

불씨·불꽃·화원방치에 대한 화재분석

김은경, 정영진*

일반적으로 우리사회는 아직 화재에 대한 관심과 우려가 지극히 낮은 것이 사실이다. 본 연구는 부주의에 의한 불씨·불꽃·화원방치에 대한 화재분석을 하였다. 부주의로 인해 발생하는 화재는 담배꽂초, 음식물 조리중, 쓰레기 소각, 불씨·불꽃·화원방치 등 여러 가지 원인들로 인해 발생하게 된다. 본 조사에서는 최근 5년간(2007~2011)의 소방방재청 국가화재정보시스템을 통하여 통계자료를 분석해 본 결과 불씨·불꽃·화원방치로 인한 화재가 연평균 827건으로 전체 화재의 11.54%를 차지하고 있으며, 인명피해는 연평균 36명(14.48%), 재산피해는 연평균 2,564,467원(13.63%)의 피해가 매년 발생하였다. 그 화재는 주로 주거지역이나 산업시설에서 많이 발생된다. 이렇게 매년 무관심과 부주의로 발생하는 화재에 대해 조금 더 관심을 갖고 주의를 기울여야 할 필요가 있다.

주제어: 부주의, 불씨, 불꽃, 화원방치

I. 서론

불은 현재 우리 일상생활에 없어서는 안될 도구로 발전되었다. 하지만 점차 사회가 발전하게 되고 사람들이 모여 살게 되면서 인류에게 혜택뿐만 아니라 각종 재난·재해도 함께 가져다주었다. 우리가 당연하게 여기는 불로 인해 누리고 있는 유익하고 편리한 점들이 있지만 그 못지않게 우리 주변에서 흔히 발생되고 있는 화재 또한 잊지 말아야 한다. 전기적 요인, 자연적 요인, 부주의 등 여러 가지 원인에 의해 발생하는 이러한 화재는 꾸준히 최근 5년 동안 크게 증감되지 않고 있다.

이러한 화재는 우리나라에서 보통 12월에서 2월 사이인 동절기에 많이 발생하게 된다. 이 기간에는 추운 날씨로 인해 난방기구의 사용 증가로 근본적인 위험이 증가되고 사람의 행동이 위축되어 충분한 안전점검의 이행과 확인절차가 이루어지지 않아 연중 다른 기간에 비해 화재사고가 많이 발생하고 있다(김인태, 2005). 여러 가지 요인들에 의해 발생하는 화재 10건 중 절반정도를 차지하는 약 5건 정도는 부주의로 인해 발생되었다. 이렇게 높은 비중을 차지하여 빈번하게 발생하는 부주의로 인한 화재

* 교신저자

는 전 지역에 각별한 주의가 요구되고 있다(이경인, 2011).

화재는 예상할 수 없으며 또한 예고 없이 찾아오기 때문에 그 피해가 엄청나다. 그래서 우리는 이러한 화재를 조금이나마 자세히 알아보고 인식하기 위해 소방방재청의 연도별 화재자료를 통해 화재의 여러 발생원인 중 40%가 넘는 높은 비중을 차지하고 있는 부주의에 의한 화재, 부주의에 의한 화재 발생 요인 중 잦은 발생률을 보이며 각종 매스컴에서 주의를 주고 있는 화재인 불티·불꽃·화원 방치로 인한 화재에 대해 조사해보기로 하였다. 여러 사례들과 통계자료를 통하여 이 화재가 발생하는 원인과 유형을 조사해보고 그 원인에 대한 대책을 강구해 보고자 하였다.

II. 본론

1. 화재발생 피해현황

<표 1> 최근 5년간(2007-2011) 발생한 전체 화재건수(NEMA, 2012)

| | 화재건수(건) | 인명피해(명) | 재산피해(원) |
|-------|---------|---------|-------------|
| 2007년 | 47,882 | 2,459 | 248,424,784 |
| 2008년 | 49,631 | 2,761 | 383,141,592 |
| 2009년 | 47,318 | 2,441 | 251,852,928 |
| 2010년 | 41,863 | 1,892 | 266,776,332 |
| 2011년 | 43,875 | 1,862 | 256,547,614 |
| 평균 | 46,114 | 2,274 | 281,348,650 |

위의 <표 1>은 최근 5년간 발생한 전체 화재건수를 보여주는데 최근 2010년과 2011년에 화재건수가 2007년, 2008년, 2009년에 비해 약간 줄어들긴 했지만 꾸준히 연평균 46,114건에 달하는 화재가 발생하고 있다. 그에 따라 평균 2,274명의 사망, 부상자 등이 발생하고 있고 재산 피해액 또한 매년 3억 원에 가깝다.

<표 2> 최근 5년간 발화요인에 대한 월별 화재건수(NEMA, 2012)

| 구분 | 계 | 실화 | | | | | | | 자연적 요인 | 방화 | 미상 |
|-----|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|--------|-----------|----------|----------|
| | | 전기적 | 기계적 | 화학적 요인 | 가스 누출 | 교통 사고 | 부주의 | 기타 | | | |
| 평균 | 19,214.08 | 4,513.25 | 1,560.75 | 116.17 | 91.17 | 254.08 | 8,957.83 | 403.83 | 122.08 | 1,302.08 | 1,892.83 |
| 1월 | 23,196 | 5,632 | 2,045 | 98 | 115 | 298 | 10,675 | 522 | 14 | 1,400 | 2,397 |
| 2월 | 23,195 | 4,916 | 1,536 | 102 | 99 | 240 | 12,119 | 489 | 11 | 1,495 | 2,188 |
| 3월 | 24,252 | 4,539 | 1,532 | 95 | 84 | 240 | 13,475 | 487 | 51 | 1,535 | 2,214 |
| 4월 | 23,125 | 4,098 | 1,482 | 125 | 92 | 237 | 12,665 | 525 | 126 | 1,500 | 2,275 |
| 5월 | 19,219 | 4,164 | 1,456 | 108 | 77 | 247 | 9,368 | 394 | 92 | 1,434 | 1,879 |
| 6월 | 17,111 | 4,138 | 1,305 | 146 | 66 | 243 | 7,794 | 356 | 181 | 1,208 | 1,674 |
| 7월 | 14,643 | 5,302 | 1,405 | 160 | 81 | 229 | 4,514 | 320 | 321 | 978 | 1,333 |
| 8월 | 14,552 | 4,881 | 1,528 | 135 | 87 | 227 | 4,711 | 295 | 419 | 970 | 1,299 |
| 9월 | 14,811 | 3,751 | 1,420 | 127 | 81 | 227 | 6,219 | 322 | 106 | 1,060 | 1,498 |
| 10월 | 17,149 | 3,659 | 1,548 | 98 | 83 | 278 | 7,952 | 368 | 72 | 1,256 | 1,835 |
| 11월 | 18,698 | 4,179 | 1,599 | 100 | 108 | 277 | 8,721 | 348 | 47 | 1,404 | 1,915 |
| 12월 | 20,618 | 4,900 | 1,873 | 100 | 121 | 306 | 9,281 | 420 | 25 | 1,385 | 2,207 |

위의 <표 2>에 최근 5년간 발화요인에 대한 월별 화재 건수를 보면 부주의로 인해 발생한 화재 건수는 다른 여러 발생요인 들 중 가장 높은 평균치를 보이고 있으며 동절기와 하절기의 차이가 다른 발화요인들에 비해 상당히 큰 편이다. 동절기(12월, 1월, 2월)에는 평균 22,336건의 화재가 발생하는데 이는 하절기(6월, 7월, 8월) 발생 건수 15,435건에 비해 약 1.4배정도 높다. 이는 겨울철 수분양이 적어지고 건조해지는 날씨와 더불어 추운 날씨 때문에 난방기구의 사용도가 높아지고 그에 따른 취급 부주의로 인해 발생빈도가 높게 나타났다고 볼 수 있다. 그러므로 동절기의 난방기구 취급에 대한 주의와 안전관리에 각별히 신경 써야 한다.

<표 3> 최근 5년간 부주의에 의한 화재 건수(NEMA, 2012)

| 구분 | 계 | 담배꽂초 | 음식물 조리중 | 불장난 | 용접, 절단, 연마 | 불씨·불꽃 화원 방치 | 쓰레기 소각 | 빨래 삶기 | 가연물 근접방치 | 논,임야 태우기 | 유류 취급중 | 폭죽 놀이 | 기타 |
|-------------|----------|----------|----------|--------|------------|-------------|--------|-------|----------|----------|--------|-------|--------|
| 평균 | 7,166.27 | 2,160.00 | 1,035.27 | 575.00 | 505.20 | 827.33 | 950.33 | 60.00 | 249.87 | 314.07 | 33.53 | 15.27 | 439.07 |
| 비율 | 100% | 30.14% | 14.43% | 8.22% | 7.03% | 11.54% | 13.24% | 0.82% | 3.47% | 4.36% | 0.45% | 0.19% | 6.11% |
| 주거 | 29,609 | 5,755 | 10,662 | 2,286 | 508 | 4,715 | 1,034 | 741 | 1,652 | 57 | 100 | 22 | 2,057 |
| 교육 시설 | 868 | 425 | 27 | 177 | 89 | 42 | 8 | 0 | 29 | 0 | 8 | 5 | 58 |
| 판매, 업무 시설 | 4,025 | 2,071 | 337 | 271 | 463 | 322 | 67 | 11 | 193 | 3 | 31 | 10 | 246 |
| 집합 시설 | 677 | 173 | 61 | 65 | 116 | 115 | 19 | 2 | 48 | 3 | 0 | 6 | 69 |
| 의료, 복지 시설 | 649 | 258 | 42 | 67 | 100 | 58 | 11 | 1 | 47 | 0 | 4 | 0 | 61 |
| 산업 시설 | 8,482 | 1,716 | 241 | 173 | 2,405 | 1,269 | 1,060 | 9 | 508 | 200 | 87 | 5 | 809 |
| 운수 자동차시설 | 455 | 185 | 11 | 17 | 98 | 43 | 16 | 0 | 25 | 1 | 13 | 0 | 46 |
| 문화재 시설 | 10 | 1 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 생활 서비스 | 7,966 | 2,412 | 2,664 | 263 | 280 | 1,152 | 72 | 52 | 362 | 8 | 77 | 7 | 617 |
| 기타 서비스 | 6,038 | 1,695 | 273 | 473 | 860 | 961 | 917 | 10 | 268 | 197 | 24 | 8 | 352 |
| 자동차, 철도 차량 | 4,069 | 2,111 | 34 | 278 | 261 | 301 | 236 | 0 | 193 | 40 | 95 | 7 | 513 |
| 위험물, 가스 제조소 | 61 | 4 | 0 | 1 | 21 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 14 | 0 | 11 |
| 선박, 항공기 | 265 | 46 | 8 | 1 | 145 | 15 | 16 | 0 | 13 | 1 | 1 | 2 | 17 |
| 임야 | 15,046 | 4,015 | 53 | 1,141 | 211 | 1,197 | 4,437 | 2 | 36 | 3,050 | 1 | 51 | 852 |
| 기타 | 29,274 | 11,533 | 1,116 | 3,409 | 2,021 | 2,208 | 6,361 | 72 | 372 | 1,151 | 48 | 106 | 877 |

위의 <표 3>에 최근 5년간 부주의에 의한 화재 건수를 보면 불씨·불꽃·화원방치로 인해 발생한 화재는 담배꽂초(30.14%), 음식물 조리중(14.43%), 쓰레기 소각(13.24%)에 뒤이어 4번째로 높은 비중

을 차지한다. 불씨·불꽃·화원방치로 인해 발생한 화재는 주거에서 37.2%로 가장 빈번히 발생하고 있는데 이는 사람들의 인구밀집과 더불어 일상생활을 하는 공간으로서 화기 및 난방기구의 취급 부주의 등 안전인식이 감소하게 되어 비주거 지역보다 빈번히 발생하게 된다. 주거 지역 다음으로 빈번히 많은 화재가 발생하고 있는 곳이 산업시설이다. 산업시설은 주거지역 못지않게 화재 발생 확률이 높은 곳이므로 각별한 주의가 필요하다.

<표 4> 최근 5년간 인명피해현황(NEMA, 2012)

| 구분 | 계 | 담배 공초 | 음식물 조리중 | 불장난 | 용접, 절단, 연마 | 불씨· 불꽃· 화원 방치 | 쓰레기 소각 | 빨래 삶기 | 가연물 근접 방치 | 논, 임야 태우기 | 유류 취급중 | 폭죽 놀이 | 기타 |
|-------------------|--------|----------|------------|-------|------------------|------------------------|-----------|----------|-----------------|-----------------|-----------|----------|--------|
| 평균 | 246.33 | 36.60 | 44.13 | 7.07 | 29.40 | 35.67 | 17.20 | 0.27 | 15.07 | 12.40 | 13.33 | 0.07 | 22.80 |
| 비율 | 100% | 14.86% | 17.92% | 2.87% | 11.94% | 14.48% | 6.99% | 0.2% | 6.11% | 5.03% | 5.41% | 0.02% | 14.17% |
| 주거 | 1,548 | 277 | 413 | 64 | 39 | 335 | 39 | 4 | 123 | 2 | 47 | 0 | 20 |
| 교육 시설 | 38 | 5 | 1 | 6 | 12 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 4 |
| 판매, 업무 시설 | 210 | 46 | 53 | 2 | 23 | 35 | 1 | 0 | 7 | 0 | 17 | 0 | 26 |
| 집합 시설 | 29 | 2 | 2 | 3 | 8 | 6 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 의료, 복지 시설 | 37 | 8 | 2 | 2 | 15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 산업 시설 | 430 | 20 | 10 | 1 | 187 | 46 | 29 | 0 | 28 | 0 | 34 | 0 | 75 |
| 운수 자동차시설 | 27 | 3 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 4 |
| 문화재시설 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 생활 서비스 | 332 | 37 | 145 | 1 | 15 | 23 | 2 | 0 | 35 | 0 | 30 | 0 | 44 |
| 기타 서비스 | 174 | 34 | 14 | 8 | 38 | 25 | 12 | 0 | 10 | 6 | 10 | 0 | 17 |
| 자동차, 철도 차량 | 173 | 61 | 3 | 0 | 14 | 13 | 3 | 0 | 8 | 0 | 19 | 0 | 52 |
| 위험물, 가스 제조소 | 44 | 1 | 0 | 0 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 15 |
| 선박, 항공기 | 20 | 2 | 1 | 1 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| 임야 | 366 | 21 | 3 | 3 | 6 | 20 | 122 | 0 | 3 | 156 | 0 | 1 | 31 |
| 기타 | 267 | 32 | 15 | 15 | 53 | 21 | 50 | 0 | 4 | 21 | 12 | 0 | 44 |

위의 <표 4>에 최근 5년간 부주의에 의해 발생한 인명피해 현황을 보면 꾸준히 매년 약 100명 이상씩의 부상 및 사망자가 발생했는데 표-2에서 본 화재발생빈도가 가장 높았던 담배꽂초로 인한 화재의 인명피해와 비슷한 수치를 나타내고 있는 것으로 보아 발생 건수에 비해 인명피해가 약간 높다는 것을 볼 수 있고 이 또한 주거지역에서 가장 많은 피해가 나타났다. 이는 사람이 숙식 및 취침 등의 일상생활을 하기 위한 공간으로 재해에 대한 인지능력이 현저히 감소된 상태로 있는 경우가 많기 때문에 인명피해가 다른 장소에 비해 상대적으로 매우 클 수밖에 없다(임용배 외, 2009).

<표 5> 최근 5년간 재산피해현황(NEMA, 2012)

| 구분 | 계 | 담배 꽂초 | 음식물 조리중 | 불장난 | 용접, 절단,연마 | 불씨, 불꽃, 화원방치 | 쓰레기 소각 | 빨래 삶기 | 가연물 근접방치 | 논,임야 태우기 | 유류 취급중 | 폭죽놀이 | 기타 |
|-------------------|---------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------------|--------------|-----------|--------------|-------------|------------|-----------|--------------|
| 평균 | 18,809,356.98 | 2,271,889.13 | 1,617,681.13 | 548,224.20 | 7,065,907.93 | 2,564,466.60 | 1,139,317.07 | 13,047.00 | 1,075,800.93 | 404,887.20 | 338,594.07 | 18,798.87 | 1,730,802.80 |
| 비율 | 100% | 12.08% | 8.6% | 2.91% | 37.6% | 13.63% | 6.08% | 0.07% | 5.72% | 2.15% | 1.8% | 0.1% | 9.21% |
| 주거 | 65,586,749 | 8,261,030 | 14,219,744 | 3,912,439 | 1,487,447 | 19,335,301 | 2,618,972 | 160,700 | 7,068,335 | 141,185 | 808,954 | 61,289 | 7,521,233 |
| 교육 시설 | 1,666,149 | 375,960 | 9,311 | 149,774 | 665,197 | 287,466 | 28,482 | 0 | 94,160 | 0 | 3,644 | 910 | 71,225 |
| 판매, 업무 시설 | 11,482,777 | 2,985,535 | 2,139,200 | 637,888 | 1,443,011 | 1,581,562 | 304,738 | 14,876 | 888,954 | 11,219 | 600,041 | 13,004 | 942,719 |
| 집합 시설 | 2,951,523 | 263,089 | 138,625 | 414,964 | 557,074 | 782,612 | 34,524 | 22 | 205,209 | 5,610 | 0 | 1,255 | 558,539 |
| 의료, 복지 시설 | 1,000,374 | 207,063 | 43,466 | 69,643 | 261,728 | 165,130 | 10,135 | 20 | 141,549 | 0 | 410 | 0 | 101,230 |
| 산업 시설 | 130,394,063 | 6,866,949 | 1,262,479 | 624,803 | 93,588,908 | 8,478,484 | 6,463,082 | 6,449 | 4519,946 | 983,960 | 951,689 | 42,956 | 6,594,368 |
| 운수 자동차 시설 | 1,229,518 | 289,459 | 16,456 | 10,434 | 390,531 | 130,681 | 56,233 | 0 | 131,957 | 289 | 19,097 | 0 | 214,391 |
| 문화재 시설 | 41,255 | 19 | 0 | 201 | 0 | 17,703 | 0 | 0 | 14,287 | 0 | 0 | 0 | 9,046 |
| 생활 서비스 | 17,185,309 | 3,562,378 | 5,347,689 | 284,465 | 1,681,589 | 2,688,671 | 476,137 | 5,182 | 1,165,329 | 19,205 | 389,360 | 6,089 | 1,589,195 |
| 기타 서비스 | 12,994,980 | 2,109,815 | 740,601 | 816,562 | 1,601,566 | 1,878,370 | 1,680,629 | 6,756 | 899,540 | 465,468 | 61,572 | 62,556 | 2,761,545 |
| 자동차, 철도 차량 | 10,761,018 | 3,747,040 | 68,963 | 368,434 | 894,212 | 827,891 | 686,198 | 0 | 701,418 | 147,550 | 1,814,455 | 13,313 | 1,480,544 |
| 위험물, 가스 제조소 | 618,142 | 89 | 0 | 19 | 116,820 | 55,944 | 0 | 0 | 126 | 0 | 436,196 | 0 | 9,998 |
| 선박, 항공기 | 1,202,330 | 161,502 | 53,139 | 924 | 345,079 | 279,281 | 53,153 | 0 | 190,239 | 550 | 215 | 7,010 | 111,288 |
| 임야 | 14,961,824 | 2,130,919 | 17,234 | 165,894 | 2,055,930 | 936,782 | 2,285,128 | 286 | 71,547 | 3,728,980 | 77 | 7,771 | 3,551,276 |
| 기타 | 10,084,303 | 3,206,620 | 208,300 | 775,949 | 1,189,527 | 1,021,101 | 2,432,345 | 1,414 | 134,403 | 569,322 | 14,051 | 66,830 | 425,466 |

위의 <표 5>에 최근 5년간 부주의에 의해 발생한 재산피해 현황을 보면 용접·절단·연마로 인한 재산피해에 뒤이어 2번째로 높은 비중을 차지하고 있다. 용접·절단·연마로 인한 재산피해는 산업화로 인해 수많은 공장이 생겨나고 공사현장 등 작업도중의 사람들의 부주의로 인해 산업시설에서 화재가 많이 발생해 그로 인해 발생되었다고 볼 수 있다. 그 뒤를 잇는 담배꽂초와 불씨·불꽃·화원방치로 인한 재산피해는 각각 전체의 10%가 넘는 높은 비율을 차지하고 있으며 불씨·불꽃·화원방치로 인한 재산피해는 매년 평균 2,564,467원의 재산피해를 발생시키고 있다.

2. 화재사례

1) 불씨로 인해 발생한 화재 사례

(1) 경기 부천 대성에너지(주) 가스 폭발화재(NEMA, 2010)

- ① 발생일 : 1998년 9월 11일
- ② 발생시간 : 오후 2시 12분경
- ③ 발생장소 : 부천 내동 대성에너지 가스충전소
- ④ 피해현황 : 인명-부상 84명, 재산-64억 8,943만원

⑤ 발생원인 : 열려진 지하탱크 벤트밸브를 통해 누출되어 기화된 상태의 액화가스와 원인미상의 불씨로 인해 점화되면서 주위의 프로판가스 용기 및 탱크로리 호스에 연소되어 연쇄적으로 폭발한 화재(NEMA, 2010)

⑥ 발생분석 : 프로판 가스는 액화석유가스(LPG)중 하나로 탄소수 3개인 지방족 사슬 포화탄화수소로서 가정용 연료 외에 냉매, 에어로졸제, 용제, 화학원료용 등으로 사용되고 있으며, 녹는점 -187.69°C , 끓는점 -42.07°C , 비중 1.5(공기=1)의 특이한 냄새를 가진 무색의 기체이다. 천연가스의 한 성분으로서 산출되며, 또 원유 속에 녹아 있어 석유정제에서의 증류가스에 함유된다. 중질유 분해(크래킹), 접촉 리포밍 등에서 부산물로도 생성된다. 화학반응은 낮지만 염소와 반응하여 염화프로판, 탈수소되어 프로필렌 그리고 니트로화에 의하여 니트로프로판 등을 생성한다. 탄화수소는 공기와의 완전연소로부터 화학적 생성물인 이산화탄소와 수증기가 발생하게 된다. 공기중의 가스 연료의 연소는 두 개의 다른 형태로 발생할 수 있는데 하나는 연료와 산소가 연소 공정 중에서 혼합된 곳에서 화재가 발생하는 것이고, 다른 하나는 연료와 공기(다른 산화제)가 예혼합되어 폭발범위 안에 있을 때 착화원에 의해 빠른 연소가 발생하게 된다(하동명, 2006). 벤트밸브를 통해 누출되어 기화된 상태의 액화가스와 불씨로 인해 점화되면서 주위의 프로판가스 용기 및 탱크로리 호스에 연소되어 연쇄적 폭발이 발생한 이 사례는 물질의 각 분자가 지닌 운동 에너지가 인접한 분자에 이동해 나가는 현상인 전도에 의해 열이 이동하여 발화가 되었다고 볼 수 있다.

또한 화재를 진압하는데 있어 가스에 관한 전문인력 부족으로 기초지식이 부족해 적극적인 대응이 곤란했고 방열복, 화학차 등 초기진압에 필요한 장비들도 부족해 초기 진압에 있어서 어려움이 컸다.

또한 가스취급업소 현행과악과 진압대책의 미흡함으로 인해 화재가 큰 재산 및 인명피해를 초래했다(NEMA, 2010). 그로인해 이 폭발화재 이후 안전거리 확대 등 시설기준의 강화, 충전원에 대한 특별 교육 의무화, 가스사고배상책임보험 배상한도 상향조정 등의 대책들이 세워지기도 했다(탁송수 외, 2006). 사용자의 부주의와 제품 및 시설미비로 인해 발생한 화재로서 이렇게 마련된 대책안이 결여되어 있던 사람들의 안전의식을 높일 수 있는 계기가 되어 다른 대형화재의 발생을 사전에 예방할 수 있어야 한다.

(2) 신림동 의류작업장(선애실업) 화재(NEMA, 2010)

① 발생일 : 1997년 4월 15일

② 발생시간 : 오후 1시 20분 ~ 1시 50분 (30분간)

③ 발생장소 : 서울 관악구 신림 8동 564-12번지

④ 피해현황 : 인명-13명(사망1명, 부상12명), 재산-10,500천원

⑤ 발생원인 : 봉제작업장 출입구에서 솔벤트로 의류세척 작업 중 원인미상 불씨에 의해(NEMA, 2010)

⑥ 발생분석 : 위에 언급된 솔벤트는 유기용제의 한 물질로 유기용제는 다른 물질을 용해시켜 용액을 만드는 물질로 수용성제와 유기용제로 구분 할 수 있다. 유기용제는 세척, 기름기 제거, 희석, 다른 물질 추출, 원료 또는 중간재로서 각 사업장의 여러 분야에 걸쳐 많이 사용되며, 기계가 정밀화됨에 따라 기계를 보존하기 위한 세척제로도 사용된다. 이런 유기용제는 수용성이며 지용성을 가지고 있고, 인화성 및 폭발성이 높은 성질을 가지고 있으며 휘발성이 높다. 또한 유기용제는 비점에 따라 휘발성과 비휘발성으로 구분되어 비점이 200°C 이하인 물질은 휘발성으로 분류되고, 활성기에 따라 할로젠족 또는 비할로젠족 화학물질로 분류된다(황보원석, 2003).

유기용제는 용해력과 탈지 세정력이 높아 화학제품 제조업, 도장관련산업, 등 여러 분야에서 광범위하게 사용되는 용제류를 말하는 것으로 휘발성화 독성이 있어 체내에 흡수되면 여러 가지 중독증상들이 나타난다. 가장 많이 빈혈이 생기게 되고, 이해력, 기억력, 판단력이 감퇴되는 현상이 나타나게 된다. 심하면 호흡이 불가능하게 되므로 유해성이 높은 용제를 사용하지 말아야 하며, 동시에 완벽한 배기 및 환기시설을 갖추어 공기 중의 농도를 허용기준 이하로 낮추거나 오염원을 격리시켜야 하며 방독마스크, PVC장갑, 비닐계통 작업복을 입음으로써 피부와 손, 얼굴 부분의 노출을 최대한 막아야 한다(황보원석, 2003).

이렇게 솔벤트 등 인화물질을 사용하는 곳에서의 취급에 더욱 주의를 기울이고 환풍기를 설치하여 세탁용제가 배기 될 수 있도록 하여야 한다.

또한 신림동 의류작업장 화재는 비상구 확보가 되어있지 않고 주된 출입구가 1개인데 발화장소가 출입구 부분이어서 진입하는데 어려움이 있었다. 그로인해 피난탈출구가 없는 상태에서 사람들의 성급한 탈출로 인해 다수의 인명피해가 발생하게 되었다. 작업장 종사자들의 안전의식 및 소방교육의 결여 또한 하나의 문제점으로 볼 수 있는데 종사자들에 대한 화재안전의식 제고를 위해 소집교육 및

현장 소방훈련을 실시해야하며 더욱 신속하고 정확한 인명구조 및 구급활동을 위해 건물 구조상, 용도상 구조기법의 개발이 지속되어야 한다(NEMA, 2010).

2) 불꽃(스파크)으로 인해 발생한 화재 사례

(1) 조천 플라스틱 공장 화재(고성식, 2012. 김정호, 2012)



<그림 1> 당시 화재 모습



<그림 2> 당시 화재 모습

- ① 발생일 : 2012년 06월 06일 (수)
- ② 발생시간 : 오후 1시경
- ③ 발생장소 : 제주시 조천읍 와흘리 D플라스틱 공장
- ④ 피해현황 : 인명-0명, 재산-약 20억 7,300만원
- ⑤ 발생원인 : 산소절단기 불꽃

⑥ 발생분석 : 플라스틱을 절단하는 작업을 하던 중 생긴 불꽃이 폐비닐과 폐플라스틱 제품으로 옮겨 붙어 불이 번진 사례로 스파크(불꽃)란 미세하더라도 용적을 가지는 입자가 고온으로 밝게 빛나는 것을 말하는데 스파크는 마찰뿐 아니라 충격에 의해서도 발생하는데 철, 강철, 기타 철을 함유하는 합금은 적당한 물체와 충격하거나 마찰하였을 때 기계적 스파크가 발생한다. 이 때 발생하는 스파크는 700~800℃ 가량으로 공기 중에 혼합된 가연성가스, 가연성액체를 점화 시킬 수 있으며, 종이 부스러기, 톱밥 등에 떨어지는 훈소단계를 거쳐 발화되어진다(이승훈, 2009).

플라스틱은 가소성을 가진 물질로 열이나 압력 또는 양자에 의하여 가성변형을 시켜 성형할 수 있는 고분자 화합물을 말한다. 가소성은 고체 물질에 그 탄성한계를 넘어서 외력을 가했을 때 그 물질이 가하여진 외력 방향으로 변형이 생겨 외력을 제거하여도 변형이 그대로 남는 것을 말하며 이런 가소성을 가진 고분자화합물에는 천연수지와 합성수지가 있는데 보통 플라스틱이라 하면 합성수지를 가리키며 플라스틱과 합성수지는 동의어로 사용되고 있다. 플라스틱은 보통 가열할 때 일어나는 상태변화에 따라 2가지로 분류 할수 있는데 열가소성 플라스틱과 열경화성 플라스틱으로 나눌 수 있다. 열가소성 플라스틱은 원료 수지를 중합시켜서 성형한 제품으로 가열하면 연화하는 플라스틱으로 비닐계 플라스틱, 불화소계 플라스틱 및 섬유소재 플라스틱 등이 포함되고 열경화성 플라스틱은 원료 수지를

중합 또는 축합시켜서 성형한 제품을 다시 가열해도 연화하지 않는 플라스틱으로 페놀수지, 에폭시수지 등의 망상 고분자가 이에 포함된다. 일반적으로 열가소성 플라스틱은 열경화성 플라스틱보다 연소가 쉽고, 불꽃을 제거하여도 쉽게 연소된다. 플라스틱류는 다른 목재나 기타 섬유질제품에 비해 점화온도가 높지만 쉽게 점화되어 매우 빠른 속도로 연소하기도 한다. 또한 연소시 플라스틱이 용융낙하되므로 화재를 더 쉽게 옮기거나 연소확대가 쉬워진다. 난연성의 증진을 위해 첨가된 각종 첨가제에 의해 연소시 많은 양의 검고 짙은 다양한 유독가스가 발생하기 때문에 질식의 우려가 높은 것 또한 주의해야 한다(한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2003).

더해서 조천 플라스틱 공장 화재는 안전관리 허술에 대한 문제점이 매우 컸다. 산소절단기는 사용시 많은 불꽃이 발생해 위험한 화기작업에 속한다. 하지만 이렇게 불이 날 가능성이 큰 작업을 하고 있었으나 현장 지휘자가 없음은 물론이고 주변에 불연제도 설치하지 않은 것으로 확인되었다. 이렇게 화기작업 시 작업장에 불이 나지 않도록 바닥에 불연제를 깔아주고 현장 지휘자가 작업장에서의 작업 방법과 안전조치 방법 등 안전관리를 해야 한다(고성식, 2012).

(2) 서울 서초구 방배동 실내사격장 화재(황태연, 2006)

- ① 발생일 : 2006년 4월 25일 (화)
- ② 발생시간 : 오후 1시 31분경
- ③ 발생장소 : 서울 서초구 실내 사격장
- ④ 피해현황 : 인명-8명(사망1명, 부상7명), 재산-약 3,000만원
- ⑤ 발생원인 : 화약 불티

⑥ 발생분석 : 이러한 사격장 화재는 분진폭발에 의해 발생할 수 있는데 분진 폭발은 공기 중에 떠도는 농도 짙은 분진이 에너지를 받아 열과 압력을 발생하며 갑자기 연소, 폭발하는 현상으로 연소의 개시조건과 같이 일반적으로 가연물, 산소 및 착화원이 주어져야 한다. 특히 분진의 경우 단위무게 당 표면적이 증가하기 때문에 반응속도가 증가하게 되어 그 위험성이 높다. 분진폭발이 전파되기 위해서는 분진이 가연성이여야하고 적당한 공기로 수송할 수 있어야 하며 화염을 전파할 수 있는 분진크기 분포를 가져야 분진폭발이 잘 전파된다. 또한 폭발범위 이내여야 하며 화염전파를 개시하는 충분한 에너지의 점화원이 존재한다. 충분한 산소가 연소를 지원하고 유지하도록 존재해야 하며 이중에서 교반과 운동이 일어나야 하는 것 또한 중요하다.

분진폭발은 연소속도나 폭발압력은 가스폭발에 비교하여 작으나 연소시간이 길고 발생 에너지가 크기 때문에 파괴력과 연소정도가 크다. 발생에너지는 최고치의 비교 경우 가스폭발의 수배정도이고 온도는 2,000~3,000℃ 정도까지 올라가는데 이는 단위체적당의 탄화수소량이 많기 때문이다. 분진폭발은 먼저 폭발압력이 선행하고 1/10~2/10초 늦게 화염이 온다. 화염의 파급속도는 상온 상압하에서 초기에는 2~3m/s 정도이며 그 속도는 연소한 분진의 팽창으로 인해 압력이 상승함에 따라 가속적으로 빠르게 된다. 또한 폭발화염에 의한 압력속도는 300m/s 정도이다. 폭발 시 입자가 연소하면서 비산하므로 여기에 부딪치는 가연물은 국부적으로 심한 탄화를 일으키며 인체에 닿으면 심한 화상을 입게

된다. 가스에 비해 불완전 연소를 일으키기 쉬우므로 탄소가 타서 없어지지 않고 연소 후에 가스상에 일산화탄소가 다량으로 존재하는 경우가 있어 가스에 의한 중독의 위험 또한 있다.

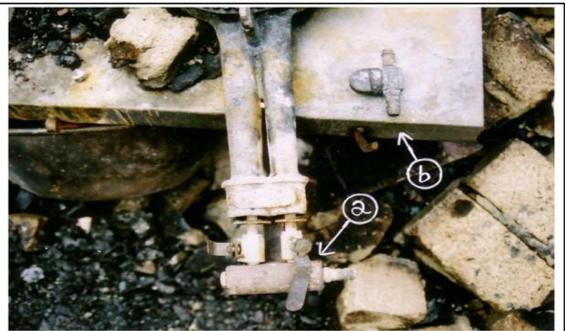
분진은 공기 중 산소가 적은 분위기 또는 이산화탄소 중에서도 착화하고 부유상태에서도 심한 폭발을 발생하는 마그네슘과 알루미늄 등을 말하는 금속분진인 폭연성 분진과 공기 중 산소와 발열반응을 일으키고 폭발하는 분진으로서 소맥, 전분, 합성수지, 비전도성 카본블랙 등이 포함된 가연성 분진으로 나눌 수 있다. 이런 분진은 화학조성, 입자크기, 분진농도, 수분함량, 난류, 압력, 온도 등 여러 가지 변수에 의해 크게 의존한다. COOH, OH, C=N 등은 폭발위험을 증가시키는 반면 Cl, Br, F 등 할로젠 족은 폭발위험을 감소시키는 경향이 있고 수분함량의 증가 또한 폭발의 위험을 감소시키는 경향이 있다. 하지만 입자의 크기가 감소와 가연성 분진의 난류확산은 분진위험을 증가시키는 결과를 가져온다 (현성호 외, 2011).

사격장의 위험성은 사격 중에 발생한 화약불티에 의한 발화가능성이 높으며 화재 발생 시 화약 부유물의 폭발연소로 화재가 빠르게 확산되는 특징을 지녔다. 이 사례 또한 총구에서 나온 불꽃이 바닥에 쌓여있던 미연소 화약분말에 떨어져 발생한 것으로 화약은 지속적으로 청소하여 물을 뿌려 화재 위험성을 사전에 제거하고 화약에 적응성이 있는 물소화기 및 모래와 같은 종류를 비치하여야 한다. 또한 사격장 내부 벽면은 난연 처리된 폴리우레탄 재질 보다는 멜라민폼과 같은 난연성이 좋은 방화재를 사용하여야 한다.

3) 화원방치로 인해 발생한 화재 사례(이주영, 2011)



<그림 3> 당시 화재 모습



<그림 4> 당시 화재 모습

(1) 양재동 주택 화재(이주영, 2011)

- ① 발생일 : 2011년 3월 20일
- ② 발생시간 : 18시경
- ③ 발생장소 : 서울시 서초구 양재동 주택
- ④ 발생원인 : 전기장판 과열로 인한 화재

(2) 일반음식점 화재(도창주, 2012)

- ① 발생일 : 2009년 3월 4일
- ② 발생시간 : 오전 7시 25분경
- ③ 발생장소 : 황소갈비 일반음식점 주방
- ④ 발생원인 : 화원방치

⑤ 발생분석 : 위에 사례들을 보면 모두 화원을 오랜 시간 동안 방치해 두어 발생하게 된 화재이다. 첫 번째 전기장판 과열로 인한 화재는 방안 침대 매트리스 위에 있던 전기장판의 과열로 인한 화재이고 두 번째 황소갈비 음식점 화재는 3개의 가스버너 중 1개의 가스버너의 손잡이가 개방된 상태로 음

식물을 올려놓은 상태에서 버너가 사용되어 연소가 발생하게 되었다. 이렇게 오랜 시간동안 화원을 방치함으로써 오랜 시간동안 복사열 증폭 및 여러 가지 다른 열전달 과정을 통해 화재가 확대되어 연소가 지속되었다는 것을 알 수 있다. 이러한 열전달의 형태에는 전도, 대류, 복사가 있다.

전도는 물질 자체의 이동이 없이 열이 물질의 고온부에서 저온부로 이동하는 현상으로 다시 말해 물질의 각 분자가 지닌 운동 에너지가 인접한 분자에 이동해 나가는 현상을 말한다. 이런 전도에 의해 전달되는 열의 양은 관계식에 의해 열전도도, 열전달면적, 고온부와 저온부의 온도 차이에 비례하고 열이 전달되는 거리에 반비례하게 된다(Quintiere, 1998).

$$Q = \frac{K \cdot A \cdot \Delta t}{L} \quad (1)$$

(Q: 열전달량(kcal/hr), L: 두께차(m), K: 열전도도(kcal/m·hr·°C), A: 전열면적(m²), Δt: 온도차(°C))

대류는 열 이동이 차지하는 비중이 대단히 큰데 이는 유체의 실질적인 흐름에 의해 열이 전달되는 현상을 말한다. 이는 강제대류와 자연대류로 나눌 수 있는데 강제대류는 송풍기나 펌프와 같은 외력을 이용하여 고온의 물질을 강제로 이동시켜 대류가 일어나게 하는 것을 말하고 자연대류는 물질의 밀도차로 인해 고온의 이동성 분자들이 별도의 기계적 도움 없이도 중력에 의하여 위치를 변화함으로써 대류가 일어나는 것을 말한다. 이런 대류는 이러한 관계식을 가지게 된다.

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta t \quad (2)$$

(Q: 열대류량(kcal/hr), h: 열전달계수(kcal/m²·hr·°C), A: 전열면적(m²),
Δt: 고체표면과 유체와의 온도차(°C))

마지막으로 전도나 대류와 같이 물질을 매개체로 하여 열에너지가 전달되는 것이 아니라 서로 떨어져 있는 두 물체 사이에 열에너지가 전자파 형태로 물체에 복사되며 이것이 다른 물체에 흡수되는 열로 변하는 현상이며 화재시 열의 이동에 가장 크게 작용하는 열전달 방식인 복사열은 스테판-볼츠만 법칙에 의해 복사열은 절대온도 차의 4제곱에 비례하고 전열면적에 비례하게 된다. 이러한 열 전달이 이루어진 후에 화염이 전파하게 되는데 불티가 바람에 날리거나 튀어서 멀리 떨어진 곳의 가연물에 착화되는 현상인 비화현상이 발생하게 된다. 비화에 의해 연소가 확산되면 화원에서 먼 거리에 있는 장소에서도 동시다발적으로 화재가 발생할 수 있다(김명현 외, 2007).

이러한 화원방치로 인해 발생하는 화재를 미연에 방지하기 위해서는 가연성 우려가 충분히 있는 물질들을 방치시켜 놓지 않는 것은 물론 이러한 부주의로 인해 발생하는 화재에 대한 경각심과 안전의식을 높일 필요가 있다.

III. 결론

부주의로 인해 발생하는 화재는 담배꽂초, 음식물 조리중, 쓰레기 소각, 불씨·불꽃·화원방치 등 여러 가지 원인들로 인해 발생하게 된다.

본 조사에서는 최근 5년간(2007-2011)의 소방방재청 국가화재정보시스템을 통하여 통계자료를 분석해 본 결과 불씨·불꽃·화원방치로 인한 화재가 연평균 827건으로 전체 화재의 11.54%를 차지하고 있으며, 인명피해는 연평균 36명(14.48%), 재산피해는 연평균 2,564,467원(13.63%)의 피해가 매년 발생하였다.

이러한 부주의로 인한 화재는 하절기 보다 동절기에 많이 발생하며 이는 사람들이 밀집되어 있고 가장 빈번히 활동하고 생활하는 주거지역에서 주로 발생한다. 주거지역에서의 화재는 화재건수에 비해 많은 인명피해가 발생하고 있기 때문에 겨울철 사람들의 난방기구와 화기 취급 부주의 및 사용에 대한 각별한 주의가 필요하다. 산업현장에서의 화재 또한 주의를 기울여야 한다. 그리고 사람들의 안전의식과 재해에 대한 인지 능력을 증진시켜야 하고, 화재에 대해 좀 더 깊은 관심과 경각심을 높여야 한다.

참고문헌

- 고성식. 2012. 제주 플라스틱 공장 화재. 산소절단기 불꽃 원인. 제주 연합뉴스.
- 김명현, 홍성주. 2007. 소방학개론. 청문각.
- 김인태. 2005. 동절기인명피해화재사례. 방재와보험. 화재안전점검. 110: 56-61.
- 김정호. 2012. 조천 플라스틱 공장 화재, 직원 실화 혐의로 입건. 제주의 소리.
- 도창주. 2012. 가스불 깜빡했다 집안 잣더미로. 금강일보.
- 소방방재청 국가화재정보시스템 화재정보자료관(NEMA). 2010. (http://www.nfds.go.kr/lib_index.jsf)
- 소방방재청 국가화재정보시스템 화재현황통계(NEMA). 2012. (http://nfds.go.kr/fr_scls_0301.jsf)
- 이경인. 2011. 화재사고 10건 중 5건은 '부주의'. 가스신문.
- 이승훈. 2009. 화재조사이론과 실무폭발감식. 동화기술.
- 이주영. 2011. 양재동 주택, 전기장판 과열로 인한 화재 발생. 119매거진.
- 임용배, 전정채, 박찬업, 배석명, 고원식. 2009. 전기화재 예방을 위한 국가전기안전망 구축 방안. 한국 산학기술학회논문지. 10(9): 2267-2273
- 탁송수, 이승림, 류영돈, 이수경. 2006. 부천 대성에너지(주) LPG 충전소 가스폭발사고 8주년에 따른 안전관리현황 고찰. 한국가스학회 2006년도 추계학술발표회 논문집.

- 하동명. 2006. 프로판가스의 화재 및 폭발 특성치에 관한 연구. 한국가스학회지. 10(2): 33-39.
- 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 2003. 플라스틱류의 화재특성 연구.
- 현성호, 김명철, 김유선, 김인범, 이창우, 전성균. 2011. 방화방폭공학. 서울: 신광문화사.
- 황보원석. 2003. 휘발성 유기용제로 인한 폭발사고와 원인 규명에 관한 연구. 울산대학교 석사학위논문.
- 황태연. 2006. 사고사례(사격장 사고). 화재안전점검. 115: 58-63.
- Quintiere, J. G. 1998. *Principles of Fire Behavior*. NY: Delmer, Gengage Learning.

金恩境: 현재 강원대학교 소방방재학부 소속 소방방재공학 전공 학부생이다.

鄭榮振: 인하대학교에서 공학박사 학위를 취득하고(논문: 크라운에테르유기산유도체의 합성 및 특성연구, 1993), 현재 강원대학교 소방방재학부 소방방재공학전공 교수로 재직중이다. 세부전공 분야는 화재연소 및 위험물안전, 화재위험성평가 등이며, "Comparison of combustion properties of native wood species used for fire pots in Korea(2010)", "Flame retardant properties of polyurethane produced by the eddition of phosphorous containing polyurethane oligomers (II)(2009)" 등의 연구논문이 있다(yjchung@kangwon.ac.kr).

투 고 일: 2013년 01월 28일

수 정 일: 2013년 02월 23일

게재확정일: 2013년 02월 26일

Analysis of Fire for Fire Embers, Sparks, and Fire Source Neglect

Eun Kyoung Kim, Yeong Jin Chung

In general, our society is the fact that the extremely low interest and concern about the fire yet. This study was investigated for negligence of fire for fire embers, sparks, and fire source neglect. Inadvertently caused the fire will occur due to several causes, including cigarette butts, cooking food in, waste incineration, embers of flame. sparks, and fire source neglect. The survey by the National Fire Information System of the National Emergency Management Agency (NEMA) in the last five years (2007–2011), the statistics were analyzed. The result of a fire caused by the fire embers, sparks, and fire source neglect and annual average 827 cases accounted for 11.54% of the entire fire occurs, damage the lives of average annual 36 (14.48%), damage to property, the annual average 2,564,467 won (16.63%) of damage each year occurred. The fires occur mainly in residential areas or industrial facilities. We need to pay a little more attention and care for the indifference and negligence each year that occur as a fire.

Key words: negligence, fire embers, sparks, fire source neglect.