황

〈 사업장 개요 〉

- 아이스크림, 유제품, 발효유 등을 생산하는 업체로 연간 6,500만 box 생산하고 약 850명 직원 상주 근무
- 주요 취급화학물질은 가성소다, 질산, 과산화수소, 암모니아 등으로 생산공정 세척용과 냉매로 사용

☑ 일반현황

- 사업장명 : (주)빙그레 도농공장(경기도 남양주시 도농동 344-3)
- 설립연도 : 1967년 9월
- 주요업종 : 아이스크림, 유제품, 발효유
- 생산능력 : 6,500만 BOX/년(아이스크림 3,700만, 유음료 2,800만)
- 직 원 수 : 상주인원 약 850명(별도 낙농가 237개, 협력업체 약 400개소)

☑ 화학물질 취급현황

- 식품생산공정 세척용 유독물* 취급량은 557톤/년이며, 암모니아의 연간 취급량은 3톤으로 냉장시설 냉매용으로 사용
 - * 가성소다, 질산, 과산화수소로 5개 저장시설로 용량은 22m³
- 냉동제조시설 총 67개 시설 중 43개 시설에서 암모니아 냉매로 사용하고, 나머지(24개)는 프레온 가스를 사용

2014년 중대사고 사례집

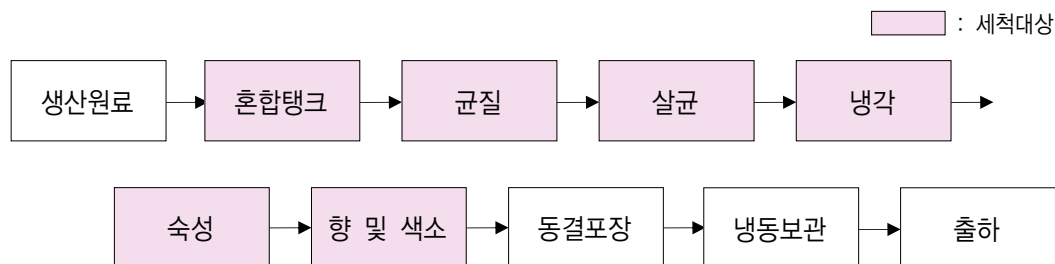
[화학물질 취급현황]

(1공장 / 2공장)

구분	물질명	농도 (%)	성상	저장용량 (m³)	용도	취급량 (톤/년)	저장시설 개수
유독물	가성 소다	50	액상	9 / 5	식품 생산공정 세척용	242 / 163	3 / 1
	질산	60	액상	2.2 / 0	식품 생산공정 세척용	89 / 43	1
	과산화수소	23	액상	0 / 0	식품 생산공정 세척용	19 / 1.3	0 / 0
소계				21.5 / 5	-	350/207	5
고압가스	암모니아	100	액상	6 / 12	산업용 냉매	0.2 / 2.8	1 / 2
소계				6 / 12	-	350 / 207	3

☑ 화학물질취급 주요공정

- 생산제조 공정 중 동결포장 및 냉동보관 과정에서 암모니아, 프로온 가스를 냉매로 사용
- 또한 원료혼합, 균질, 살균, 냉각, 숙성 공정과정에서 약액 세척작업 수행으로 유독물 0.8~2.5% 농도로 사용



[생산제조 공정 흐름도]

2. 사고 내용

◆ (주)빙그레 2공장에서 급속동결실 내 쿨러의 프로펠러 파손으로 암모니아 배관에 파편이 튀어 폭발과 함께 가스 1.5톤 누출된 사고

☑ 사고개요

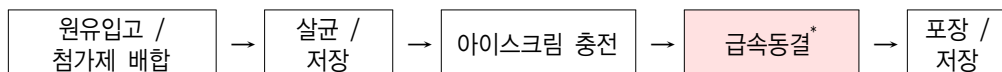
- (사고일시) 2014. 2. 13(목) 13:00
- (사고장소) 경기도 남양주시 도농동 344-3 (주)빙그레 도농2공장
- (사고내용) 암모니아 가스(냉매제로 사용) 누출 확인과정에서 폭발이 발생하면서 암모니아 배관이 파손되어 가스 1.5톤 누출(악취 발생)
- (피해현황) 인명피해 4명(1명 사망, 3명 부상)

☑ 사고발생 공정

- 아이스크림 제조공정 중 급속동결과정에서 발생

〈 제조공정 〉

① 원유가 입고되면 첨가제 배합 후 살균·저장 → ② 아이스크림 형틀에 반제품을 충전하여 컨베이어를 통해 급속동결실(-30℃)로 이송 → ③ 급속동결 후 포장실에서 포장 후 냉동창고에 보관



* 급속동결 : 냉동기계실에서 냉매인 암모니아를 압축·응축한 후 배관을 통해 급속동결실에 설치된 증발기(유니트쿨러, 설계온도 -47℃)에서 초저온 공기를 송풍하여 급속동결실 온도를 낮추는 공정

☑ 사고발생 과정

- 09:20 작업과정 중 근로자가 암모니아 냄새를 인지하고 대피
- 09:40 생산팀장에게 보고
- 10:30 냉매 밸브를 잠그고, 암모니아 리시버 탱크로 공정 내 암모니아를 회수하고 급속동결실 내 누출부위 찾는 작업 수행
 - ※ 폭발사고 발생 전까지 약 2시간 동안 환경안전팀 직원 등 3~5명이 외부 회색작업(물 살수)을 계속 실시함
- 13:00 급속동결실에서 폭발이 발생하여 내부벽체와 기둥이 붕괴되었고, 냉동창고·출하장 및 생산실 내장재 일부가 파손

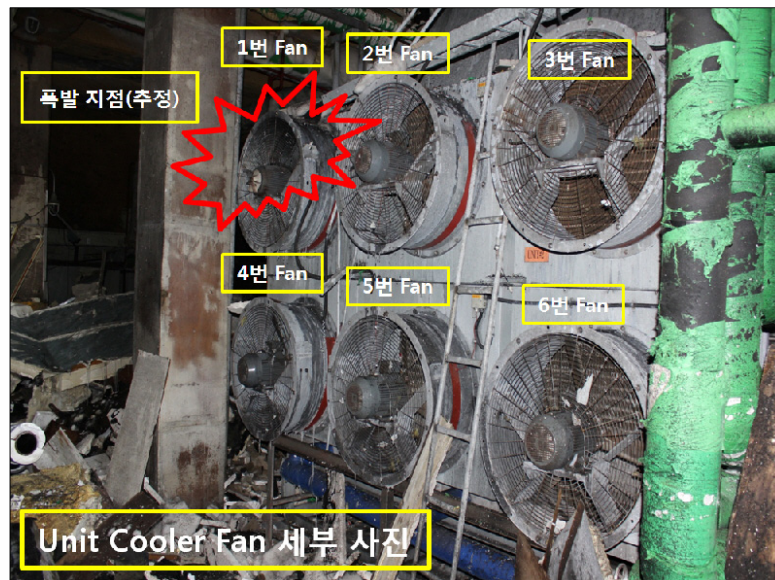
[현장사진]



☑ 사고원인

- 유니트쿨러 코일 부분에 생긴 핀홀에서 암모니아가 누출되어 폭발분위기 형성
 - 09:00 핀홀에서 4시간 동안 암모니아가 누출되어 급속동결실 내부가 폭발하한인 15%를 초과하여 폭발분위기 형성
 - ※ 유니트쿨러와 인접한 냉매배관 보온을 위해 설치한 녹색비닐 테이프에 화염 흔적이 있는 것으로 볼 때 폭발 지점으로 추정
 - ※ 급속동결실 300m³에 암모니아가 폭발하한(15%)이 되기 위한 누출량은 34.1kg
- 전기 기계·기구 또는 기계적 마찰 스파크가 점화원으로 작용(추정)
 - 유니트쿨러의 비방폭 전기구동 팬 모터, 온도센서, 인터록 등 센서류 또는 기계적 마찰 스파크가 점화원으로 작용

[사고발생 지점]

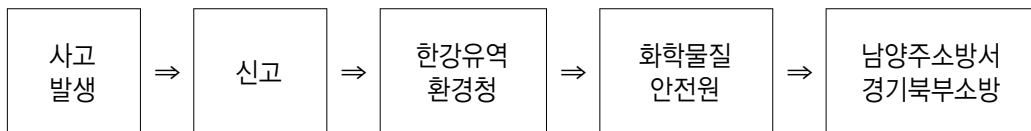


3. 사고 현장대응

- ◆ 사고접수 즉시 한강청 현장출동, 안전원 현장지원, 지자체의 주민통행자제 방송, 누출부위 봉쇄 등 신속한 현장대응 수행

☑ 사고접수 · 전파

- 2014. 2. 13(목) 13:15 빙그레 직원이 한강유역환경청으로 최초 사고 신고 후 환경부, 화학물질안전원, 소방 등 전파



- 한강유역환경청, 화학물질안전원, 남양주소방서, 경기북부소방 재난본부 특수대응단 등 대응기관 사고현장 출동

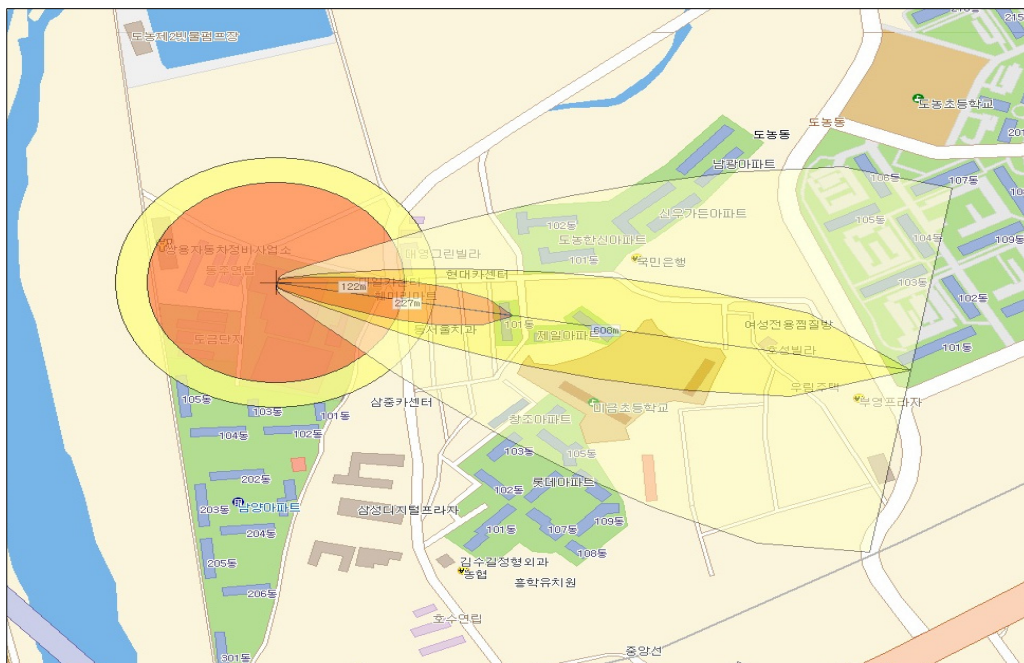
☑ 응급조치

- (남양주시) 사고인근지역에 대해 주민통행 자제 안내방송 실시
- (소방) 암모니아 배관 파손부위 인접밸브 차단
- (한강유역환경청)
 - 사고전파 및 현장출동
 - 사고탱크 시설 2차 붕괴 방지를 위한 사고원점 안전진단
 - 사고 주변지역 암모니아 농도 측정
 - 유관기관대책회의 개최 및 주관

● (화학물질안전원)

- 사고상황 접수·전파, 시간별 현장상황확인·전파
 - 암모니아 물리화학적특성, 방제정보 등 대응정보 제공 및 CARIS 피해확산 평가 정보 제공
 - 사고지역 오염도 측정지점 선정·제공(반경 300m, 10개 지점)
 - 사고주변지역 암모니아 오염도 조사 수행
- ※ 남양아파트, 도농고등학교 등 반경 300m 내 10개 지점, 5일간 측정하였고, 사고당일 불검출부터 최대 24ppm까지 측정(참고 1)

[CARIS 피해확산 평가]



2014년 중대사고 사례집

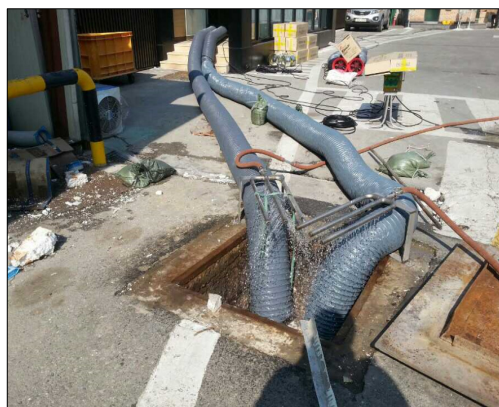
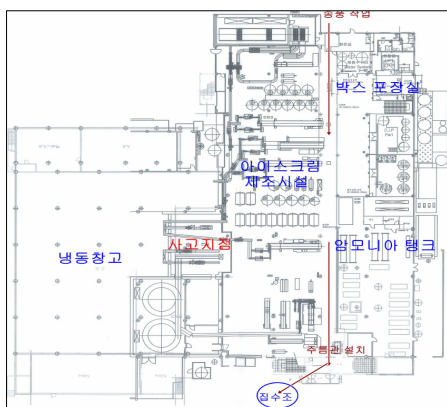
☑ 방제조치

- 유관기관 대책회의를 실시하고 그 결과에 따라 송풍기를 이용하여 외부로 암모니아가스를 강제배기 및 물 스프레이로 대기확산 방지
 - 암모니아를 흡수한 방제수는 폐수처리장으로 이송하여 처리

〈 유관기관 대책회의 〉

- (시간 및 장소) 09:00~09:50, 빙그레 도농2공장
- (참석기관) 한강유역환경청, 화학물질안전원, 남양주시, 남양주 경찰서·소방서, 가스안전공사, 안전보건공단, 7군단, 빙그레 관계자 등 50여명
- (논의결과)
 1. 사고현장 내부 오염도 측정 및 가스누출진단
 2. 건축물 안전진단 실시
 3. 장비를 사용하여 외부로 가스를 빼내면서 물 스프레이 살포
 4. 살포된 물에 녹은 암모니아는 1공장 폐수처리장으로 이송·처리

[방제작업 지점 및 사진]



4. 주민 피해 및 조치

- ◆ 주민 피해현황 조사 및 주민피해상담센터·진료소 운영을 통하여 영업 및 인체 피해주민에 대한 보상 실시

☑ 주민거주현황

- 사고 영향 예상지역* 내에 15,367명(남 7,644명 / 여 7,723명) 거주

* 사고대응정보시스템 위험성평가결과에 따른 반경 600m

(단위: 명)

연령	소계	남	여	연령	소계	남	여
총계	15,367	7,644	7,723	—	—	—	—
0~9	1,582	790	792	50~59	2,413	1,188	1,225
10~19	1,828	921	907	60~69	1,148	575	573
10~29	2,099	1,078	1,021	70~79	623	256	367
30~39	2,718	1,386	1,332	80~	225	65	160
40~49	2,731	1,385	1,346	—	—	—	—

☑ 피해현황

- 지역주민 등 총 455명이 진료(2.14~2.21)를 받았으며, 그 외 개별 검진 및 단순 건강피해 접수 주민은 105명

※ 혈압측정, 흉부방사선 검사, 전문의 진찰, 폐활량 및 혈액검사 등

- 피해증상은 두통> 가슴 답답함> 안구통증> 어지럼증> 기침 순으로 두통, 가슴답답, 안구통증이 전체의 약 28%

2014년 중대사고 사례집

[증상별 피해현황]

증 상	응답수	비율(%)	진료소 진료	개별 진료 및 단순 건강피해
계	1,607	100	1,135	472
목안 통증	60	3.7	38	22
기침	108	6.7	85	23
안구 통증	129	8.0	106	23
가래	41	2.6	26	15
피로감	22	1.4	16	6
코안 통증	15	0.9	11	4
콧물	57	3.5	35	22
가슴 답답함	160	10.0	113	47
두통	174	10.8	150	24
가려움	88	5.5	66	22
발진	23	1.4	12	11
눈 충혈	96	6.0	73	23
시야 흐려짐	40	2.5	22	18
코 막힘	106	6.6	84	22
눈물	73	4.5	51	22
피부 통증	13	0.8	6	7
어지럼증	129	8.0	107	22
손발 저림	2	0.1	1	1
목소리 변화	0	0.0	0	0
근육 통증	6	0.4	2	4
근육에 힘빠짐	1	0.1	0	1
기타	264	16.4	131	133

※ 기타 : 불안초조, 식욕 없음, 숨이 참, 피부가 거칠, 냄새를 못 맡음 등

※ 진료 받은 진료자 560명의 증상호소내용에 따라 파악(복수 응답)

- 기타 농작물, 가축 등 피해신고 없음

☑ 주민피해 조치현황

- 영업 및 인체 피해 주민 총 260건 중 253건(총 1억원)에 대해서는 보상 완료
 - ※ 미보상 7건 : 과다요구 2건, 보상불가 5건
- 주민 피해현황 조사 및 주민피해상담센터·진료소 운영
- 주민 불안해소를 위한 설명회 개최, 실시간 오염도 전광판 설치

[관련사진]



설명회 개최



전광판 설치

5. 사후영향조사

☑ 사후영향조사 실시여부 검토

- 남양주시에서 이번 사고로 인한 인근 주민의 건강이나 환경에 미치는 영향조사를 한강유역환경청에 요청(2.28)
- 한강유역환경청은 남양주시의 요청에 따라 관계기관 회의를 거쳐 사후영향조사 예비검토를 실시(3.6)

〈 예비검토 회의결과 〉

- (영향조사 실시여부) 보건과 환경분야로 나눠 수행하되 환경분야는 인체 노출파악을 위해 대기농도 측정위주로 실시
- (수행방법) 남양주시에서 추진한 ‘사고 후 영향조사’ 용역을 활용

☑ 사후영향조사 수행내용

- (조사범위) 사고현장 주변 500m 이내
- (조사내용) 사고지역의 환경오염 정도, 대기확산 프로그램을 통한 주변 확산농도 예측, 예측되는 인체 및 환경 노출량 등
- (조사결과) 사고현장 주변은 암모니아 노출로 인한 인체피해 및 주거환경 생활에 미치는 영향은 없음

〈 용역결과 〉 (참고2)

- (암모니아 농도) 모든 조사지점에서 0.05~0.09ppm으로 악취방지법에 의한 배출 허용기준 1ppm 이내로 검출
- (위해성평가) 만성/급성영향 비발암위해도 산출결과 모두 독성위험값 1미만으로 조사되어 인체독성 유발확률 미미

6. 사후 개선사항

- ◆ 사고발생 후 안전 종합컨설팅 의뢰하여 작업설비의 안정성 확보, 안전관리 조직 및 관리매뉴얼 정비

☑ 안전 종합컨설팅 수행

- 압력용기·밸브·전기 안전점검, 화학물질 관리체계 구축 컨설팅, 냉동기·LPG 등 방폭시설 검사 및 교체

☑ 냉매교체

- 열에 대해 안정적이고 가연성·독성이 없는 프레온 가스로 교체

☑ 설비 안정성 확보

- 가스감지기·경보기 추가설치, 누출시 작업자 안전을 위해 밸브 차단·냉동기 정지 등 자동화로 개선

구분	기존	개선
누설 감지	◦ 가스감지기, 경보기	◦ 가스 감지기 및 경보기(추가 설치) ◦ 모니터링 시스템 구축 → 작동상태 및 데이터 자동기록관리
밸브	◦ 수동조작	◦ 자동조작
운영	◦ 감지 : 가스경보기 또는 작업자 냄새 감지 ◦ 설비가동/정지 : 작업자 On/Off ◦ 암모니아 잔류액 회수 : 작업자 밸브 조작 ◦ 각종 차단 밸브류 : 작업자 조작	◦ 경보기 감지시 밸브 차단 → 냉매 잔류액 회수, 냉동기 정지, 밸브 자동차단

2014년 중대사고 사례집

- 냉동기, LNG 설비 등 폭발위험성이 내재되어 있는 비방폭 설비를 방폭 설비로 교체 및 배관내부 용접부위 안전성 점검

[관련사진]



☑ 안전관리 조직개선 및 화학물질관리 매뉴얼 재정비

- 환경안전팀을 공장장 직속부서로 변경하여 전문 인력 충원 및 환경·안전·소방 등 사업장 내 리스크 통합관리체계 구축
- 화학사고 시 행동요령, 비상연락체계, 위기대응팀 구성 등 매뉴얼 재정비하고 화학사고 대응훈련 실시
- 산업안전, 소방, 위험물, 유독물 사업장 내 risk 통합 관리
- 합동점검(1회/분기), 작업장 순회점검(1회/2일), 안전보건협의회 개최(1회/월) 등 안전/보건 공생협력 프로그램 운영

☑ 사고현장 복구 전·후 비교

[2공장 전경]

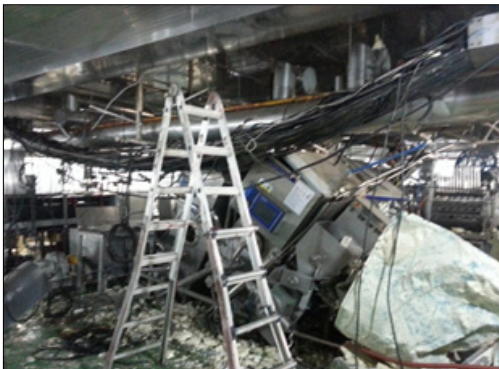


복구 전



복구 후

[현장 내부]



복구 전



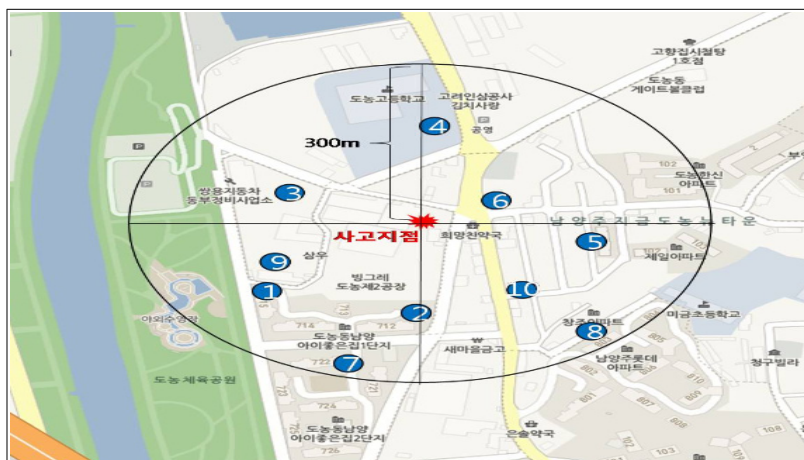
복구 후

2014년 중대사고 사례집

참고 1 사고 주변지역 오염도 조사 결과

□ 측정지점

- 사고지점으로부터 반경 300m 이내 10지점 선정



□ 측정결과

(단위 : ppm)

구분	2.13(4회)	2.14(11회)	2.15(5회)	2.16(3회)	2.17(2회)
1	N.D.~2.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	N.D.~4.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
3	N.D.~1	N.D., 2(13:30)	N.D.	N.D.	N.D.
4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8	N.D., 24(19:30)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
9	4, 15(19:30)	N.D., 8(19:15)	N.D.	N.D.	N.D.
10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

※ N.D. : Not Detected

참고 2 사후영향 조사 결과

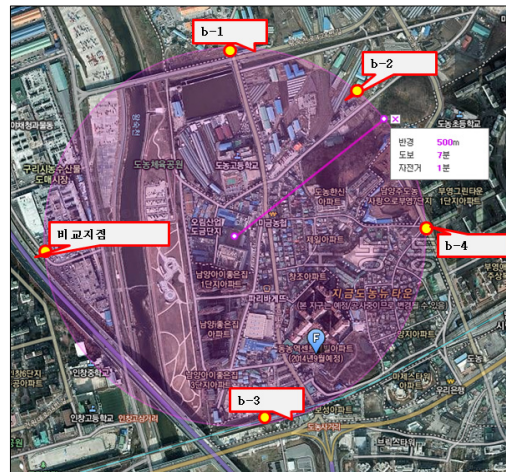
□ 암모니아 농도 측정지점 선정기준

- 사고 지점과 근접하여 암모니아 농도피해가 높다고 판단되는 지점
- 사고 후 암모니아 냄새로 인한 민원이 많은 지역(아파트단지, 학교)
- 남양주시 풍향을 고려한 암모니아 농도 확산 예측 지점
- 사고 지점 이외의 암모니아 가스 배출이 예상되는 지점(구리 농수산물시장)
- 사고지점과 사고원점 300m, 700m이내 주변지역

[측정지점]



300m 이내 세부지점



700m 이내 세부지점

□ 암모니아 농도 측정결과

- 모든 조사지점에서 0.05~0.09ppm으로 악취방지법에 의한 배출허용기준 1ppm 이내로 검출

2014년 중대사고 사례집

- 사고주변 암모니아 농도는 서울 광진구, 의정부시 외곽지역의 농도와 유사한 수준으로 자연상태의 노출 수준으로 판단
- 사고 후 1달이 지난 시점에서 암모니아 누출로 인한 인체피해 및 주거환경 생활에 미치는 영향은 거의 없을 것으로 판단

구분	지점명	이격거리	평균농도(ppm)	
			오전	오후
300m 이내	A1	약 240m	0.063	0.048
	A2	약 100m	0.049	0.049
	A3	약 300m	0.052	0.062
	A4	약 100m	0.059	0.061
	A5	약 170m	0.081	0.068
	A6	약 150m	0.087	0.058
	A7	약 200m	0.060	0.049
	A8	약 180m	0.065	0.053
700m 이내	B1	약 520m	0.084	0.066
	B2	약 700m	0.062	0.057
	B3	약 500m	0.066	0.065
	B4	약 500m	0.055	0.082
비교지점	-	약 500m	0.102	0.064

□ 위해성평가 결과

- 조사대상 지역에서 암모니아로 인한 인체 만성·급성 영향은 미미하다고 판단
- ※ EPA IRIS의 만성독성 노출 참고치(0.14ppm)로 위해성평가 결과, 만성영향과 급성영향 모두에서 독성위험값 1미만으로 조사

참고 3 암모니아의 물리화학적 특성 및 유해성

□ 물질의 개요

- 분자식 : NH_3
- 성 상 : 무색 기체
- 냄새 : 자극적 악취, 생선 냄새
- 끓는점 : -33.35°C
- 밀 도 : 0.7710g/L * 공기보다 가벼움
- 용해도 : 물에 매우 잘 녹음
- 용 도 : 질산, 폭발물, 합성 섬유, 비료, 염료, 의약품, 냉매제 등

□ 인체 노출 유해성

- (흡입) 호흡기 자극, 화상, 흉부자극, 흉통, 기침, 숨 막힘 등
- (피부) 자극, 화상, 괴사, 통증, 접촉 시 동상 등
- (안구) 자극, 화상, 눈물, 통증, 결막염, 동상, 각막자극 등
- (경구) 오심, 구토, 구강/식도 화상, 기침 등

□ 물리화학적 특성

- 증기는 자극성과 부식성이 매우 강함
- 산과 격렬히 반응하고 폭발성/부식성 가스 형성
- 용기가 열에 노출되면 파열 또는 폭발할 수 있음

□ 누출 시 대처방법

- 증기를 줄이고 증기구름 이동억제를 위해 분무주수
- 약산으로 중화/제방을 쌓아 가둘 것
- 질석, 건사 또는 비가연성 물질로 덮어 흡수 또는 분말 시멘트로 흡착

