

한국광학산업의 기술현황 및 나아가야 할 방향

글 : 정해빈 박사/한국전자통신연구소



한국광학기협회는 지난 10월 17일, 한국종합전시장 4층 C회의실에서 1백 여명의 광학업계 관계자들이 참석한 가운데 제5회 광학기술세미나를 개최했다.

이날 오후 세미나에서는 △일본 광학산업의 발전사 및 한국광학산업을 위한 제언(일본 고노광학(주)), 이시가미 기술고문) △한국 광학산업의 기술현황 및 나아가야 할 방향(한국전자통신연구소, 정해빈 박사) △광학렌즈 가공기술 : 양산렌즈가공(한광산업(주), 박용경 전무) △광학렌즈가공기술 : 정밀렌즈가공(한국전광(주), 채진석 사장) △광학렌즈 공장자동화 현황과 전망 : 기계설비(광진정밀, 문병갑 대표) △광학렌즈 공장자동화 현황과 전망 : 가공(삼성항공산업(주), 이철구 이사)의 내용이 발표되었다.

이중 본보에서는 한국전자통신연구소 정해빈 박사가 발표한 한국광학산업의 기술현황 및 나아가야 할 방향을 전제하니, 관심있는 독자제현의 많은 참고바란다.

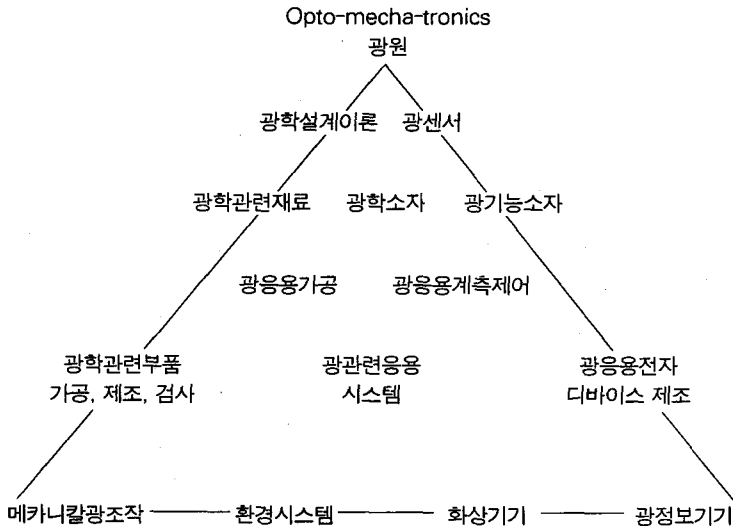
- 편집자 주 -

1. 서론

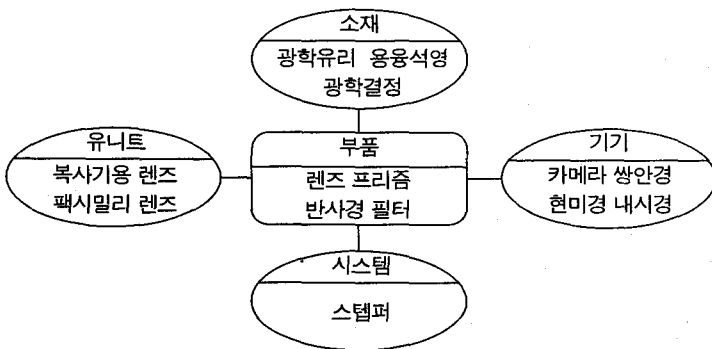
광의의 광산업은 광학적 원리를 이용하여 제품이나 용역을 만들어 내거나 광학적 원리를 이용할 수 있는 제품이나 용

역을 만들어 내는 산업이라 할 수 있다. 이러한 관점에서보면 이른바 옵토메가트로닉스(opto-mechatronics)가 모두 광산업의 범주에 포함된다고 할 수 있다. 광산업을 이와 같

이 정의하면 <그림 1>에 나타난 바와 같이 방대한 분야가 이에 포함됨을 알 수 있다. 하지만, 이러한 분야들을 모두 전통적인 광산업이라고 하기에는 어쩐지 너무 포괄적이라는 생



〈그림 1〉 광의 광산업



〈그림 2〉 협의의 광산업

각이 든다.

이러한 이유에서 여기에서는 이들중 렌즈, 프리즘, 필터 등의 전통적인 광학부품을 중심개념으로 하여 광산업 범주를 좁히고자 한다. 즉, 이들 광학부품과 광학부품을 만드는데 필요한 소재, 이들 광학부품들이 핵심적인 역할을 하거나 큰 비중을 차지하는 유니트, 기기, 시스템들만을 광학산업의 범주

에 포함시키도록 하겠다. 이들의 예는 〈그림 2〉와 같다.

이러한 이유에서 여기에서는 이들중 렌즈, 프리즘, 필터 등의 전통적인 광학부품을 중심개념으로 하여 광산업 범주를 좁히고자 한다. 즉, 이들 광학부품과 광학부품을 만드는데 필요한 소재, 이들 광학부품들이 핵심적인 역할을 하거나 큰 비중을 차지하는 유니트, 기기,

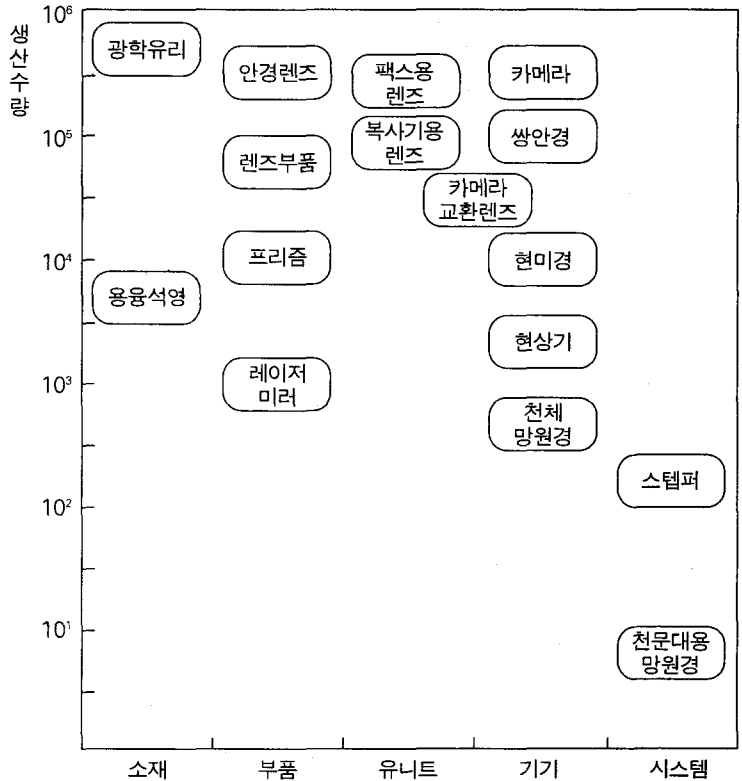
시스템들만을 광학산업의 범주에 포함시키도록 하겠다. 이들의 예는 〈그림 2〉와 같다.

광산업을 세분하는 기준으로는 제품단계 외에 생산수량을 들 수 있다. 동일한 제품단계에 속하더라도 그 생산수량에 따라 소요되는 기술이 다르기 때문에 이와 같은 분류가 타당하다고 여겨진다. 제품단계는 앞에서 이야기한 바와 같이 소재, 부품, 유니트, 기기, 시스템 등이 있다. 소재란 부품을 만드는데 쓰이는 재료로 광학유리, 광학결정, 플라스틱, 금속 등을 들 수 있다. 하지만, 기구물을 만드는데 들어가거나 다른 산업과 공통으로 사용되는 소재들은 제외하고 광학산업에서만 특징적으로 사용되는 광학유리와 광학결정만을 이 범주에 포함시키겠다. 부품은 가공에 의해서 완성되는 낱날로 떨어질 수 있는 최소 단위로 이 역시 여기에서는 렌즈, 프리즘, 광학필터, 회절격자 (diffraction grating) 등 광학적 원리를 이용하는 것만을 이 범주에 포함시키도록 하겠다. 유니트는 단독으로 하나의 주어진 기능을 할 수 있는 조립체로 정의하되 기기와의 구분은 이 상태만으로는 일반 소비자들에게 판매되지 못하며 다른 기기에 종속적으로 사용된다는 점으로 구분한다. 복사기용 렌즈, 팩시밀리용 렌즈 등과 같이

주로 렌즈계가 이에 포함된다. 기기는 광학적 원리가 주된 역할을 하면서 소비자에게 독립된 상품으로 판매되는 것으로 정의하였다. 카메라, 쌍안경, 현미경 등이 대표적인 제품이다. 복사기를 살펴보면 광학적 원리가 주요 기능의 하나로 쓰이는 기기는 하지만 광학부품이나 유닛이 전체기기에서 차지하는 비중이 작다는 점에서 광학 기기에 포함시킬 수 있는지 여부에 다소의 이론이 제기될 수 있다. 하지만 증복사기나 고속 복사기와 같은 고급기종으로 올라가면 광학계의 비중도 커지고 전체 성능에 광학계가 중요한 영향을 미치므로 광학기 기라는 것이 명백해진다. 끝으로 제품의 가장 상위단계라 할 수 있는 시스템은 복수의 독립적인 기기들을 결합하여 복합적인 기능을 하도록 한 것이다. 시스템 역시 광학계가 들어가는 것들이 많을 수 있으나 광학적인 원리가 중요한 역할을 해야 한다는 조건을 내건다면 천문대용의 천체망원경, 반도체 제조용의 스텝퍼 장비, 현상기 등을 그 예로 들 수 있을 것이다.

앞에서 이미 말한 바와 같이 동일한 제품단계에 속하는 것이라 할 지라도 그 생산규모에 따라 가공방법이나 생산기술이 달라지게 된다.

따라서 생산수량은 그 제품



〈그림 3〉 제품수준과 생산량에 의한 분류

제조상의 특징을 형성하는 또 하나의 요소가 될 것이다. 연간 수십만개가 생산되는 복사기용 렌즈와 주문에 의해서 한 번에 수개씩 만들어지는 레이저용 미러는 그 접근방식이 다를 수밖에 없다. 양산제품은 그 부품을 가공하기 위한 전용장비, 조립을 위한 독특한 지그, 조립방법 등을 갖는다.

따라서 한 가지 제품을 생산하는데 쓰이는 장비와 기술 등은 다른 제품의 생산에는 부적합하거나 비효율적인 경우가 많다. 반면에 소량생산품의 경

우에는 사용장비의 유연성이 중요한 요소이며, 사용되는 기술도 범용성을 갖는다. 제품검사에 있어서도 양산품은 샘플링에 의해서 일부 제품만을 검사하는 경우가 많으나, 소량 생산품은 전량검사를 하는 것이 보편적이다.

이와 같은 제품단계와 수량을 각각 가로축과 세로축으로 하여 나타내보면 〈그림 3〉과 같다. 이때 몇가지 제품의 경우에는 그 자리매김이 애매한 경우가 있다. 예를 들어 SLR카메라용 교환렌즈의 경우는 최

종 소비자에게 독립적으로 판매된다는 점에서 보면 기기로 분류될 수 있으나 반드시 카메라 본체에 장착되어서만 사용이 가능하고, 카메라 판매시에 렌즈를 본체에 붙여서 파는 경우가 많다는 점을 감안한다면 유니트로 분류할 수 있다. 이 밖에도 팩시밀리, 현상기 등과 같이 전체 기기에서 광학부품, 또는 유니트가 차지하는 비중이 작은 기기들을 광학기기의 범주에 넣을 수 있겠는가는 의문이 있겠으나 이들 기기 전체의 성능이 광학부품 또는 유니트의 성능에 따라 좌우될 수도 있다는 점에서는 광학기기로 분류할 수 있다.

안경렌즈의 경우에는 우리나라에서는 그 판매시장이 상이하다는 점에서 별도의 산업을 형성하고 있으나 외국의 많은 광학회사들이 안경렌즈를 생산 판매하고 있다는 점을 고려하여 광학산업의 범주에 포함시켰다.

II. 본 론

이제 제품단계 및 수량에 따른 각 그룹에 속하는 대표적인 제품에 대해 우리나라 광학산업 기술현황을 개관하고 그 분야의 세계적인 기업이 성공한 요인을 살핀 후, 우리나라 광산업이 나아가야 할 방향을 이야기해 보도록 하겠다.

1. 소 재

양산되는 소재의 대표적인 것으로는 광학유리를 들 수 있다. 광학유리는 일반유리에 비해 높은 균일도를 유지해야 하고, 기포 등을 완전히 제거해야 하는 등의 기술적 어려움과 함께 상업적으로 판매하기 위해서는 200여가지 종류(최근에는 광학유리 회사들이 유사한 굴절률과 분산치를 갖는 유리들을 통합하는 경향이 있으므로 이 수는 줄어들고 있다.)에 대해 구색을 갖추어야 한다는 시장적 어려움이 있다. 이러한 이유들로 인해서 새로이 광학유리산업에 진출하기 위해서는 막대한 초기투자액과 긴 시간이 필요하다.

국내에서는 수년 전 모기업에 의해서 광학유리의 개발이 시도된 바 있으나 개발이 1~2가지 종류에 그쳤기 때문에 아직 시장 진출까지는 이르지 못하고 있다. 이밖에 광학유리 관련 산업으로서는 일본으로부터 광학유리를 들여와 이를 렌즈나 프리즘 가공 등에 필요한 형태로 몰딩하는 프레스산업이 마산수출자유지역 내의 한국광학초자에서 이뤄지고 있다. 이와같이 국내 광학유리산업은 미미한 상태에 머무르고 있다.

현재 광학유리를 자국 내에서 생산하고 있는 나라는 독일, 일본, 미국, 프랑스, 중국, 러시아 등이다. 이중 상업적으로

널리 판매되고 있는 것은 독일과 일본의 제품이며, 우리나라는 지리적인 이유 등으로 일본 제품을 쓰고 있다. 미국의 경우는 광학유리보다는 식기 등을 만드는데 주력하고 있으며, 중국, 러시아 제품의 유리가 착색되어 있는 등 품질에 문제가 있다. 또한, 이들은 서방세계가 준용하고 있는 독일 쇼트사의 유리 분류를 따르고 있지 않기 때문에 호환성에 문제가 있다.

이러한 광학유리회사들도 초기단계에는 물론 지금의 기준으로 보면 매우 뒤떨어진 광학유리들을 생산해 냈으나 세월이 지남에 따라 그 품질이 고도화되었다. 이러한 발전단계에서 각국은 산업적 측면과 군사적 측면에서 자국의 광학유리산업을 보호 육성해 왔다.

따라서 우리나라도 광학산업을 발전시키기 위해서는 광학유리산업을 정책적으로 육성해야 한다.

광학회사와 광학유리회사의 관계를 살펴보면 독일의 칼자이스사와 쇼트사, 일본의 니콘사와 오하라사와 같이 광학회사가 광학유리회사를 자회사로 거느리고 있는 경우가 많다. 이렇게 함으로써 광학회사가 필요로 하는 새로운 특성을 갖는 광학유리개발이 가능하다는 큰 이점이 있으며, 특수한 유리의 경우는 다른 회사에 판매하는 것을 기피함으로써 다른 회사

의 추격을 뿌리칠 수 있다.

광학산업이 제대로 발전하기 위해서는 자국 내에 반드시 광학유리회사가 있어야 한다. 비록 이 회사가 자국내 수요량의 전부를 자급하지 못하더라도 일부만이라도 공급할 수 있다면 범용성을 갖는 광학유리는 국제시장에서의 구입에 의존하고, 필요로 하는 특수유리만이라도 생산공급을 담당하게 함으로써 국내 광산업의 경쟁력을 높일 수 있다.

광학산업의 기본인 광학유리산업의 육성을 위해서 정부는 광학유리 개발 의지가 있는 회사에 장기 저리융자를 제공하고, 정부출연 연구소를 통해 개발된 광학유리의 품질에 대해 인증해 주는 정책이 필요하다. 한편 광학회사 측면에서는 가급적 국내에서 생산된 유리 종류를 사용할 수 있도록 광학설계를 실시하고, 국내에서 생산된 유리를 제품생산에 사용하는 노력이 필요하다.

소량으로 생산되는 광학소재의 예로서는 광학결정과 용융석영 등을 들 수 있을 것이다. 이들 제품은 모두 소량으로 생산되며, 유통이 전문유통 경로를 통해 공급된다는 특징이 있다.

광학결정의 경우는 국내에서는 현재 대학실험실에서 연구용으로 소량 생산되고 있으나 상업적으로 거래되는 것은

아직 없는 상태다. 이들은 대부분 소량의 수요가 있기 때문에 상업적으로 성공시키기 어렵다.

따라서 이들 대부분의 소규모의 venture capital 형태로 전 세계시장을 상대로 해야만 상업적으로 성공을 거둘 수 있다.

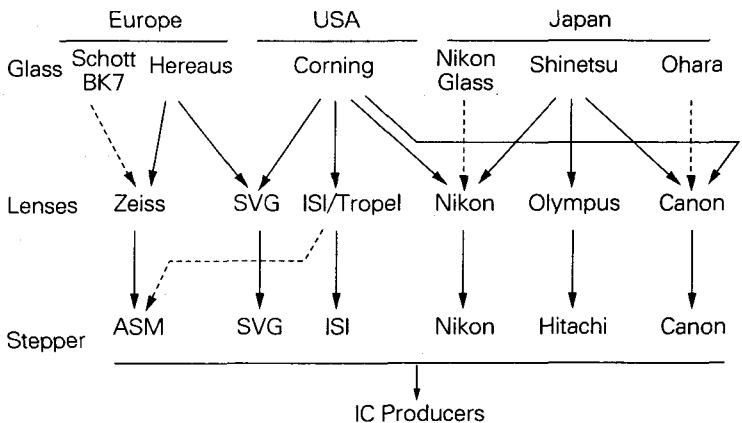
용융석영은 투과역이 넓고, 경도가 크며, 선팡창계수가 작다는 점 등에서 이상적인 광학재료라 할 수 있으나 가격이 비싸기 때문에 꼭 필요한 곳에만 제한적으로 사용되고 있다. 즉, 자외선 영역에서의 높은 투과도를 이용하여 자외선 광학부품을 만들거나, 작은 선팡창계수를 이용하여 미러나 창 등을 만드는데 사용된다.

이러한 용융석영은 그 순도를 높여주므로써 자외선 영역에서의 투과도를 높이고, 그 투명한 파장영역을 늘려줄 수 있

다.

따라서 동일한 회사의 제품이더라도 그 투광영역에 따라서 여러 등급으로 나뉜다.

용융석영은 최근 KrF나 ArF 엑시머 레이저용 광학부품들을 만드는 재료로서 그 수요가 급격히 증가하고 있다. 종전에는 이러한 광학부품이 레이저용 윈도우나 단렌즈 등 크기가 작은 곳에 사용되어 그 사용량이 미미하였으나 반도체 장비의 하나인 스텝퍼용 광학계에서 사용되기 시작하면서 그 수요가 대폭적으로 늘어나게 되었다. 하지만 이와 같은 dee UV영역에서 광학재료로 사용할 수 있는 용융석영은 매우 제한된 회사에서만 생산되고 있으므로 이 재료를 공급받을 수 있는지 여부가 이 광학계 생산에 영향을 미치게 된다. 이러한 dee UV grade 용융석영의 생산업체와 수요업체의 관



〈그림 4〉 스텝퍼용 용융석영의 수급관계

계를 살펴보면 <그림 4>와 같다. 이 그림에서도 보듯이 자이스사와 쇼트사, 헤라우스사, 니콘과 글래스, 캐논사와 오히라사, 올림푸스사와 신에츠사가 서로 모회사, 자회사관계에 있다.

따라서 이러한 특수 재료를 안정적으로 공급받지 못하는 다른 회사가 이 분야에서 진출하는 것을 어렵게 만들고 있다.

이와 같은 소량의 광학재료 산업을 육성하기 위해서는 다음과 같은 육성책이 필요할 것이다. 즉, 광학결정의 경우에는 양은 많지 않으나 그 종류는 많으므로 소규모의 기술집약적인 venture capital에 의해서 세계시장을 상대로 판매하는 전략이 필요할 것이다. 이러한 재료들은 비교적 작은 장치로도 생산이 가능하다는 점에서 venture capital이 가능한 분야이다. 반면에 용융석영은 선

팽창계수가 작고, 강도가 크다는 기계적 성질만을 이용하는 식기용으로 부터 진공차외역까지 여러 등급의 재료들이 모두 동일한 원료와 제법을 쓰면서도 순도에 따라 달라진다는 점에서 비교적 큰 기존의 유리회사가 생산을 담당하는 것이 유리할 것이다. 필요에 따라서는 모회사로 부터 용융석영을 생산하는 회사만을 분리하여 자회사로 만드는 것도 고려해 볼 수 있다.

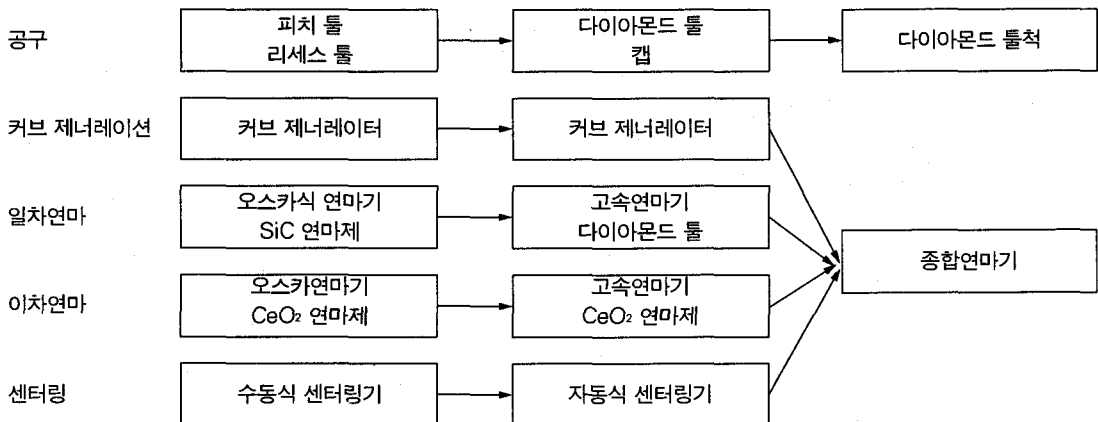
2. 부 품

우리나라의 광학산업은 부품산업으로부터 출발하였으며, 이러한 부품산업체에는 2개의 큰 흐름이 있다. 그 하나는 대량 생산되는 광학기부품을 가공하는 것으로 일본으로부터 유입된 기술로부터 출발하였다는 특징을 갖고 있다. 이러한 이유에서 사용되는 가공장비도

일제가 많으며, 생산현장에서 사용되는 용어도 일본어 또는 독일어로 된 것이 많다. 기술상의 특징으로는 생산기술에 치중되어 있다는 것이다. 즉, 기기 또는 유니트 상태로 완성시키는 것을 전제로 하고 있는 만큼 부품 가공상의 정밀도를 높이는 것보다 조립상의 편리함이나 생산시 불량발생의 저하 등에 높은 비중을 두고 있다.

다른 하나는 소량 생산되어 부품상태로 판매하는 것으로 미국에서 부터 유입된 기술을 바탕으로 하여 출발하였다는 특징을 갖고 있다. 그 결과 가공장비도 미제나 유럽제가 많으며, 생산현장에서 사용되는 용어는 영어로 된 것이 많다. 기술상으로는 보다 원리적인 것에 치중되어 있으며, 광학적 성능성향이 주된 목표가 되어 있다.

따라서 생산품의 대부분은



<그림 5> 광학부품 연마 기술의 발달

유니트를 형성하는데 필수적인 조립상의 문제를 고려할 필요가 없는 레이저 미러, 윈도우, 평면, 단렌즈 등이다. 또한 코스트의 절감보다는 성능면에 치중하므로 일반적으로 가공정밀도 등은 높으나 생산성은 떨어진다라는 문제점을 갖고 있다.

먼저 광학부품을 대량 생산하는 산업부터 살펴보자.

가공기술의 발전을 살펴보면 <그림 5>와 같이 오스카식 연마기로부터 점차 고속연마기, 자동화된 장비로 옮겨가고 있다. 이에 따라 중소기업은 비교적 적은 시설투자를 필요로 하는 고속연마기를 주축으로 한 연마나 커브제너레이션이나 센터링 등 특정 공정만을 가공하는 형태로 세분화되어 있다. 그 결과 각 회사의 생산품은 독립적으로 판매될 수 없기 때문에 단순한 하청업체 형태를 벗어나지 못하고 또한 낮은 임금의 노동력을 이용하고 생산력을 높임으로써만 경쟁력을 가질 수 있으므로 회사 경영에 많은 문제가 발생하고 있다.

한편, 대기업에서는 관리인력 등에 의한 높은 간접 생산비로 인해 비교적 많은 인력을 필요로 하는 고속연마기 등에 의한 생산은 경쟁력을 유지할 수 없게 되었다. 그 결과 이와같은 분야는 앞서 말한 중소기업에 생산을 의존하거나 공장자동화를 통하여 해결해 왔다

하지만, 기본적으로 이와같이 단순한 광학부품의 생산은 값싼 노동력에 의존하는 것이 보다 경제적이므로 동남아시아나 중국과 같은 국가들이 이 분야에 뛰어들게 됨으로써 이 분야에서 국내 중소기업들이 설 자리가 점차 좁아져 가고 있다.

중국이나 동남아 국가들이 이 분야에서 갖고 있는 장점은 과거 우리나라가 갖고 있던 장점이다. 즉, 낮은 임금의 노동력, 광학 선진국인 일본으로부터의 기술유입 등이 그것이다.

따라서 표면적으로는 이들 국가의 낮은 임금과의 경쟁이지만 이면에는 일본과의 기술력 경쟁이 내포되어 있는 것이다. 이에 따라 대기업들이 기술을 개발하여 중소기업을 기술적으로 지원해야만 중소기업들이 살아 남을 수 있다.

앞에서 말한 광학유리의 경우와 마찬가지로 대량생산을 담당하는 중소기업을 위협하는 변화는 새로운 기술의 도입에서도 일어나고 있다. 종래 비구면 렌즈는 사출 등의 방법을 써서 플라스틱을 재료로 하여 만들어졌다. 그 결과 햇빛 등에 장시간 노출되면 열화되어 투명도가 떨어지는 문제와 선팅창계수가 커서 온도변화에 민감하다는 등의 문제로 그 사용이 제한되었다. 특히 결상광학계에서는 단순한 확대경 정도 이외에는 거의 사용되지 않았

다. 하지만 최근에는 유리를 재료로 한 비구면 렌즈의 생산이 실용화되어 캠코더렌즈에 사용되고 있다. 통상 비구면렌즈는 구면렌즈 3장 정도의 자유도를 가지므로 비구면렌즈를 사용하게 됨으로써 그 만큼에 해당하는 구면렌즈가 사용되지 않게 되어 구면렌즈의 생산을 담당하던 중소기업에게는 큰 위협이 되고 있다. 실제 비구면렌즈를 사용하게 됨에 따라서 일본의 중소기업중 많은 회사들이 도산하고 구면렌즈의 가격도 많이 내렸음은 주지의 사실이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 비교적 만들기 쉽고, 수량이 많은 광학부품을 낮은 임금에 의존해서 대량생산하는 형태의 산업구조를 가지고는 더 이상 국제경쟁력을 갖기 어려움을 알 수 있다. 이러한 어려움을 극복하고 산업을 고도화시키기 위해서는 다음과 같은 노력이 필요하다.

대기업으로서는 광학 엔지니어들을 육성하여 유리 비구면렌즈 몰딩기술이나 비구면금형 가공기술, 공장 자동화 기술등을 개발 보유한 후 중소기업에 기술지도를 통해 해당 기술을 이전함으로써 국내 부품산업의 경쟁력을 높여 나가야 한다. 이 과정에서 관련 중소기업의 전문화를 유도하여 기술이나 가격면에서 국제경쟁력을

갖도록 하고, 이들 기술을 바탕으로 보다 싸고, 질 좋은 부품을 공급할 수 있도록 하는 것이 기기메이커로서 대기업의 경쟁력을 높이는 길이 될 것이다.

중소기업으로서는 낮은 임금에 의한 경쟁이 불가능하다는 현실을 인정하고, 높은 기술과 노하우의 축적이 필요한 특수 광학부품 생산업체로 탈바꿈하거나 생산품목을 특정분야로 제한하여 전문화함으로써 세계시장을 상대로 판매하는 전략을 써야 할 것이다. 또한 제품은 결합도가 올라갈수록 부가가치가 올라가게 되므로 단순 부품업체에서 점차 유니트나 세트메이커로 발돋움할 필요가 있다.

소량 생산분야에 대해서 살펴보면 앞에서도 언급한 바와 같이 전문화가 어느 정도 진전되어 있다. 하지만 이 역시 기술적인 측면이 동기가 되었다기 보다는 상대적으로 낮았던 당시의 임금이 기술이전을 낳고 그 결과 특정 부품의 생산으로 이어졌다는 점에서 완전하다고 할 수 없다. 특히 이러한 문제점은 독자적으로 시장을 개척하는데 있어서 두드러지고 있다. 최근에는 국내 관련 기업들 역시 이런 문제점을 인식하여 1~2공정의 전문업체에서 부품의 전문업체로 여기에서 다시 유니트업체로 나아가는 바람직한 전문화가 이루어지고

있다.

이런 전문생산업체에서 공동으로 발생하고 있는 문제는 판매망의 구성이 손쉽지 않다는 것이다. 이런 업체들은 주로 국내시장을 상대로 판매를 하고 있는데, 국내시장의 규모가 작기 때문에 수익성을 갖기가 쉽지 않은 실정이다. 해외시장에 진출하는 경우에는 스스로의 판매망을 이용하기 보다는 기존의 외국 판매망들의 하청을 받아 생산 공급하고 있기 때문에 유사한 수준의 기술과 낮은 임금의 국가가 대두할 경우 큰 위협으로 등장하게 될 것이다. 이러한 사태를 예방하기 위해서는 스스로 판매망을 개척하거나 전문적으로 판매를 담당해주는 판매회사를 육성하는 것이다.

이 분야의 모델 기업으로는 CVI사를 들 수 있다. 이 회사는 필터나 레이저 미러 등 주로 코팅기술과 연관된 상품을 생산, 판매하고 있는데, 세계적으로도 높은 수준에 있는 코팅 관련제품을 생산하여 세계를 상대로 판매함으로써 동 제품이 갖는 시장규모가 작다는 문제점을 해결하고 있다. 매출액면에서 대기업이라 할 수 없음에도 불구하고 세계적 기업으로 인식하고 있는 데에는 전문화된 시장에서 지명도가 높기 때문이다.

만일 동일한 제품을 국내 시

장만을 상대로 판매한다면 기술수준의 유지와 분업 등을 위해 적절한 수준의 인력을 유지하는데 필요한 만큼의 매출을 올릴 수 없을 것이다. 여기에 세계시장을 상대로 판매해야 하는 이유가 있으며, 그러기 위해서는 세계적 수준의 품질을 유지할 수 있어야 한다.

따라서 이러한 성격의 회사들이 나아가야 할 방향의 하나는 전문 판매회사의 존재와 이들 판매회사의 긴밀한 협조가 이뤄지도록 하는 것이다. 판매회사가 서로 독립적으로 존재하고 있는 생산회사들을 연결해줌으로써 구매자에게는 원하는 물건을 손쉽게 살 수 있다는 이점을 제공하고, 생산자에게는 네트워킹(networking)을 통해 보다 많은 판매기회를 얻을 수 있을 것이다. 이와 같은 전문회사의 모델로는 Ealing이나 Melles Griot 등을 들 수 있다.

또 다른 하나는 유니트나 기기로 생산제품의 단계를 높여 나가는 것이다. 그러기 위해서는 어느 정도 수준의 엔지니어를 자체적으로 확보하고, 부족한 기술은 외부엔지니어링을 활용하면 될 것이다.

3. 유니트

광학유니트의 수요는 복사기, 팩시밀리, 도어폰 등의 OA (Office Automation) 및 HA

(Home Automation) 기기가 본격적으로 보급되기 시작하면서 급격히 늘어나고 있다. 이들 제품들은 부품을 생산하던 국내 중소기업들이 유니트 단위로 생산제품의 단계를 높일 수 있는 기회를 제공하고 있다. 생산기술면에서는 많은 수량으로 인해 양산화가 진행됨에 따라 학습효과가 나타나, 비교적 숙련도가 낮은 인력에 의해서도 생산이 가능하다는 것이다.

일본에서는 이러한 제품의 경우 부품의 생산과 조립은 가내수공업의 성격을 지닌 회사에서 이뤄지며, 판매를 담당하는 회사가 이들 회사들을 기술적으로 지도 및 관리하는 역할을 담당하고 있다.

따라서 한 회사에 개발된 기술을 이보다 규모가 작고, 비교적 낮은 임금의 종업원을 쓰는 여러 가내수공업 형태의 회사에 전파함으로써 기술개발에 따른 간접비 발생을 줄여 상대적으로 낮은 가격으로 생산이 가능하게 되는 것이다. 또한 특정한 모델만을 전문적으로 생산하게 함으로써 작업의 숙련도를 높여 불량률의 발생을 극소화시키고 있다. 이때 생산설비의 일부를 제품을 공급받는 측에서 제공하기도 하는 등 유기체적인 관계를 유지하고 있다. 이와 같은 밀접한 관계가 성립되기 위해서는 수직분업관계에 있는 두 회사간의 신뢰가 가장

중요한 요소가 될 것이다. 즉, 유니트의 생산과 판매를 총괄하는 회사는 가내수공업적 회사에 안정적인 판로를 제공해야 한다. 또한 한 품목에서 다른 품목으로 생산품이 바뀔때 작업상 불안을 느끼지 않도록 충분한 기술적 지원을 해야 한다.

이 분야에 있어서 국내산업의 기본적인 문제점은 수량이 작다는데 있다. 주로 내수시장만을 겨냥하기 때문에 수량이 작을 수밖에 없다. 통상적으로 세계시장을 대상으로 하여 판매하는 일본의 1/10이나 그 이하의 수량이 되는 경우가 대부분이다. 이는 국내의 기기메이커들이 국제화되지 못한데에 그 원인이 있다.

국내에서 소량으로 생산되는 유니트들은 방산품과 관련이 있는 경우가 많다. 이러한 방산품은 그 특성상 기능 및 성능에 대한 명확한 요구 및 이의 입증을 위한 검사방법 등이 엄격하다는 특징이 있다. 반면 이들 유니트들은 외관 등에 대해서는 일반 민수품과 같이 까다롭지 않으므로 제작이 쉬운 점이 있다.

일반적으로 어느 나라나 광학회사들은 방위산업과 밀접한 관계를 갖고 있다. 이는 사람의 감각기관중 눈이 외부로부터 받아들이는 정보의 양이 많기 때문일 것이다. 실제적인 예로

독일의 칼 자이스와 같이 큰 회사의 경우에도 매출의 70~80% 정도가 방산 관련제품일 정도이다. 이런 의미에서 광학산업은 국가의 안보와도 밀접한 관계가 있다.

이러한 방위산업은 각 광학적 특성들을 규정하고, 이 규정에 맞게 제품이 생산되었는지를 확인하는 갖가지 측정방법들에 대한 기술을 배울 수 있다는 점에서 바람직한 측면이 있다. 즉 방위산업 분야에서 확립되어 있는 갖가지 측정 및 평가 기술을 배움으로써 광학 관련 기술을 응용하는 기법을 배울 수 있다.

이 소량 유니트의 생산분야에서는 민수품의 경우에도 엄격하고 철저한 기준설정과 이의 입증을 위한 검사방법을 필요로 한다는 점에서 공통점을 가진다. 후발업체의 입장에서는 이러한 까다로운 조건들이 이 시장의 접근을 막는 장벽이 되지만 일단 이 시장에 진출하게 되면 이러한 까다로움이 다른 경쟁자의 출현을 방지해주는 울타리 역할을 하게 된다.

이와같은 특성을 살펴볼 때 국내 광학회사들이 이 분야에서 좀 더 쉽게 진출할 수 있도록 하기 위해서는 정부기관이나 출연 연구소에 측정 및 검사장비를 갖춰 놓고 누구나가 이용할 수 있게 함으로써 소규모의 회사들도 이 시장에 참여할

수 있게 해야 한다. 더 나아가서는 제품이 만들어지는 단계에서 부터 불량요인을 제거할 수 있도록 기술적 지도를 해줄 수 있는 국가적 기관이 설립된다면 더욱 바람직할 것이다.

4. 기 기

광학기기는 주로 대기업 또는 중견기업을 중심으로 생산 판매되고 있다. 광학기기의 대표적인 예로는 카메라, 망원경, 현미경을 들 수 있다. 이 세 가지 품목은 동작원리 자체가 광학적 원리에 기초하고 있으며, 기기를 구성하는 부품이나 유니트의 상당부분이 광학제품으로 되어 있다.

카메라의 경우는 상당부분에서 국산화가 이뤄지고 있으나 아직도 일부 부품이나 유니트는 해외에 의존하고 있다. 이 분야에서 가장 부족한 기술은 전체 기기를 구성하는 제품기술이라 할 것이다. 일반적으로 비용에 구애받지 않고 광학계를 설계할 경우에는 광학적 성능만을 높이면 되므로 비교적 그 작업이 쉽고 단순하다. 하지만 카메라의 경우에는 목표로 하는 카메라의 등급에 따라 판매되는 가격이 대략적으로 결정되므로 이러한 가격에 맞추면서도 가급적 좋은 성능을 내야 한다. 이렇게 하기 위해서는 많은 경험과 제품을 전체로서 볼 수 있는 안목을 가져야 한다

는 점에서 쉽지 않다. 이와 같은 전체적인 안목이 부족할 때 가격 경쟁력이 없는 턱없이 비싼 물건이 만들어지거나 반대로 가격은 싸지만 성능이 형편 없는 물건이 만들어지기 쉽다. 즉, 가격과 성능의 균형이 이 기술의 요체라 할 수 있다.

이러한 경험있는 설계기술자는 양성코자 하는 의지를 가지고 장기간 투자하면서 육성할 때에만 가능하다. 현재와 같이 기술자들이 자주 이직하는 상황에서는 자신이 일하고 있는 공장이나 자신의 공장에 부품이나 유니트를 공급하는 공장의 기술 및 생산능력에 대해서 잘 모르기 때문에 이러한 생산적 요인들을 감안한 제대로 된 설계가 나올 수 없다.

따라서 각 기업은 기술인력의 고용을 안정시키면서 긴 안목으로 기술분야에 투자하여 제대로 된 기술자들을 양성하도록 해야 할 것이다.

망원경분야에는 쌍안경, 오페라 글래스, 조준경, 천체망원경 등이 포함된다. 이 중에서 쌍안경을 가지고 이야기해보자. 국내에서 생산되고 있는 쌍안경은 저가품에 집중되어 있으며, 외관 디자인도 단조로운 편이다. 이런 이유때문에 중국 등의 국가가 새로이 쌍안경시장에 참여하여 싼 가격(유사한 모델의 경우 한국가격의 2/3~1/2 정도 가격)으로 공급함에

따라 국내기업들이 많은 어려움을 겪고 있다. 현재로써는 이들 국가의 상품들이 품질적인 측면에서 다소 떨어지고 있으나 시간이 흐르면 수준이 높아질 것이므로 크나 큰 위협이 아닐 수 없다.

현재에도 이러한 쌍안경의 생산은 철저하게 전문 부품업체들을 networking함으로써 생산비용을 낮추고 있으나 이렇게 하더라도 국내 임금수준으로는 중국 등의 낮은 임금에 대항하기에는 역부족이다. 또한, 기술수준(여기에서는 생산뿐만 아니라 설계, 판매 등의 기술을 포함한 총체적인 기술을 의미한다)에 있어서도 이들의 배후에 있는 이론과 경쟁을 해야 한다는 점에서 어려움이 가중되고 있다.

이와 같은 어려움에 대한 해결책으로 다음과 같은 몇 가지가 있을 수 있다. 먼저 가장 손쉽게 할 수 있는 일은 외관을 다양하게 하는 일이다. 특히 소형 쌍안경의 경우에는 패션 상품적인 측면이 강하기 때문에 색상이나 형태를 보다 파격적으로 할 필요가 있다. 하지만, 외관은 다른 업체들도 손쉽게 모방이 가능하므로 그 효과가 오래 가지는 않는다는 것과 파격적인 디자인이 소비자에게 거부감을 줄 수도 있다는 점을 간과해서는 안된다. 두번째로는 새로운 기능을 추구하는 것

이다. 예를 들어 방수기능, 나침반기능, 줌 기능 등을 들 수 있다. 그러기 위해서는 지금보다는 다소 어려운 기술이 필요할 것이며 엔지니어링의 필요성이 심각하게 대두될 것이다.

끝으로 가장 근본적인 해결책은 고급품시장으로 진출하는 것이다. 현재로서는 기술 및 기술 외적인 문제에서 접근이 어렵지만 장기적으로는 이 방향으로 나아가야만 할 것이므로 이를 염두에 두고 산업을 발전시켜 나가야 한다.

전통적인 광학계의 하나인 현미경은 과학연구의 기본 장비중 하나로서 그 수요가 많다. 특히 반도체 검사장비시장의 확대는 현미경 수요를 증가시켜 왔다. 현재 국내에서 상당 수준의 현미경이 생산되고 있으나 반도체 관찰용 현미경 등과 같은 고급품시장에는 아직 진출하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 이와 같은 현상은 시장의 보수성이 한 원인이라 할 수 있다. 즉, 지금까지 써오던 기기를 계속해서 사용하려고 하는 사용자의 보수성이 후발제품의 시장참여를 막는 것이다. 이러한 현상은 고가품, 고성능품에 두드러지게 나타나는 현상이다.

현미경의 핵심 유니트는 대물렌즈라 할 수 있다. 특히 배율이 높아질수록 렌즈의 곡률이 커지게 되어, 고배율이 되면

반구형의 렌즈가 필요하게 된다. 하지만 이러한 대물렌즈들은 유니트형태(현미경 대물렌즈는 단독으로 쓰이지는 않지만 독립적인 형태로 판매되므로 유니트와 기기의 중간형태라 할 수 있다.)로 구입이 가능하고 어느 현미경에나 교체가 가능하도록 표준화 되어 있기 때문에 직접 만들지 못하거나 만들지 않더라도 기기메이커로서는 큰 문제가 되지 않는다. 실제로 60배나 100배의 고배율 대물렌즈는 전문업체의 것을 사용하는 경우가 많다. 현미경의 또 다른 핵심기술은 재물대 제작으로 이 두 가지 기술이 결합하여 현미경의 제작이 이루어진다. 이 이외에도 반도체 관찰 등에 사용되는 반사조명의 금속현미경에는 조명계에 wave guide와 같은 기술이 필요로 한다.

일본의 올림푸스사는 이러한 현미경 분야중에서도 반도체 칩 검사 등에 사용되는 반사식 조명의 금속현미경으로 유명하다. 현미경 자체의 성능은 대체로 다른 회사들과 유사하나 화상처리 등과 같은 사용자 편의를 위한 부대적인 장치에서 뛰어나 시장에서의 점유율이 높다.

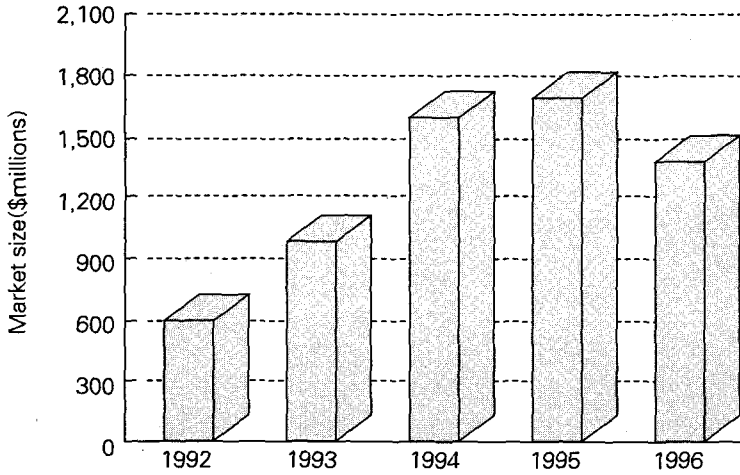
이 분야에서 고급품시장에 진출하기 위해서는 현미경 본체의 성능은 기본이며, 이밖에도 사용자의 편의를 위한 부대

장치의 개발, 제품 내구성의 향상, 제품 홍보에 좀 더 많은 관심을 기울여야 할 것이다. 특히, 이를 이용하여 관찰이나 측정을 하는 사람들의 좋은 평판을 얻는 일이 무엇보다 중요하다.

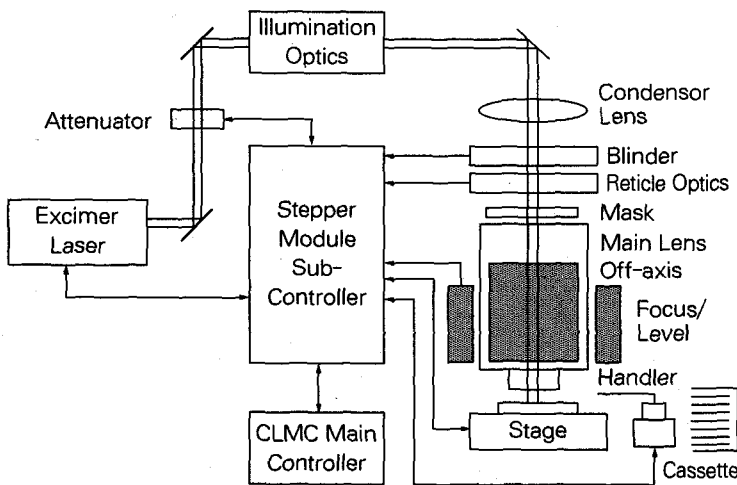
5. 시스템

시스템은 기존 기기들의 연결과 이들을 통합적으로 제어 운영하는 소프트웨어의 결합으로 이루어진다. 따라서 이 기술의 핵심은 각 기기들을 어떻게 연결할 것이냐 하는 시스템 인터그레이션기술과 연결된 시스템을 운영하는 소프트웨어 기술이라 할 수 있다. 국내에서 개발된 광학과 관련된 시스템으로는 교통 통제시스템이나 Home Automation용의 방재 시스템을 들 수 있다. 이 분야는 현재로서는 초보적인 단계에 머물러 있다고 할 수 있다.

이러한 광학시스템의 대표적인 예로서는 반도체칩 제조에 사용되는 장비인 스텝퍼를 들 수 있다. 이 장비는 반도체 위에 그려내고자 하는 형상이 5배 크기로 새겨진 원본을 1/5로 축소 결상시켜 전사하는 기능을 한다. 이때에 축소복사를 위해서 투영광학계가 사용된다. 이 투영광학계에 의해 전체 장비의 성능이 결정된다고 할 수 있을 정도로 중요한 역할을 한다. 이 밖에도 광원, 균일한



〈그림 6〉 스텝퍼 시장의 추이



〈그림 7〉 KrF 엑시머레이저

조명을 위한 조명광학계, 정확한 위치에 결상명이 높게 하기 위한 오토 포커스(auto focus), 반도체 웨이퍼가 필요한 위치에 놓였는지를 확인하기 위한 오토 어라인먼트(auto alignment), 웨이퍼를 이동시키는 스테이지의 정확한 위치를 알기 위한 간섭계 등 주요

모듈의 대부분이 광학적 원리에 근거하고 있다.

이 장비의 시장추이는 〈그림 6〉과 같다. 단일 품목으로서 시장규모가 크며, 제품성능에 따라 독점적으로 판매된다는 점에서 흥미있는 제품이다. 그림에서 1995년의 판매 예상량이 피크를 이루는 것은 메모리

산업의 주기와 관련이 있는 것으로 대체로 3~4년의 주기를 가지고 피크가 나타난다. 대표적인 생산메이커로는 니콘이 있다. 니콘은 카메라메이커로서 우리에게 친숙하지만 스텝퍼에 의한 매출액이 카메라 매출액을 상회하고, 순익 측면에서 비교가 안되는 등 스텝퍼회사라 하는 것이 더 적절할 것이다. 이러한 니콘이 스텝퍼회사로서 성공할 수 있었던 데에는 물론 광학기술이 뒷받침이 되었겠지만 시스템 인티그레이션 기술이 이 못지 않은 중요한 역할을 하고 있다.

니콘을 비롯한 일본 광학회사들이 카메라 부문에서의 적자에도 불구하고 카메라 생산을 계속하는 것은 카메라가 일반 소비자들에게 친숙한 이미지를 준다는 점과 카메라 생산을 계속함으로써 광학관련 기술을 계속해서 유지할 수 있다는 데 있다. 이러한 것은 우리에게 많은 것을 시사하는 것으로 국내 대기업들도 기기산업에서 한단계 뛰어 넘어 시스템산업으로 진출하기 위해서는 기기, 더 나아가서는 부품이나 유니트에도 일정한 기술력을 확보해야 한다는 것을 말해주고 있다. 이들 기업들에 있어서 시스템부문에서 나오는 이익은 기기산업인 카메라부문을 유지하고, 카메라부문에서 확보한 기술은 시스템부문을 떠받치는

역할을 하고 있다.

6. 판매망

중소기업이 주로 생산을 담당하고 있는 부품이나 유니트는 판매망에 문제가 있다. 기기의 경우에는 제품 자체로서 최종 소비자에게 판매가 이뤄지고 있으며, 생산업체도 대부분 대기업이라 독자적인 판매망을 갖고 있어서 별문제가 없으나 중소기업이 주로 생산을 담당하는 부품이나 유니트의 경우에는 양산품은 그 부품이나 유니트를 사주는 기기메이커에 종속된다는 문제점이, 또한 소량 생산품의 경우에는 생산자와 고객을 연결하기 어렵다는 점에서 문제가 있다. 이 중 부품을 양산하는 업체가 대기업에 종속되는 문제는 속성상 어쩔 수 없다 하더라도 소량 생산품의 판매문제는 이러한 부품이나 유니트를 전문적으로 취급하는 판매회사의 존재에 의해서 해결될 수 있다. 즉, 고객은 자신이 원하는 특수한 용도의 광학부품을 어디에서 구할 수 있는지를 알기 어려우며, 생산업체는 각 고객별로는 극히 소량인 주문을 받기 위해서 많은 노력과 비용을 기울일 수 없다는 문제점을 전문 판매회사가 해결해 줄 수 있다는 것이다. 여러 광학회사로부터 다양한 제품을 공급받아 다양한 고객에게 판매함으로써 소량생

산, 소량판매의 한계성을 극복할 수 있는 것이다.

이러한 회사는 판매회사임에도 불구하고 엔지니어링에 보다 비중을 둔 형태로 운영되어야 한다. 엔지니어링이 가능해야만 각 광학회사에서 공급받는 제품의 특성을 이해하고, 기술지도도 행할 수 있으며, 고객의 특별한 요구에도 응할 수 있다. 즉, 이러한 회사는 기술과 영업을 모두 아는 이른바 세일즈 엔지니어들에 의해서 운영되는 회사가 될 것이다.

전문 판매회사의 존재는 중소기업에서 생산된 제품의 독자적인 판매망과 시장정보를 제공해 줌으로써 중소기업의 대기업에 대한 종속을 완화시키는 효과가 있다. 또한, 판매회사에 의해 기술지도가 가능할 경우에는 상승효과가 나타날 것이다.

7. 엔지니어링

앞서의 무수한 예에서 이미 강조되었듯이 가장 중요하고 시급한 문제는 엔지니어링이다. 엔지니어링의 문제는 누구나 중요성을 인식하고 있지만 광학산업의 엔지니어링은 전공이 다른 다양한 인력이 필요하다는 문제 때문에 중소기업에서는 엄두를 못내고 있다. 즉, 중소기업의 입장에서는 광학, 기계공학, 전자공학을 전공한 기술자들을 모아 놓더라도 이

들이 일년내내 일할 만큼의 충분한 일이 없기 때문에 이들 엔지니어들의 인건비 등이 큰 간접비용으로 존재하게 된다. 하지만 이러한 엔지니어링의 뒷받침이 없이 단순 노동력에 의지해서는 더 이상 경쟁력을 갖기 어렵게 되었다는데 문제의 심각성이 있다. 결국, 중소기업으로서는 엔지니어들을 시간제로 활용할 수 있는 방안이 강구되어야 한다는 이야기이다. 이런 방안중 가장 바람직한 것은 이러한 엔지니어링을 담당하는 전문회사를 설립하는 것이다. 아직은 이런 엔지니어링 회사가 유지될 수 있을 만큼 국내 수요가 있을지가 미지수이나 엔지니어링 수요는 꾸준히 증가하고 있으므로 조만간 그 등장이 기대된다.

엔지니어링 전문회사가 등장할 때까지 과도적 시기에는 국가기관 또는 정부출연 연구소가 이러한 역할을 담당해야 할 것이다. 다만, 현재와 같은 첨단기술 위주의 연구나 엔지니어링은 중소기업에 별다른 도움이 되지 못하리라 생각한다.

따라서 중소기업이 필요로 하는 중급의 실무적인 기술을 제공하는 것이 중요하다. 한편으로는 WTO체제에 의해 정부기관이 기업체의 생산을 돕는다는 것이 문제가 될 수 있으므로 연구조합이나 광학기기협회

〈표 1〉 국내 광산업 시장규모와 전망(생산기준)

(단위 : 백만 달러)

| 년도 분야 | 1986 | 1990 | 1992 | 2000 | 2005 | 년평균증가율 | |
|----------|-------|-------|-------|---------|----------|-------------|-------------|
| | | | | | | (1993~2000) | (2001~2005) |
| 레이저및가공 | 1.2 | 4.2 | 10.2 | 380.2 | 1,022.3 | 57.2 | 21.9 |
| 광통신/광정보 | 57.9 | 45.5 | 89.9 | 1,220.1 | 4,718.2 | 38.5 | 31.1 |
| 결 상 기 기 | 144.5 | 620.6 | 590.3 | 2,183.4 | 3,276.5 | 17.8 | 8.5 |
| 광계측, 제어 | 5.8 | 14.0 | 64.0 | 513.7 | 1,048.5 | 29.7 | 15.3 |
| 의 료 광 학 | - | 1.4 | 2.6 | 70.6 | 183.5 | 51.1 | 21.1 |
| 광소재 및 부품 | 56.1 | 103.6 | 72.8 | 218.3 | 360.1 | 14.7 | 11.7 |
| 합 계 | 265.5 | 789.3 | 829.8 | 4,586.4 | 10,269.1 | 23.6 | 18.3 |

에서 엔지니어링그룹을 확보하여 회원사의 비용 분석 하에 운용하는 것도 검토해볼만 하다.

8. 인력양성

국내 대학에 광학 관련학과가 설치되어 있는 곳은 청주대학교의 광학공학과가 유일하지 않나 싶다. 그밖에는 대개 물리학과에서 개설하는 광학 과목을 수강한 후, 회사에 입사하여 일을 통해 배우게 되는 정도이다. 이밖에 대학원 과정에서는 광학을 전공할 수 있는 기회가 상당수 있다.

이러한 대학교육에 의한 인력양성상의 문제점은 작은 양성 인력의 수 못지 않게 그 전공분야에 있다. 〈표 1〉에서 보듯이 우리나라 광학기기산업은 결상기기와 광학부품에 치중되어 있다. 하지만 양성인력의 전공은 그나마 적은 수입에도 불구하고 비교적 산업규모가 작은 레이저 분야에(우리나라에

서 레이저 관련 산업의 규모가 작으며, 이러한 현상은 앞으로 도 상당기간 지속될 것이라는 것이 저자의 개인적 견해이다.) 치중되어 있는 불균형이 초래되고 있다. 그 결과 광학을 전공했다고 하는 사람은 많지만 산업계에서 활용할 수 있는 인력은 모자라는 실정이다. 결국 광학 관련기술자로서 회사에 들어간 사람들이 실무를 통해 처음부터 하나 하나 배워나감으로써 인력 양성문제를 해결하고 있다. 이에 따라 교육은 비효율적이 될 수 밖에 없다. 이러한 현상은 교수들의 전공을 따라 산업계의 인력 수요와 상관없이 교육되기 때문이다. 이러한 불균형을 해결하기 위해서는 레이저를 전공한 교수라 할지라도 기하광학 등과 같이 현재의 광산업구조와 관련이 있는 과목에 관심을 갖고 가르쳐야 한다.

한편, 기업으로서도 자신들

이 필요로 하는 분야에 인력이 양성될 수 있도록 기업이 필요로 하는 기술에 대해 대학에 프로젝트를 위탁함으로써 인력수요와 관련된 정보의 전달과 동시에 프로젝트를 통한 학생들의 전문교육을 꾀하여야 한다. 이와 함께 관련 연구장비나 기자재 등을 대학에 지원하는 노력이 필요하다. 지금과 같이 대학이 인력을 양성해 주기만을 기다려서는 세월이 지나가도 새로 입사한 사람의 교육을 기업체 스스로 담당해야 하는 문제가 해결되지 않을 것이다.

또 한 가지 현업에 있는 기술자들에게 보수교육을 실시해야 한다는 것이다. 이미 실무를 담당하고 있는 사람들의 기술수준을 높인다는 것은 신규 인력의 양성 못지 않게 중요하다. 이 문제에 대해서는 일본의 방식을 따르는 것이 좋다고 생각한다. 일본에서는 매년 1회 광학기술에 대한 강좌가 열린다. 이 강좌의 특징은 매년 거의 동일한 내용이 동일한 강사에 의해서 강의된다는 것이다. 이러한 점은 항상 새로운 것을 발표하고 강의하는 미구식과 차별지워진다. 동일한 내용을 동일한 강사에 의해서 반복적으로 강의할 때의 장점은 회가 거듭될수록 강의록이 충실해지고, 강의를 듣는 사람의 입장에서 이해의 깊이를 깊게 할 수 있다는 것이다. 즉, 같은 내용

을 반복해서 강의하게 되면 부족한 부분, 부정확한 부분, 불충분한 부분 등이 개선되어 비록 강의를 듣지 않더라도 교재만으로 충분한 교육효과를 거둘 수 있다. 또한, 강의를 듣는 사람으로서는 강의가 끝난 후 에라도 강사에게 궁금한 것을 질문할 수 있게 되고, 필요하다면 그 다음 해에 다시 한번 더 들음으로써 이해의 깊이를 깊게 할 수 있다. 반복 강의한다는 것은 강의자에게도 계속해서 그 일에 관심을 갖게 하기 때문에 이러한 일이 가능하다고 본다.

Ⅲ. 결 론

우리나라의 광산업은 부품 산업으로 출발하여 점차 유니트, 기기로 발전해 왔다. 현재 생산되고 있는 제품들은 대부분 기술이나 가격면에서 중급 수준에 머물러 있어서 선진국에 의한 기술 장벽과 후발국가의 저임금에 의한 추격 사이에 끼여 큰 어려움을 겪고 있다. 이러한 난관의 타개책은 결국 제품의 고급화와 다양화일 것이다. 이러한 과정에서 가장 시급한 것은 국가적인 범위에서 엔지니어링 능력의 확보이다.

각 제품단계 및 생산수량에 따른 우리의 나아가야 할 방향은 다음과 같다.

전무한 상태에 있는 국내광

학소재 산업의 육성을 위해서는 광학유리 생산에 의지가 있는 회사들에 대한 국가의 지원이 필요하다.

초기의 시장진출에 필요한 기간동안 장기 저리융자 등의 지원이 적절할 것이다. 또한, 광학회사들로서는 국내에서 개발된 광학유리를 애써 사용해 주므로써 광학유리회사의 시장진출을 용이하게 해주어야 할 것이다.

부품산업에 있어서는 중소기업의 전문화와 대기업의 기술개발 및 인력에 대한 투자가 중요하다. 중소기업의 독립성 확보와 전문화를 위해서는 전문판매회사의 등장이 요구된다.

한편, 대기업으로서는 새로운 양산기술 개발 및 중소기업에의 보급이 중요한 과제가 될 것이다. 또한, 시장을 바라보는 시각이 내수시장 위주에서 세계시장으로 바뀌어야 할 것이다.

유니트산업에 있어서 양산품의 생산은 보다 세분화 되고 소규모화된 가내수공업형태의 회사들을 중심으로 전개될 것이다. 이 분야의 국내 생산기반 확보는 이들 가내 수공업회사의 번성과 밀접한 관계가 있다. 이 회사의 번성 여부는 기술에 대한 수요를 어떻게 충족시킬 것인가에 달려 있으며, 여기에 대기업에 의한 기술 보급이 기

대된다.

기기산업이 점차 자리를 잡아가고 있다. 이 분야에서의 당면 과제는 제품의 고급화와 다양화이다. 따라서 이 산업의 기반이 되는 부품 및 유니트 산업의 숙성은 무엇보다 중요하다.

시스템산업은 현재 미미한 상태이나 향후 국내 기업들이 나아가야 할 방향이라 생각한다. 이러한 산업이 발전하기 위해선 먼저 기초가 되는 전 단계의 기술들이 발전해야 한다.

광학산업이 더욱 역동적으로 발전하기 위해선 전문판매 회사와 엔지니어링회사의 등장이 요청된다. 이들 회사들은 기존 회사와 회사 사이엔 빈 영역을 채우고 이들을 연결함으로써 보다 많은 기회를 창출해 낼 것이다. 또한, 독립성을 제약받고 있는 대부분의 중소기업들이 보다 독립적이 될 수 있도록 도와 줄 것이다.

인력양성의 문제는 대학이 보다 실질적인 교육이 될 수 있도록 기업이 협력해야 한다. 현재와 같이 산업계의 인력수요와 별개로 교육이 이뤄져서는 상당 시간이 지나더라도 인력양성문제가 해결될 수 없다. 이와같은 대학에 의한 교육 이외에 기존 기술자들을 위한 교육 프로그램도 마련되어야 한다. 이 프로그램은 대학의 교과 과정과 같이 일정한 틀을 유지하는 것이어야 한다.