

그림 2. 산업혁명 이후 지구의 연평균 온도 변화.

발생 지역과의 관계를 조사한 결과에 의하면 해수 온도가 26.5°C인 해역과 태풍이 될 가능성이 있는 열대성 저기압 발생 해역이 일치하고 있다. 지구 온난화에 따른 환경 변화의 또 다른 예로서 엘니뇨(El-Nino) 현상을 들 수 있다. 엘니뇨는 동태평양의 적도선 부근 해역에서 해수면의 온도가 평균보다 2~10°C 높은 상태가 6개월에서 1년반 정도 지속되는 현상으로, 정확하게는 해수면 온도가 0.5°C 높은 상태가 6개월 이상 지속되는 현상을 의미한다. 이외에도 지구 온난화는 해수면의 상승을 초래한다. 이러한 해수면의 상승은 해수 자체의 팽창과 알프스, 알래스카 등의 산악 빙하의 용해, 그린란드에 있는 얼음의 용해에 의해 일어난다. 해수 자체의 팽창에 의한 해수면 상승의 경우 해양의 어느 깊이까지 온도가 상승할 것이며 해류가 어떻게 영향을 줄지에 대해 정확하게 예측하기가 곤란하지만, 최근의 계산 결과에 의하면 지구 평균 온도가 1°C 상승할 경우 해수면은 약 40 cm 상승하는 것으로 예측되고 있다. 산악 빙하의 용해에 의한 해수면 상승의 경우 산악 빙하가 모두 녹을 경우 약 60 cm 정도 상승될 것으로 예측되며, 부분적으로 용해가 일어나는 21세기에는 20 cm 정도의 해수면 상승이 있을 것으로 예측된다. 한편, 그린란드에는 지구상의 8%에 달하는 얼음이 존재하고 있으며, 이들 얼음이 녹게 되면 상당한 해수면의 상승이 예측되고 있다.

### 3. 지구 온난화를 유발하는 인자

앞서 언급한 바와 같이 지구 온난화는 온실 효과에 의해 일어나는데, 이러한 온실 효과를 유발하는 기체를 온실 가스(greenhouse gas)라고 하며, 수증기, 이산

화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 오존(O<sub>3</sub>), 염화탄소류 기체(CFCs, HFCs, PFCs) 및 SF<sub>6</sub> 가스가 여기에 속한다.

이산화탄소는 온실 가스 중 대기 중의 온도와 온실 효과에 기여하는 비율이 가장 높다. 이산화탄소는 화석연료의 사용, 산림 파괴 등에 의해 대기 중으로 배출되는데 매년 인간 활동에 의해 배출되는 이산화탄소 중 약 48%가 대기 중에 축적되고 있다. 메탄은 천연가스의 주성분이며, 미생물에 의하여 자연적으로 발생하는 메탄가스도 온실 효과의 원인으로 알려지고 있다. 메탄이 온실 효과에 기여하는 비율은 18%로 상대적으로 다른 가스에 비해 높은 편이며, 석탄 광산과 천연가스 누출을 제외하고는 메탄가스의 발생은 주로 생물체에 의해 일어난다. 아산화질소는 화석연료의 연소, 벌목, 질소 비료의 사용에 의하여 주로 생성되며, 화석연료의 사용량이 증가함에 따라 아산화질소의 생성도 계속적으로 증가하고 있다. 성층권에 존재하는 오존은 자외선 흡수 등의 역할을 하는 것으로 알려져 있으며, 대류권에 존재하는 오존이 이산화탄소, 메탄 등과 함께 온실 효과를 유발하는 것으로 알려져 있다. 프레온 가스(CFC)는 오존층 파괴의 원인 물질이기도 하지만 온실 효과에도 상당한 기여를 하는 것으로 알려져 있다. 프레온 가스 11과 12는 1 분자당 이산화탄소의 10,000배의 온실 효과가 있다. SF<sub>6</sub>는 주로 electric power industry에서 사용되며, 전체 온난화 가스 배출량에서 차지하는 비율은 매우 낮지만 이산화탄소의 23,900배의 온실 효과가 있어 규제의 대상이 되고 있다. 다음의 표 1은 주요 온실 가스의 특징을 나타낸 것이다[2].

### 4. 온실 가스 방출에 대한 정부 차원의 대책[3]

지구 온난화를 방지하기 위해서는 온실 가스의 배출 규제나 산림 보호 등의 국제적인 협조체제가 이루어져야 한다. 초기에는 완벽한 공해 방지 시설이 요구되는 선진국이 경쟁력 확보 차원에서 상대적으로 규제가 느슨한 개발도상국에 대해 환경 문제를 간섭하였다. 그러나, 국지적으로는 해결하지 못하는 범지구적 환경 문제의 존재를 인식하면서 지구 온난화 문제가 논의되기 시작하였다. 국제적인 환경 정책의 출발점은 1972년 스톡홀름 회의로, 이 회의에서 유엔 환경 프로그램(UNEP, UN Environment Program)이 작성되었다. 이

표 1. 주요 온실 가스의 특징

구분	이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	메탄(CH <sub>4</sub> )	아산화질소(N <sub>2</sub> O)	염화불화탄소(CFCs) 및 대체물질 (HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> )
대기권에서 체류기간	50~200년	20년	150년	65~3,200년
배출원	화석 연료의 연소 삼림 연소	박테리아의 유기물 분해	석탄, 질소 비료 사용 폐기물 소각	냉매, 세척제 및 스프레이 제품 사용
산업혁명 이전 농도 (1870년대)	280 ppm	700 ppm	275 ppb	-
1990년 농도	353 ppm	1,714 ppm	312 ppb	280 ppt (CFC-11) 503 ppt (CFC-12)
연평균 농도 증가 (%)	0.4	0.8	0.25	4
1990년 수준의 농도유지 조건	60~90% 감축	15~20% 감축	70~80% 감축	

어 1979년 제네바에서 각국 정부에 인위적인 기후 변화에 따라 발생 가능한 부정적인 영향을 예측하고 방지할 것을 촉구하는 제 1회 세계기후회의가 개최되었다. 1987년에는 세계환경개발위원회에서 대기 보호와 온실 가스 배출의 감축을 요구하는 "Our Common Future"를 발간하여 환경 보호에 대한 경각심을 불러 일으켰으며, 1988년에는 이산화탄소의 배출량을 2005년까지 1988년 수준의 20% 정도를 감축하는 것을 요구하는 토론토 회의가 개최된 데 이어 UNEP와 세계 기상기구(World Meteorological Organization)에 의해 기후 변화에 대한 정부간 협의체인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)가 설립되었다.

1992년 6월에 개최된 리우환경회의에서는 지구 온난화 예방을 위한 유엔 기후변화 협약(UNFCCC, UN Framework Convention on Climate Change)이 채택되었고, 1994년 3월 21일 50개국 이상이 협약에 가입함에 따라 발효되었다. 이 협약에서는 책임 및 능력에 입각한 의무 부담의 원칙, 개발도상국의 특수 사정 배려의 원칙, 기후 변화의 예측 및 그 방지를 위한 예방적 조치 시행의 원칙, 모든 국가의 지속 가능한 성장 보장 원칙 등이 기본 원칙으로 채택되었으며, 배출량 감축을 위한 자체적 국가전략 수립·시행 및 이의 공개, 당사국총회(COP, The Conference of the Parties)에 배출량 및 흡수량에 대한 국가 통계와 정책 이행에 관한 국가 보고서 제출을 공통 의무사항으로 규정하였다. UNFCCC가 발효됨에 따라 현재는 당사국총회(COP)가 기후 변화 회의의 최종 의결 기구가 되었으며, 1997년 교토에서 개최된 제 3차 당사국총회에서 OECD 24개국, EU 및 일부 동구권을 포함하여 약 40개국에 대해 온실 가스의 배출량 감축을 규정한 교

토의정서(The Kyoto Protocol)를 채택하였다. 교토의정서에는 선진국의 구속력 있는 온실 가스 감축 목표 설정, 공동 이행제도, 청정개발체제 및 배출량 거래제 등 시장원리에 따른 새로운 감축 수단 도입, 국가간 연합으로 공동 감축목표 달성 허용 등이 주요 내용으로 포함되어 있다. 이를 바탕으로 교토의정서의 구체적인 실천을 위한 절차 및 이행 규칙에 대한 협의가 당사국총회를 통하여 지속적으로 협의되었으며, 2001년 11월에 개최된 제 7차 당사국회의에서 교토의정서에 대한 구체적인 이행 규칙이 합의되었다. 2002년 10월 현재 EU, 일본, 한국 등 96개국이 교토의정서를 비준하였으나, 이산화탄소 최다 배출국인 미국이 자국 산업의 보호를 위하여 협약 이행을 거부함에 따라 아직 발효되지 못하고 있다. 그러나, 미국에 대한 협약 비준 압력이 국내외적으로 계속되고 있으며, 교토 의정서에서는 1990년 기준 온실 가스 배출량의 55%를 차지하고 있는 55개국 이상이 비준하면 발효가 되도록 규정하고 있어 단시일 내에 교토의정서가 발효될 것으로 전망된다. 교토의정서가 발효되면 일차적인 감축 의무가 있는 선진국을 중심으로 선발 개도국에 대한 압력이 강화될 것으로 예측되며, 세계 10위의 온실 가스 배출국인 한국도 에너지, 산업 및 환경 정책을 재정비하여 온실 가스 감축 의무에 대해 적절하게 대처하여야 한다.

### 5. 지구 온난화와 Mg 산업

마그네슘합금은 현재 사용되고 있는 구조용 금속 재료 중에서 밀도가 가장 낮으며, 주조성 및 기계 가공성이 우수하고 진동 흡수능 및 전자파 차폐능이 탁월

하여 자동차 및 전자 부품의 경량화 소재로서 급속히 적용분야가 확대되고 있다[4-6]. 특히, 휴대용 전자기기 및 가전제품의 경우 전자파의 인체 유해성에 대한 논란 및 재활용을 통한 환경 오염 저감의 필요성 등으로 인하여 기존의 플라스틱 케이스가 마그네슘합금 케이스로 급속하게 대체되고 있으며, 이에 국내 전자산업계에서도 마그네슘합금 제품의 채용을 확대하고 있다. 또한, 전자산업과 더불어 국내 2대 산업의 하나인 자동차 산업에서도 연비 향상을 통한 연료 소비 절감과 배기가스 방출에 의한 대기 오염을 감소시키기 위하여 경량화에 대한 필요성이 증가함에 따라 마그네슘합금 제품의 적용을 적극 검토하고 있으며, 고급 승용차를 중심으로 일부 제품이 적용되고 있다.

마그네슘은 산소와의 친화력이 크고 증기압이 높아 용탕이 대기에 노출되었을 경우 격렬한 산화 및 발화가 일어나므로, 합금의 용해·주조공정에서 산화 및 발화를 억제하기 위해 합금 원소 첨가, 용제(flux) 또는 보호성 가스를 용탕 표면에 도포하여 용탕을 보호하는 방안이 연구가 수행되어 왔다. 초기에는 염화물계 용제를 표면에 도포하여 용탕과 산소와의 접촉을 차단하는 방법이 사용되었으나, 마그네슘 용탕과 용제와의 반응에 의해 용탕 일부가 손실될 뿐만 아니라 주조 과정에서 반응 생성물이 유입되어 최종 제품의 기계적 특성과 내식 특성을 악화시킴에 따라 용제를 사용하는 대신에 보호성 가스를 도포하여 용탕을 보호하는 방법에 대한 연구가 진행되어 왔다. 보호성 가스로서는 SO<sub>2</sub> 가스가 오래전부터 사용되어 왔으나 SO<sub>2</sub> 가스는 인체에 유독하며, steel 재질의 장비를 부식시켜 장비의 수명을 단축시키는 문제점으로 인하여 사용에 제한이 있다. 또한 SO<sub>2</sub> 반응물의 퇴적에 의한 폭발사례가 보고 되어 구미의 몇몇 회사에서는 SO<sub>2</sub> 가스의 사용이 금지되어 있기도 하다. 이후 Ar이나 N<sub>2</sub> 등의 불활성 가스를 이용하여 용탕을 보호하는 방안이 시도되었으나, 실제 산업 현장에 적용하기에는 용탕 보호 효과가 미미하였다. 용제를 사용하지 않고 보호성 가스를 이용하여 용탕을 보호하는 무용제 공정(fluxless process)이 산업 현장에 본격적으로 적용되기 시작한 시점은, 보호성 가스로서 SF<sub>6</sub> 가스의 응용 기초가 확립된 1970년 이후이며, 그 후 무용제 공정에 기초하여 마그네슘 관련 산업은 현재까지 비약적인 발전을 거듭해 왔다.

SF<sub>6</sub> 가스는 무색무취(無色無臭)로 다른 보호성 가스

에 비해 특별히 인체에 해롭지는 않은 것으로 알려져 있다. SF<sub>6</sub> 가스는 공기와 비교하여 비중이 약 5배이며, 800°C까지는 열적으로 안정하여 마그네슘 용탕 보호에 적합하다(마그네슘의 녹는점은 650°C이며, 현재 제품 제조에 가장 널리 적용되는 다이캐스팅 공정의 경우 670~720°C 온도에서 조업이 이루어진다). SF<sub>6</sub> 가스의 주된 사용 분야는 electric power industry로서 circuit breakers, gas-insulated substations 및 gaseous dielectric switchgear 등에 적용되고 있으며, 세계적으로 매년 생산되는 6,500~7,500톤의 SF<sub>6</sub> 가스 중 70% 정도가 이 분야에 사용된다. 사용되는 SF<sub>6</sub> 가스는 철저한 관리에 의해 대기 중으로 방출되지 않도록 해야 하지만, 1998년 미국의 통계에 의하면 연간 7백만 톤의 CO<sub>2</sub>(MMTCE: million metric tons of carbon equivalent)에 해당하는 SF<sub>6</sub> 가스가 대기 중으로 방출되는 것으로 추정된다. 이 양의 대부분은 electric power industry에서 방출되는 것이지만 마그네슘합금의 용해 및 주조공정에서의 사용량 및 배출량도 약 30% (1997년 미국통계)에 이른다. 이와 같은 SF<sub>6</sub> 가스의 방출량은 현재 방출되는 온실 가스의 총량을 기준으로 할 때 많은 양이 아니지만, 표 2에 나타난 바와 같이 SF<sub>6</sub> 가스는 GWP(Global Warming Potential)가 23,900

표 2. 여러 가지 온실 가스의 Global Warming Potentials (100 year).

Gases	GWP (100 years)
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	1
Methane(CH <sub>4</sub> )	21
Nitrous oxide (N <sub>2</sub> O)	310
HFC-23	11,700
HFC-125	2,800
HFC-134a	1,300
HFC-143a	3,800
HFC-152a	140
HFC-227ea	2,900
HFC-236fa	6,300
HFC-4310mee	1,300
CF <sub>4</sub>	6,500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9,200
C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7,000
C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7,400
PFCs	6,500-9,200
CFCs	16,000
SF <sub>6</sub>	23,900

으로 온실 가스로 분류되고 있는 가스 중 가장 그 효과가 큰 가스이다[2]. 또한 대기 중에서 분해되지 않고 남아 있는 기간으로 볼 때 메탄은 약 10년, 이산화탄소 및 프레온 가스 등이 약 100년으로 추정되는 반면, SF<sub>6</sub> 가스는 3,200년으로 극히 오랜 기간 분해되지 않고 대기 중에 잔존하기 때문에 연간 방출되는 양이 작더라도 오랜 기간 누적되면 그 파장이 엄청난 가스이다. 대기 중의 SF<sub>6</sub> 가스의 농도를 조사한 결과에 의하면 1953년 이래 SF<sub>6</sub> 가스의 농도가 수백배 증가한 것으로 보고되고 있다.

## 6. SF<sub>6</sub> 가스의 절감 및 대체 방안

마그네슘의 용해에 있어서 일반적인 불활성 가스를 사용할 경우에는 용탕 표면에 보호성 피막이 형성되지 않기 때문에 마그네슘의 증발이 일어나 용해로 내부의 상대적으로 온도가 낮은 부위에 부착되고, 부착된 미세한 결정구조의 생성물은 조업과정이나 조업 후 대기에 노출될 경우 자연 발화되기 때문에 폭발의 위험이 있다. 따라서 현재까지는 SF<sub>6</sub> 가스의 사용이 불가피하며, SF<sub>6</sub> 가스의 사용공정 및 설비를 최적화함으로써 방출되는 SF<sub>6</sub> 가스의 양을 줄이려는 노력이 경주되고 있다. SF<sub>6</sub> 가스의 농도가 일정량 이상이 되면 용탕의 표면에서 SF<sub>6</sub> 가스는 분해되어 HF 및 SO<sub>2</sub> 가스가 발생하고, 수분이 존재하는 분위기에서는 두가지 가스 모두 산을 형성하면서 도가니로 사용하는 철계 소재의 벽에 다공질의 scale을 만든다. 이는 부식의 원인이 되는데 부식속도는 SF<sub>6</sub> 가스의 농도가 증가함에 따라 급격히 증가한다. 따라서 IMA(International Magnesium Association)에서는 보호성 가스로 사용하는 SF<sub>6</sub> 가스의 농도를 0.5% 이하로 권장하며, 혼합가스의 수분함량을 줄이도록 하고 있다.

SF<sub>6</sub> 가스를 대체하기 위한 연구의 일환으로 SF<sub>6</sub> 가스의 사용 공정 이전부터 사용하던 CO<sub>2</sub>나 SO<sub>2</sub> 사용공정을 개선하여 보다 효과적인 사용을 위한 연구들이 진행 중에 있다. SO<sub>2</sub> 가스의 경우 공기와 일정량 혼합하여 사용하면 용탕의 표면에 두꺼운 산화층을 형성하여 산화속도를 낮추지만, 형성되는 산화층이 SF<sub>6</sub> 가스를 사용할 때의 산화층에 비해 용탕 보호 효과가 떨어지고, 작업자의 눈이나 목에 손상을 준다는 문제점이 있다. 그러나, 최근의 연구 결과에 의하면 SO<sub>2</sub> 가스를 사용하는 경우에도 이산화탄소를 적절하게 혼합하여 사

용할 경우 700°C 이상의 고온에서 뿐만 아니라 일상적으로 습기가 있는 분위기에서도 내산화성을 높이는 것으로 보고되고 있다. 따라서 SO<sub>2</sub>를 사용하는 공정 연구의 대부분은 SO<sub>2</sub> 가스와 혼합하여 사용하는 가스의 종류 및 양을 변화시키면서 가장 효과적인 가스의 종류 및 혼합비율을 조사하는데 초점이 맞추어져 있다. 최근 이와 같은 SO<sub>2</sub> 가스 사용에 관한 많은 연구가 진행되면서 공기와 1~4%의 SO<sub>2</sub> 가스를 혼합한 보호성 가스의 경우 산화억제효과가 크고 인체에 크게 해롭지 않으며, 폭발의 원인이 되는 퇴적현상도 나타나지 않는 것으로 확인되었다. 다만 SO<sub>2</sub> 가스의 저장, 취급 및 방출에 따른 기술적 어려움이 현재까지는 문제점으로 지적되고 있다.

이와 같이 SO<sub>2</sub> 가스를 사용하는 공정 개발에 관한 연구 외에 전혀 새로운 보호성 가스를 적용하기 위한 연구도 수행 중에 있다. 호주에서는 hydrofluorocarbon 1,1,1,2 tetrafluoroethane (HFC-134a or R-134a)을 이용하여 마그네슘 용탕을 보호하는 기술을 개발했다고 발표하였다. 이들의 주장에 따르면 HFC-134a 가스의 용탕 보호 효과는 SF<sub>6</sub> 가스의 용탕 보호 효과 이상이며, GWP가 SF<sub>6</sub> 가스의 1/18 정도이고, 가격도 SF<sub>6</sub> 가스의 1/3인 장점이 있는 것으로 보고하였다. 그러나 아직까지는 실험실 규모의 결과로 현재 양산용 설비의 적용을 검토 중인 것으로 알려져 있다. 그러나 HFC-134a 가스 또한 GWP가 1,300으로 SF<sub>6</sub> 가스의 GWP에는 미치지 못하나 역시 강력한 온실 가스이며, 현재 그 사용을 제한하고자 하는 가스중의 하나로서 SF<sub>6</sub> 가스의 사용을 완전 대체하기에는 미흡한 점이 있다.

현재 가장 현실적이며 지구 온난화를 억제할 수 있는 마그네슘 용탕 보호 방법으로 첨가원소를 이용하여 마그네슘 용탕 자체의 산화를 근본적으로 억제하는 기술이 개발되고 있다[7]. 마그네슘에 알루미늄(Al), 베릴륨(Be), 칼슘(Ca) 등을 첨가하게 되면 고온에서도 마그네슘 용탕의 산화 및 발화가 억제되는 것으로 알려져 있다. 일반적인 다이캐스팅 공정에서도 산화억제를 위해 합금에 약 5~30 ppm의 베릴륨을 첨가하고 있으나, SF<sub>6</sub> 가스 등의 보호성 분위기를 제거하는 경우 내산화성이 급격히 감소한다. 또한 베릴륨의 첨가량을 증가시키면 용탕의 내산화성은 개선되는 경향이 있지만 주조재의 결정립이 조대화되어 기계적 특성을 저하시키는 문제가 있다. 반면 칼슘을 첨가하



는 경우 마그네슘 용탕 표면에 치밀한 산화층을 형성하여 산화 및 발화를 극도로 억제하기 때문에 가장 유력한 SF<sub>6</sub> 가스의 절감 및 대체 방안으로 제시되고 있다.

그림 3은 상용 마그네슘합금과 Ca를 첨가한 마그네슘합금의 용탕 산화 거동을 비교하여 나타낸 것으로, 용탕 표면에 보호성 가스를 도포하지 않고 대기 중에서 상용 마그네슘합금을 용해할 경우에는 용탕 표면에 다공질의 MgO 피막이 형성되어 용탕과 산소와의 접촉을 효과적으로 차단하지 못하므로 용탕 표면에서 격렬한 발화 반응이 일어난다. 이를 방지하기 위해서 현재는 공기와 이산화탄소, SF<sub>6</sub> 가스를 적절하게 혼합한 보호성 가스를 표면에 도포하여 산소와 용탕의 접촉을 차단하는 방법을 사용하고 있다. 그러나, 그림 3(b)에 나타낸 바와 같이 Ca를 함유하는 합금의 경우에는 용탕 표면에 치밀한 구조를 갖는 MgO+CaO 산화층이 형성되어 용탕과 산소와의 접촉을 차단함으로써, 대기 중에서 보호성 가스나 용제를 사용하지 않고 용탕의 발화를 억제할 수 있다.

그림 4는 대기 중에서 보호성 가스나 용제를 사용하지 않고 산화시킨 상용 마그네슘합금 및 Ca 첨가 마그네슘합금의 표면 상태를 비교하여 나타낸 것으로, 그림 4(a)에 나타낸 바와 같이 상용 마그네슘합금의 경우 용탕 표면에서 격렬한 발화 반응이 일어난데 비

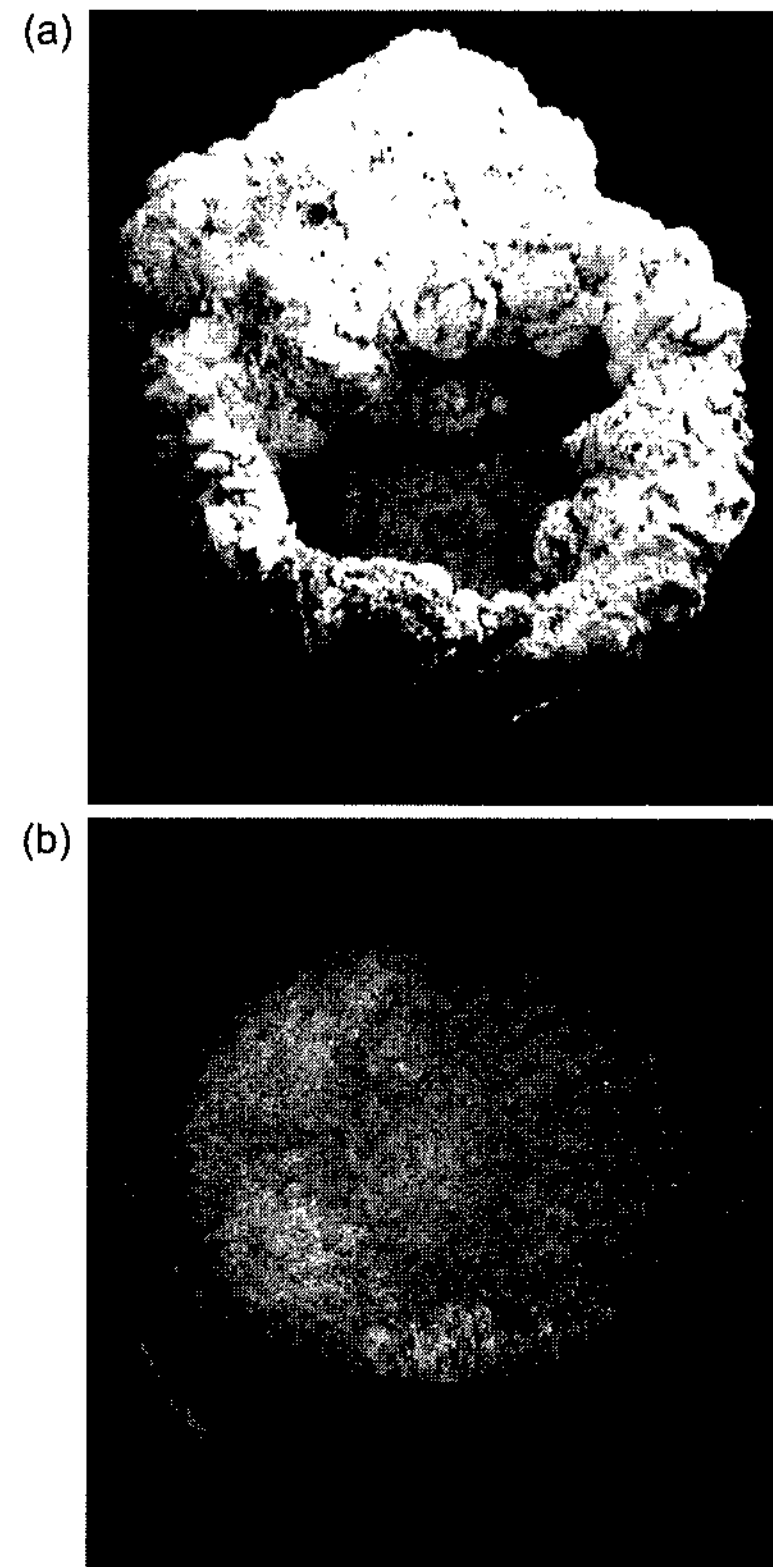


그림 4. 대기 중에서 산화시킨 상용 마그네슘합금 및 난연성 마그네슘합금의 표면 상태 비교; (a) 상용 마그네슘합금 (b) Ca 함유 마그네슘합금.

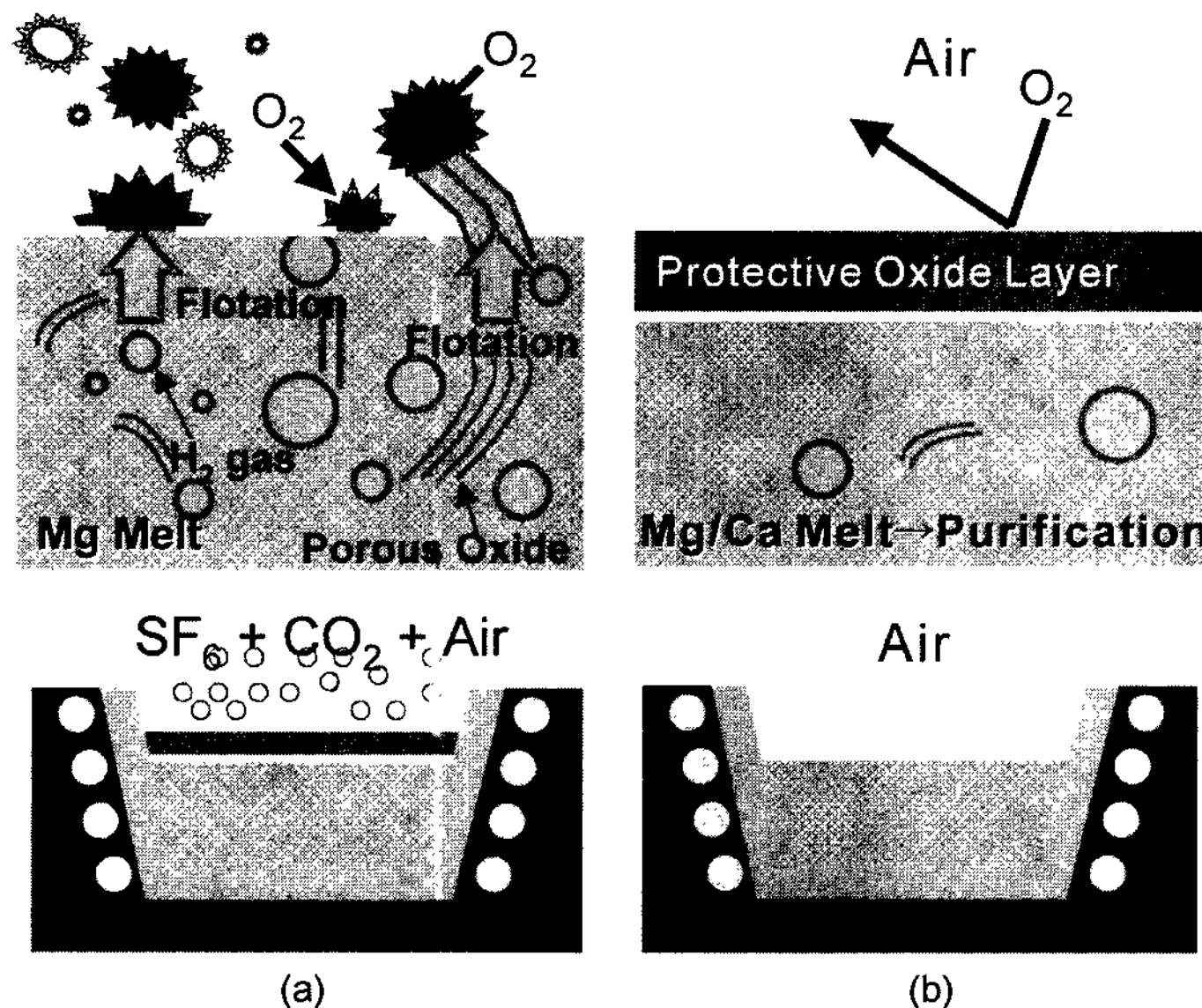


그림 3. 상용 마그네슘합금과 Ca를 첨가한 마그네슘합금의 용탕 산화 거동; (a) 상용 마그네슘합금 (b) Ca를 첨가한 마그네슘합금.

하여, 그림 4(b)에 나타낸 바와 같이 Ca를 첨가한 마그네슘합금의 경우 용탕 표면에서 발화가 일어나지 않았다.

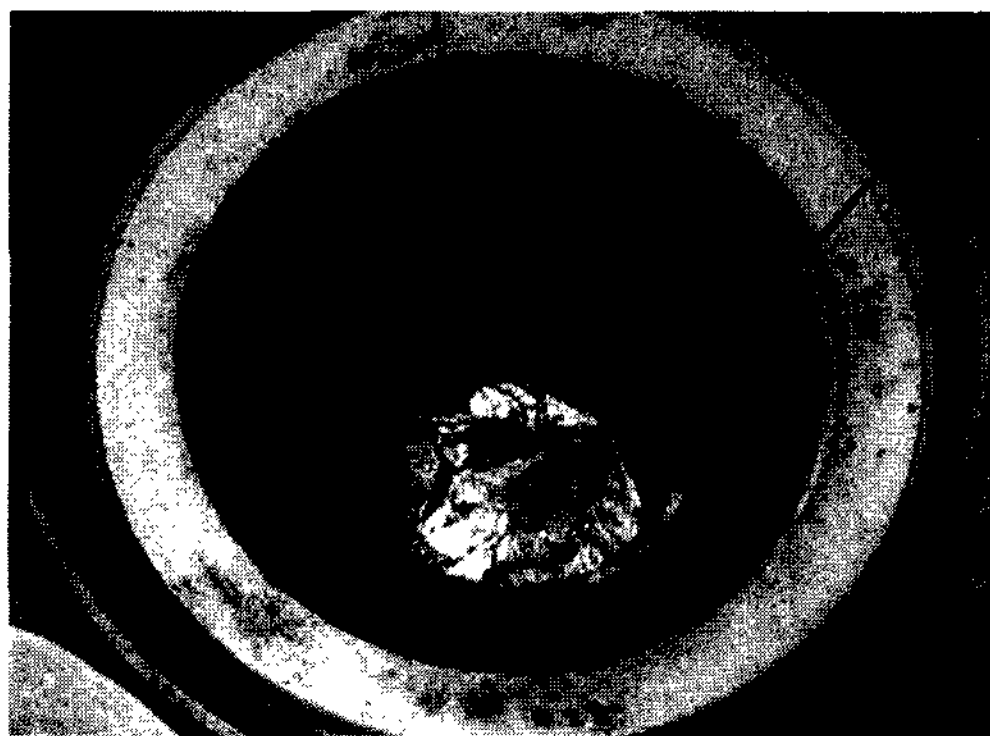
그림 5는 대기 중에서 보호성 가스나 용제를 사용하지 않고 Ca 첨가 마그네슘합금을 용해·주조한 결과를 나타낸 것으로, 용탕 표면에서의 발화 없이 안정적으로 용해 및 주조를 행할 수 있음을 알 수 있다.

일본에서 1990년대 초 난연성(難燃性) 마그네슘합금이라는 이름으로 개발된 칼슘을 첨가한 합금에 관한 연구는 현재 일본, 독일, 이스라엘, 한국 등에서 본격적인 연구를 수행하고 있다. 그러나 이와 같은 내산화성을 얻기 위해서 첨가해야 하는 칼슘의 양은 합금의 화학적 및 기계적 특성을 변화시킬 수 있는 양이기 때

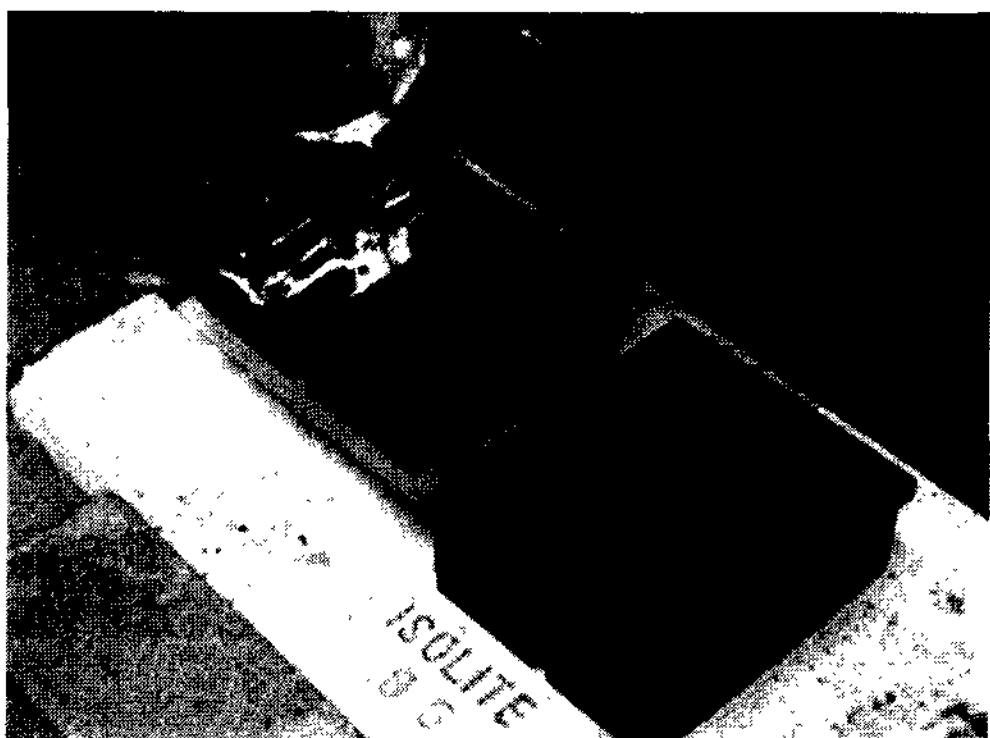
문에 특성변화에 관한 연구와 더불어 용도에 따른 새로운 합금의 설계 및 적용 연구가 향후 SF<sub>6</sub> 가스의 절감 및 대체의 열쇠이다.

## 7. 맺음말

현대 문명이 급속히 발전하면서 소형 경량화에 대한 소비자의 욕구가 급증함에 따라 마그네슘합금이 각종 산업에서 차지하는 비중이 점차 증가하고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 마그네슘은 대기 중의 산소와의 친화력이 매우 커 합금 및 제품 제조시 보호성 분위기를 유지하여야 하며, 현재 가장 널리 사용되고 있는 용탕 보호 방법은 SF<sub>6</sub> 가스와 CO<sub>2</sub> 가스를 혼합한 가스를 용탕 표면에 도포하는 방법이다. 그러나, CO<sub>2</sub> 가스는 대표적인 지구 온난화 가스로서 전 세계적으로 배출량을 제한하려 하고 있으며, SF<sub>6</sub> 가스 역시 향후에는 그 사용량이 극히 제한되거나 금지될 것으로 예측되고 있다. 실제로 최근 IMA는 자발적으로 2010년까지 마그네슘합금 지금 및 제품 생산 공정에서 SF<sub>6</sub> 가스의 사용을 완전히 배제하는 환경오염 방지안을 채택하였다. 따라서, 향후 마그네슘 관련 산업뿐만 아니라 마그네슘합금 제품이 주로 적용되고 있는 자동차 및 전자산업의 경쟁력을 강화하기 위해서는 SF<sub>6</sub> 가스를 대체한 친환경적 마그네슘합금 용해·주조기술의 실용화가 절실하게 요구된다.



(a)



(b)

그림 5. Ca 함유 마그네슘합금의 대기 중 용해 및 주조 과정; (a) 용해 (b) 주조.

## 참 고 문 헌

- [1] M.J. Park: KISTI Technical News Brief, 2002. 12.
- [2] 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- [3] J.S. Kim: KISTI Technical News Brief, 2002. 11.
- [4] S.C. Park and K.S. Shin: Bull. Kor. Inst. Met. & Mater., 9(1996) 160.
- [5] C.D. Yim, M.Y. Jang, K.S. Shin, H.K. Lee and S.C. Choi: Bull. Kor. Inst. Met. & Mater., 10(1997) 795.
- [6] Y.G. Na, C.D. Yim and K.S. Shin: J. Kor. Foundrymen's Soc., 22(2002) 144.
- [7] W.W. Park and B.S. You: J. Kor. Foundrymen's Soc., 19(1999) 144.