

## 特輯

# 고분자와 고분자 복합재료는 정말 환경에 유해한가?

이 대 길 한국복합재료학회 총무이사

우리 인류의 역사는 구석기, 신석기, 청동기 및 철기 시대를 거쳐서 현재의 문명에 도달하였으며, 현재의 문명을 고분자 및 신소재의 시대라고 불러도 무방할 것으로 생각한다. 왜냐하면 우리의 일상생활에 필요한 도구들인, 컴퓨터, 필기도구, 옷, 쓰레기통, 여행용 가방 등의 소재가 대부분 고분자로 이루어졌으며, 비행기 자동차등에도 금속에 뒤지지 않은 양의 고분자와 고분자 복합재료가 사용되고 있다. 앞으로 자동차, 비행기 및 기차와 같은 Vehicle은 항속거리를 늘리고, 연비향상을 위하여 좀더 많은 양의 고분자와 고분자 복합재료가 사용될 것으로 예견된다.

구석기와 신석기 시대의 인류는 자연에서 얻은 돌(세라믹)과 동물의 가죽 및 뼈 등(고분자)을 사용하

여 오다가, 산업혁명 때부터 많은 양의 철을 사용하여 왔다. 그러나, 철로 만든 제품만으로는 문명의 발전에 한계가 있기 때문에 이제는 과거 우리의 조상들이 사용한 고분자와 세라믹을 좀 더 발전시켜서 대량으로 사용하고 있다. 고분자와 고분자 복합재료가 일상생활에 미치는 영향은, 우리가 입고 있는 화학섬유(예를 들면 폴리에스터)로 된 옷과, 탄소섬유 고분자 복합재료로 이루어진 테니스라켓, 골프채, 낚시대 등을 생각하면 잘 알 수가 있다. 고분자와 고분자 복합재료는 앞으로 우리 일상 생활에 좀 더 깊이 파고들 것이며 곧 금속 재료의 사용을 능가할 것이라고 학자들이 예

측하고 있다 (Fig. 1 참고).

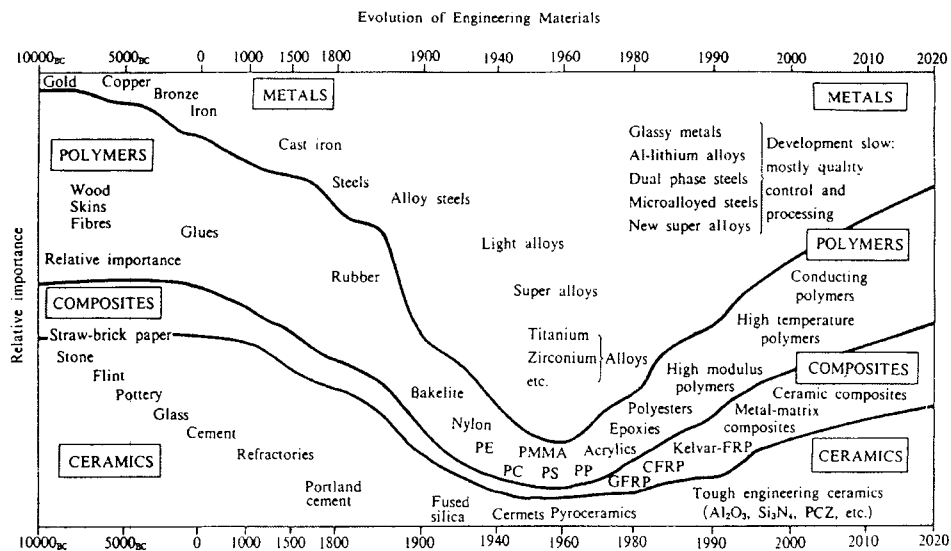


Fig. 1 네 가지 재료 (세라믹, 복합재료, 고분자 및 금속)들의 연대에 따른 상대적인 중요도 [Ashby, M. F. (1987) Technology of the 1990: advanced materials and predictive design, Phil. Trans. R. Soc. London, A322, 393]

작년까지만 해도 우리의 슈퍼마켓과 백화점은 물건을 한 개만 구입해도 여러 가지 그림이 그려진 (재활용을 고려하지 않은) 플라스틱으로 된 봉투에 넣어주었다. 그러나 정부와 환경 단체들의 환경오염에 대한 우려 때문에, 이제는 우리의 백화점이나 슈퍼마켓에서는 돈을 내지 않으면 (작은 액수지만), 플라스틱 봉투에 물건을 넣어주지 않는다. 어떤 백화점에서는 종이 봉투에 물건을 넣어주는 곳도 있으나, 종이는 매우 천천히 자라는 나무로 만들며, 또한 제조 시 많은 열을 사용하므로 플라스틱 봉투보다 지구 환경 보존에 유익하다고 쉽게 단정 지을 수 없다. 고분자 물질 쓰레기가 우리의 환경을 오염시키는 것은 사실이나, 지구의 생태계에 더 유해한 것은 우리가 사용하는 화석연료와 화석 연료 사용시 발생하는 이산화 탄소와 아황산 같은 유해 물질이다. 지구의 해수면의 높이가 일만년 전에는 현재보다 25 m 낮았다는 것은 잘 알려진 사실이며, 지구 온난화를 연구하는 학자들은 지구의 평균온도가 2050년까지 약 1도 상승하며, 지구 온난화를 일으키는 주 원인인 이산화탄소의 방출을 제재하지 않으면 지구의 해수면이 21세기 말까지 50cm 상승할 것으로 예측하고 있다. 지구의 온도는 빙하기의 끝 무렵에 1000년 이상 걸쳐서 녹았으며, 이때 지구표면의 평균 온도는 약 6도 상승하였으며, 10년마다 0.06도 씩 증가했으나, 현재는 10년 마다 0.2도 증가하고 있으며 이는 간과할 일이 아니다. 지난 100년간 유럽의 기후가 따뜻해지면서 유럽 산 나비 35종 가운데 2/3 가 서식지를 120 km 가량 북쪽으로 이동하였으며, 로마인 이야기를 읽어보면 클레오파트라 시대의 아프리카 북쪽은 비가 많이 오는 세계의 곡창 지대였으나 2000 여 년 만에 사막으로 변해버렸음을 알 수 있다.

이렇게 지구환경에 유해한 이산화탄소나 아황산가스는 수거가 매우 어려운 반면, 고분자와 고분자복합재료 쓰레기를 수거하는 것은 이에 비하여 상대적으로 쉽다.

우리의 농촌에서는 비닐하우스 안에서 청정 에너지인 태양에너지를 사용하여 겨울에 농사를 많이 짓고 있는 데, 비닐하우스에 의하여 채집된 에너지는 화석연료를 사용한 난방과 비교할 때, 비닐을 수거하여 소각할 때 방출되는 에너지 혹은 재생할 때 소요되는 에너지에 비하여 훨씬 클 것임이 명확하다. 농촌에서 자란 필자는 농사를 짓는 일에 대한 향수 때문에 가까운 논산 고향에서 고구마를 심은 적이 있었다. 오래 묵혀둔 땅이어서 잡초가 무성하였기 때문에 잡초를 제거하

는 것이 보통 일이 아니었다. 고구마를 심은 후에도 한 달에 두 번 정도 잡초를 뽑는 노력을 했으나, 장마철의 잡초가 자라는 속도는 나의 잡초 뽑는 일을 포기하게 만들었다. 그런데 옆 밭은 한번도 잡초를 뽑지 않아도 풀 한 포기 없이 고구마가 잘 자라고 있었다. 자세히 살펴보니 그 밭은 검은 플라스틱이 땅을 덮고 있었으며, 고구마는 플라스틱에 뚫어 놓은 구멍에 뿌리를 내리고 있었으며, 플라스틱 필름 때문에 다른 잡초들은 자라지 못하고 있었다. 주위를 자세히 살펴보니 모든 밭이 다 이와 같이 농사를 짓고 있었으며, 콩 및 옥수수과 같은 다른 곡식들도 이와 같이 재배되고 있었다. 예전에 우리의 부모들이 잡초를 뽑느라고 고생한 일과, 제조체에 의한 토질 오염을 생각하면 기막힌 영농법 개발이라고 아니할 수 없다. 얼마 전 TV프로그램에서는 이스라엘 사막에서 작은 구멍을 낸 플라스틱 파이프를 이용하여, 적은 양의 물로도 농사를 짓고 있으며, 사람이 누어도 터지지 않는 비닐하우스를 보여준 적이 있었다. 그러나 우리 농촌은 조금만 바람이 불어도, 그리고 겨울에 눈이 조금만 많이 와도 비닐하우스가 부서져서 수백억 원의 귀중한 농사를 망치는 일을 종종 접하게 된다. 우리나라 기계공학과 학사출신에게 농촌의 비닐하우스를 겨울에 눈이 오거나, 여름에 태풍이 불어도 안전하게, 그리고 농촌 인력의 노령화를 감안하여 내부의 프레임을 경량 복합재료를 사용하여 설계하라고 하면 아마도 할 수 있는 사람이 없을 것으로 사료된다. 즉, 고분자 재료와 고분자 복합재료가 우리 주변에서 철강 못지않게 많이 쓰임에도 불구하고 우리의 기계공학과 학사과정에 고분자 재료의 성질이나 가공에 대한 강의가 전무하여 이들 재료를 사용한 기계 설계 능력이 부족하며, 기계공학과 출신들은 고분자와 고분자 복합재료는 화공이나 화학과 비즈니스로 생각하여 자기와는 관련이 없는 것으로 생각하여 회피해 바리는 것이 일반적인 관행이다.

그러나 선진국은 이들 재료를 우리보다 훨씬 많이 활용하고 있으며, 항공기와 고속철도, 버스, 승용차등에 이들 재료를 활용하여, 연비, 승차감, 진동 및 소음 감소 효과를 얻고 있으며, 가장 정밀도가 요구되는 공작기계의 움직이는 부품에도 고분자 복합재료를 사용하여 고 강성 및 빠른 이송속도를 얻고 있다. 또한 공작기계의 베드에 폴리머 콘크리트를 사용하여 주철 제조 시 발생하는 이산화탄소와 열의 방출을 없애며, 큰 진동 감소 효과를 얻고 있다.

일반적으로 사람들은 금속은 재활용을 무한정할 수

있으나 고분자 복합재료는 무한정의 재활용이 어려운 것으로 이해하고 있다. 이것은 어느 정도 사실이나, 재활용할 때의 에너지를 고려하지 않은 고찰일 뿐이다. 일반적으로 금속을 제조할 때 요구되는 에너지는 고분자 물질의 제조 시 요구되는 에너지와 사용 후 소각하였을 때 발생하는 열량을 합한 것보다도 훨씬 많다 (Fig. 2 참고).

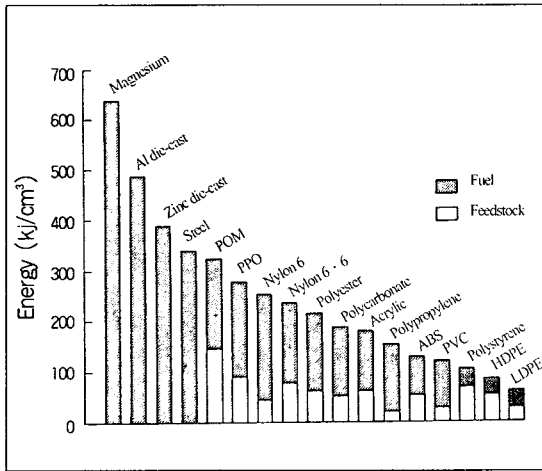


Fig. 2 금속합금과 플라스틱으로 제품을 제조할 때 필요로 하는 에너지 [McCrum and et al. (1997), Principles of Polymer Processing, Second ed. Oxford Science Publications, 12] (플라스틱은 제품 제조 시에 요구되는 에너지인 Feedstock과 연료로 사용하거나 소각하였을 경우의 열 발생 양인 Fuel로 구분하여 표시하였음).

결론적으로 고분자와 고분자 복합재료가 환경에 유해하므로 사용하지 말자는 쪽으로 유도하는 것보다는 이들 재료의 좋은 점과 폐기물 처리 및 금속 제품을 제조할 경우의 에너지 사용량 등을 교육시켜서 적극적으로 고분자 및 고분자 복합재료의 사용을 권장하는 것이 국제사회에서 우리 제품의 경쟁력을 높이며, 우리의 산업구조가 다른 선진국보다 에너지를 많이 사용하는 이류 국가의 오명을 벗을 수가 있다고 사료된다.