

## 한국의 생산관리 : 산업공학의 역할과 관련하여

박진우<sup>1\*</sup> · 신호섭<sup>2</sup> · 김기동<sup>3</sup> · 정한일<sup>4</sup> · 이정철<sup>5</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 산업공학과 / <sup>2</sup>JDA 소프트웨어 코리아 / <sup>3</sup>강원대학교 산업공학과  
<sup>4</sup>대전대학교 IT경영공학과 / <sup>5</sup>한국생산성본부

## Production Planning and Control in Korea : with Emphasis on the Role of Industrial Engineers

Jin Woo Park<sup>1</sup> · Ho-Sub Shin<sup>2</sup> · Kidong Kim<sup>3</sup> · Hanil Jeong<sup>4</sup> · Jung-Chul Lee<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Engineering, Seoul National University

<sup>2</sup>JDA Software Korea, Inc.

<sup>3</sup>Department of Industrial Engineering, Kangwon National University

<sup>4</sup>Department of IT Management Engineering, Daejeon University

<sup>5</sup>Korea Productivity Center

This is a report on the history and current status of production planning and control activities in South Korea with regard to Industrial Engineers' (IEs') role. One of the main characteristics of Korean global companies is that they make good use of IEs not only in their production but also in higher strategic fields like supply chain management. In these companies it is well demonstrated that instead of adding small part of IE skills to traditional engineers, it is much more competitive to have IEs work with them as a team since IEs are fully proficient in every kind of productivity and quality improvement tools. It is also observed that IEs become more productive when they have good domain knowledge in their own industries like semi-conductor, automobile, telecommunications, steel, shipbuilding, etc. So teaching the basics for manufacturing processes to IE students seems very important for their future career development.

**Keywords:** Production Planning and Control, Supply Chain Management, Industrial Engineers, Traditional Engineers, Competitiveness

### 1. 서론

본 연구보고서는 대한산업공학회 창립 40주년을 맞이하여 그동안의 한국 기업들의 생산관리 업무와 관련한 발전과정과 현재의 상황을 살펴보고 이와 관련하여 산업공학이 여기에 관여하거나 기여한 바를 조사하고 정리하는 것에 그 목적을 두고 있다.

현재 우리나라의 경제규모는 국가별로 순서를 매긴다면 전 세계적으로 제 10위권~13위권 정도를 오르내리고 있다. 이중 인구가 1억 명 이상인 중국, 인도, 미국, 일본, 러시아, 멕시코,

브라질 등을 제외하면 독일, 영국, 프랑스, 이태리 등 전통적인 유럽의 선진 강국에 크게 뒤지지 않을 정도의 규모로 성장하였다. 그러나 아직 국민 일인당 GDP는 전 세계적으로 30위 정도로서 아직 성장 가능성이 많이 남아 있는 측면도 있다.

이 과정에서 대한민국의 기업들은 우리나라 경제 부흥의 초석 역할을 담당하여 왔으며 향후에도 우리나라 경제발전의 핵심 역할을 담당할 것이다. 그러나 그 형태는 많이 달라질 것이다. 왜냐하면 이제 세계경제는 화석연료 시대를 마감하고 새로운 형태로 발전할 것으로 예상되기 때문이다. 예를 들어 3차 산업에 해당되는 ICT(Information and Communication Technology)

\* 연락저자 : 박진우 교수, 151-744 서울시 관악구 관악로 1 서울대학교 산업공학과, Tel : 02-880-7179, Fax : 02-889-8560,  
E-mail : autofact@snu.ac.kr

산업과 접목된 제조업으로서의 2.5차 산업, 또 새로운 기술인 RFID(Radio Frequency IDentification)와 접목된 실시간 기업(Real Time Enterprise) 등이 대두되며 지구의 환경을 고려하는 스마트 기업들이 등장하고 인터넷 등을 통해 전 세계가 하나로 묶이는 등 큰 변화가 시작되고 있기 때문이다.

이 같은 시점에서 대한산업공학회가 시도하는 대한민국 제조업에서의 생산관리의 역사, 그리고 그 역할에 대한 기획은 큰 의미가 있다고 생각한다. 잘 알려진 바와 같이 우리나라는 자본, 기술 그 어느 것도 부족한 상황에서 선택과 집중 전략을 채택하고 전 국민이 현명하게 대처한 덕분에 2차 대전 이전에 식민지였던 나라 중에서 정말 기적적으로 선진화에 성공한 첫 번째 나라가 되었다. 그러나 현재 우리나라가 처해있는 대기업 위주의 경제현황은 무척 불안한 상태에 있다. 아래 표에 보듯이 우리나라는 비슷한 경제규모의 다른 나라에 비해 일부 거대기업에 의존하는 바가 크다.

1970년대부터 현재까지도 한국의 경우 전 세계적으로 500대기업에 속하는 거대기업의 수에는 큰 변화가 없다. 여타 선진국 수준으로 안정된 경제규모를 갖추려면 앞으로도 많은 중소기업들이 중견기업으로 또 대기업으로 성장하여야 할 것으로 보인다. 그러나 사실은 현재의 국내 거대기업들도 그 시작은 아주 미약하였다. 이하 대한민국 제조업의 성장과정에 대한 본 연구보고서의 내용이 우리의 젊은 산업공학도들에게 좋은 동기부여의 기회를 제공하고 향후 중소기업이 세계적 기업으로 성장하는 데에도 기여하기를 바라는 바이다.

이하 제 2장에서는 제조업과 생산관리의 세계적인 발전 과정에 대해 살펴보고 제 3장에서는 국내 제조업과 생산관리의 발전 과정 및 현 수준에 대해 이야기한 후 이하 제 4장에서는 학계 및 이론적 연구와 관련한 세계적 흐름을 정리한다. 최종적으로 제 5장에서는 본 연구보고의 내용을 정리한 결론과 미래의 생산관리에 대한 전망을 제시하여 보고자 한다.

## 2. 제조업의 발달과 생산관리 기술의 발전

과거에도 무기의 생산이나 생활 필수 도구인 농기구 등을 생산하기 위한 가내수공업 형태의 제조업이 존재하여 왔었지만 제조업에서의 가장 큰 변화는 산업혁명이라고 할 수 있다. 인구 증가와 나무 등 땃감의 부족으로 겨울에 얼어 죽는 사람들이 발생하자 영국에서는 16세기~17세기에는 석탄이 나무 연료를 대체하기 시작했다(Rifkin, 1980). 사람들이 처음에는 불의 색깔도 이상하고 불붙이기에 불편한 석탄을 그다지 쓰려고 하지 않다가 왕명으로 쓰기 시작한 이후에는 그 편리함을 알고 더욱 많이 사용하게 되었다. 그래서 노천광의 석탄을 다 쓰게 되자 이제는 땅에 드러나 있지 않은 석탄을 캐기 위해 땅속으로 들어가게 되고 그러다보니 펌프가 필요하게 되었고 1712년 발명된 최초의 펌프였던 Newcomen엔진을 개선한 것이 1775년경 탄생한 James Watt의 증기기관이다. 산업공학도는 이러한 이노베이션의 요인들에도 관심을 가져야 할 것이다. 또한 증기기관의 발명에는 Soho 공장의 창업자인 M. Boulton과 최초의 공작기계인 수평형 보어링 기계의 발명자인 John Wilkinson의 협조가 필수 불가결하였다는 점도 기억하여야 할 것이다.

이 때 일어난 중요한 변화 중의 하나가 영국의 면화 수입이다. 인도와 미국으로부터 질 좋은 면화가 영국으로 수입되면서 방직공장이나 방직공장의 수요가 급증하게 되었다. 예전에는 이들 공장들은 과거의 유일한 동력원이었던 물레방아를 이용하기 위해 시냇가에만 건설 가능하였었지만 증기기관의 이용으로 이제는 이들 공장들은 빈 땅이 있으면 아무 곳이나 건설할 수 있게 되었다. 또한 원자재인 면화나 완제품인 면섬유 제품들을 운송하기 위해 증기기관을 사용하는 증기기관차가 1825년경에 발명되었다. 증기기관의 발명 이후 50년의 세월이 흐른 후에야 이를 이용한 운송수단이 가능하게 된 점도 산업공학도들은 관심을 가지고 지켜볼 필요가 있다. 컴퓨터 발명과

Table 1. Fortune 500 companies by country

국가명	1978	1992	2000	2005	2011
미국	제외	161(1)	179(1)	176(1)	133(1)
일본	125(1)	128(2)	107(2)	81(2)	88(2)
중국	-	-	10(9)	16(6)	61(3)
프랑스	43(4)	30(5)	37(4)	39(3)	35(4)
독일(서독)	65(3)	32(4)	37(4)	37(4)	34(5)
영국	85(2)	40(3)	38(3)	35(5)	30(6)
스위스	14(7)	9(8)	11(8)	11(9)	15(7)
<b>한국</b>	<b>9(9)</b>	<b>16(7)</b>	<b>12(6)</b>	<b>11(9)</b>	<b>14(8)</b>
네덜란드	13(8)	-	8(10)	14(7)	12(9)
캐나다	31(6)	8(9)	12(6)	13(8)	11(10)

주) 1970년대까지는 미국의 경제규모가 워낙 커서 미국의 Fortune 500 기업과 기타 국가의 Fortune 500 기업으로 나누어서 통계를 내었기 때문에 미국은 1992년 통계부터 등장하기 시작함. 중국의 폐쇄경제로 인하여 2000년 이전까지는 중국 기업이 통계에 포함되지 않음. 1992년의 네덜란드 통계는 불확실한 원인으로 누락되었음.

증기기관 발명은 모두 획기적인 발명품이다. 그런데 증기기관 후 50년이 흘러서 증기기관차가 등장하고, 컴퓨터 발명 후 50년 정도 흘러서 인터넷이 발명되었다. 이노베이션 이후에 다른 이노베이션이 접목되는 과정에 유의할 필요가 있다.

이후 1880년경에는 전기의 등장과 함께 화학 및 전기산업이 발전하게 되고 이와 함께 제 2차 산업혁명이 가능하게 되었다. 사실 우리나라는 아시아 지역에서는 일본을 제치고 가장 먼저 발전기를 설치한 나라이다. 고종 황제가 명하여 1887년 3월 경복궁에 발전기를 수입 가동하고 전등을 설치한 역사가 있다. 이즈음 미국에서는 F.W. Taylor의 ‘과학적 관리’ 개념이 등장한다(Taylor, 1911). Taylor 이후에 근대적인 생산관리가 탄생한 셈인데 그는 이전의 경영방식을 ‘술선과 격려의 경영(Management by Initiative and Incentive)’라고 부르고 자신의 새로운 방식을 ‘과학적 관리 (Scientific Management)’라고 칭하였다. 그는 그의 경험을 책을 통하여 발표하면서 그의 아이디어의 우수성을 알리기 시작하였다. 그의 유명한 책 “The Principles of Scientific Management”는 1911년 처음 출간되었는데 그 책은 수 년 이내에 유럽 여러 나라에 번역 출간되었고 레닌도 그의 책을 읽은 후 사회주의 혁명의 성공을 위해서는 Taylor의 아이디어를 활용해야 한다고 주장했다고 한다. 일본에는 2차 대전 이후에 보급되었고 1950년대에 소책자 형식으로 발간된 ‘과학적 관리법’이라는 책은 당시의 경영경제학 부문 베스트셀러 중의 하나였다고 한다.

이후 미주 지역에서는 1930년대 들어 Taylor 시스템에 근거한 현장 관리기법, 즉 다음날 수행할 업무를 모두 기록 및 계획하는 생산계획실과 함께 업무 보고 시스템이 정착하게 된다. 가장 복잡한 관리를 요하는 기계공장의 경우 Ormig사에서 제조 판매한 ‘먹지를 이용하는 대량 복사기’가 사용되어 복사된 문서에 의해 다음날 수행할 하나하나의 업무를 지시하고 보고 받는 시스템이 한 동안 사용되어 왔다(<Figure 1> 참조).

1970년대 중반 이후 컴퓨터의 발명, 프린터의 발명, 복사기의 발명과 함께 MRP(Material Requirement Planning) 시스템이

IBM사를 중심으로 사용되기 시작되었고(Orlicky, 1975), 1980년대부터는 MRP II(Manufacturing Resource Planning), 1990년대에는 ERP(Enterprise Resource Planning), 2000년대에는 SCP(Supply Chain Planning)가 발전하게 된다. 이와 함께 현장관리를 위한 실행(Execution) 보고와 관련하여서는 공장 네트워크를 이용한 SFC(Shop Floor Control)부터 시작하여 오늘날에는 이를 품질 및 생산관리의 일부분으로까지 확장한 소프트웨어인 MES(Manufacturing Execution System)이 사용되고 있다. 또한 일부 기업들은 RFID(Radio Frequency Identification) 태그나 각종 센서를 자신들의 생산관리 업무에 적극 활용하고 있어 이미 RTE(Real Time Enterprise) 시스템 시대에 일부 진입하여 있는 것으로 보인다.

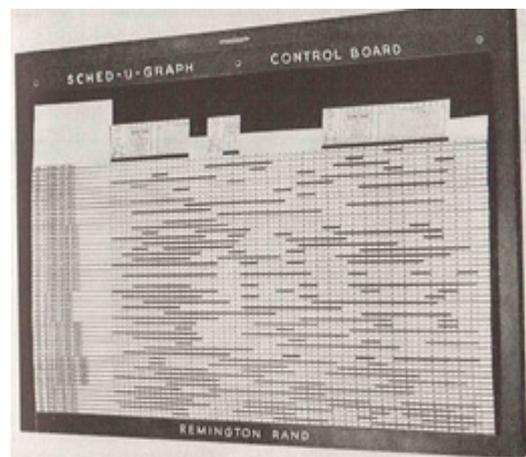
한편 ERP를 보다 효과적으로 사용하기 위해서 Operations Research의 최적화 개념을 이용하는 유한 능력 계획(Finite Capacity Planning) 시스템인 APS(Advanced Planning and Scheduling)시스템이 1980년대 후반부터 등장하기 시작하였다. 생산관리와 관련된 최적화 문제의 규모가 너무 크기 때문에 아직까지는 주로 휴리스틱에 많이 의존하고 있지만 향후 빅 데이터 시대의 도래와 함께 APS 사용에 있어 남들보다 앞선 회사들은 그렇지 못한 회사들에 비하여 상당 수준의 경쟁우위를 보일 수 있을 것으로 예상된다.

### 3. 한국의 제조업과 생산관리 기술의 발전

대한민국의 산업발전은 1970년대 초반부터 시작한 것으로 보아야 한다. 1950년대는 전쟁 이후 살아남기 위한 시대였고 1960년대에 비로소 먹는 것이 해결되기 시작하였다고 보아야 한다. 한국 최초의 경부고속도로는 1968년 기공하여 1970년 7월 7일 최초로 개통되었다. 기술이 부족한 상태에서 지은 고속도로이기 때문에 1년 이후에는 보수공사한 자리가 어찌나 많았는지 뿔길 고속도로라고 비아냥대던 사람들도 있었던 것으로



(a) Rush Order



(b) Sched-U-Graph Control Board

Figure 1. Production control before computer era

기억한다.

왜정시대의 혹독함은 걸로 들어난 한국의 산림자원이나 지하자원을 거덜 낸 것 이상이었다. 보이지 않는 차별은 더 교묘했던 것 같다. 일본은 세계 최고 수준의 전투기나 항공모함, 전함을 생산할 수 있는 기술이 있었고 우수한 공과대학을 여럿 가지고 있었지만 한국 사람들에게는 이공계 전공을 공부할 수 있는 길을 교묘하게 막아 두었다. 안중근 의사가 이토오 히로부미가 조선에 저지른 죄악 15가지 항목 중 제 10항목에 보인 것처럼([http://en.wikipedia.org/wiki/An\\_Jung-geun](http://en.wikipedia.org/wiki/An_Jung-geun)) 조선 사람의 해외유학을 금지시켰다. 또한 일본에는 고등학교 과정을 두면서 한국에는 중학교 과정까지 만을 허용하였었다. 따라서 조선 사람이 4년제 대학에서 공부하기 위해서는 일본에서 고등학교 교육을 받은 후 대학에 진학하거나 조선에 있는 유일한 대학인 경성제국대학에 입학하여 예과 과정을 거쳐 4년제 대학을 졸업하는 방법 밖에 없었다. 게다가 경성제국대학 입학생의 70~80퍼센트는 일본학생들로 모집하였었고 게다가 1937년까지 법학부와 의학부 학생만을 선발하였었다. 1937년 중일전쟁이 시작된 이후 1938년에 비로소 최초의 이공계 대학을 설립하였기 때문에 조선 사람으로서 4년제 대학 출신의 엔지니어는 해방당시까지 거의 전무할 정도였다(Lee *et al.*, 2013).

기술자가 없었기 때문에 공업화가 시작될 수가 없었다. 1970년에 들어와서야 비로소 기업다운 기업이 등장하기 시작한다. 현대중공업의 창업 신화는 1971년 말 창업자인 정주영 씨가 당시 선박왕이라는 닉네임으로 불리는 그리스의 해운업자로부터 유조선 2척을 주문받고 이를 근거로 영국 금융회사에 가서 돈을 융자받아 1972년 드라이 독크 건설과 선박 건조를 동시에 시작하여 1974년 말에는 최초의 선박을 진수시켰다는 이야기이다. 당시 그리스 해운업자는 사실은 엄청난 지체 보상을 계약서에 포함시켰었기 때문에 납기가 많이 지연될 경우에는 공짜로 배를 가져갈 수도 있는 상황이었다고 한다. 그 당시 선박 1호선을 납기 내에 완성하기 위해 엄청난 무리가 있었고 심지어는 방학 중 실습 나갔던 공과대학 재학생이 안전사고로 사망하는 사고도 발생하였었다.

다른 산업도 비슷한 경과를 거쳤는데 포항제철의 경우에 1971년 포항제철 제1기 설비에 착공하면서 박태준 회장이 회사 사람들 중에 용광로나 제철소를 본 적이 있는 사람을 세어 보니 다섯 명이 채 안되었다는 이야기가 있다(KBS 특별기획, 2011). 1976년 당시 대한민국 최고의 기계 업체는 현대양행이라는 회사였다. 이 회사는 사실 양식기(<Figure 1>(a))를 제조해 본 경험밖에 없는 회사였지만 최고경영자였던 정인영 사장은 기계공업에 남다른 정열을 품고 있었다. 정인영 씨는 현대건설의 정주영 사장의 친동생으로 현대건설 부사장으로 재직하고 있었는데 건설 기계의 높은 생산성을 몸소 경험하였고 또 건설 기계의 수리공장을 운영하면서 기계 공업의 중요성에 남보다 앞서서 눈을 뜬 상황이었다. 그래서 차관사업을 통해 경기도 군포에 최초의 기계공장을 건설하는 한편 기술도입을 통해 건설 기계, 제지 기계, 섬유 기계 등을 생산하기 시작하였다.

이때 트럭 크레인(<Figure 1>(b))을 처음 제조할 때 재미있는 일화가 있다. 당시 기술제휴선은 미국의 American Hoist라는 회사였다. 기술제휴를 통해 도입한 도면은 모두 인치-파운드 시스템으로 작성되어 있었다. 그런데 트럭 크레인의 크레인 부에 사용하기 위한 강철 철판들을 일본으로부터 수입해야 되는데 일본에서는 1인치 철판이 생산되지 않았다. 즉 2센티나 3센티 철판은 있지만 2.54센티의 철판은 없었다. 안전을 위해 3센티 철판을 수입해서 용접하여 크레인을 만들고 'counter weight' 같이 주물로 만들 수 있는 부분은 국내에서 제작하였다. 나머지 국산화가 불가능한 엔진이나 운전석 부는 수입된 KD(Knocked Down) 부품을 조립하여 겉모습은 그럴 듯한 트럭 크레인을 만들어 납품하였다. 그런데 나중에 문제가 생겼다. 원래 설계 스펙에는 시내 주행 시 시속 30킬로를 달릴 수 있어야 하는데 20킬로 이상의 속도를 낼 수 없었다. 철판을 너무 무거운 것을 써서 원래의 설계 성능대로 달릴 수가 없었던 것이다. 그 이외에도 왜정시대 배운 설계도면 읽는 지식 정도로는 당시 미국의 선진 국제 기준에 맞춘 도면조차 해석을 할 수 없어서 설계실에서 애로가 무척 많았다고 전해 들었다.



(a) Metal food plate

(b) Truck crane

Figure 2. Korean industrial products in 1970s

당시 현대양행에서는 모든 종류의 기계제품을 생산하고자 하는 의욕적인 계획을 가지고 있었다. 수력발전이나 화력발전은 물론 원자력발전 설비까지도 국산화 하고자 하는 원대한 계획을 가지고 기술도입과 차관도입이 동시에 진행되고 있었다. 발전설비 중 핵심설비인 터빈 발전기는 미국과 일본, 유럽 등 여러 회사와 접촉하고 있었다. 그러나 정인영 사장의 특명으로 비록 100만 불이라는 당시 기준으로는 엄청난 초기 이행료(Down Payment)와 5%라는 높은 로열티, 그리고 15년이라는 장기 계약임에도 불구하고 미국 GE(General Electric)사로부터 기술을 도입하는 것으로 최종 결정되었다. 원래 GE사의 일본 Licensee인 H사는 훨씬 싸게 기술을 주겠다고 하였지만 사장의 결단으로 GE사로 결정되었다. 오늘날에 와서는 창원 공장에서 주단조 설비부터 기계가공설비 까지를 모두 갖춘 것이나 미국으로부터의 직접적인 기술도입은 모두 엄청나게 잘 내린 의사결정이었다고 칭찬받고 있다. 일관생산 공장이기 때문에 가장 염가에 생산이 가능하였고 미국회사는 자사의 원천기

술을 계약대로 완벽하게 이전해 주었다.

더욱이 하늘이 대한민국을 도와준 측면도 있었다. GE와 계약을 마치자 미국 내 원자력 증기발생기 부문의 양대 기업 중 하나인 CE(Combustion Engineering)사에서 현대양행에 관심을 표명해 와서 초기 이행료 없이 비교적 염가의 로열티로 기술도입계약을 체결하였는데 1979년 미국에서의 쓰리마일 아일랜드 사고, 1986년 러시아의 체르노빌 원전사고 이후 CE사의 중요고객으로 대두된 한국에 CE사는 관련기술을 아낌없이 제공해주었다. 그 결과 기술습득에 큰 이득을 볼 수 있었고 오늘날에는 한국형 원자로 건설까지 가능하게 되었다. 이러한 결과가 오늘날 UAE(United Arab Emirates)국으로부터의 20조 원 규모의 원전 수주로까지 이어진 것이다. 1978년 기술도입 당시 대한민국의 한전에서는 터빈 발전기의 부품 리스트도 보유하고 있지 못한 상태였고 부품 수가 몇 개인지도 모르는 상태였었다.

생산관리와 관련한 내용을 정리해 보기로 하겠다. 1976년 공장을 건설한 이후 기술습득과 함께 제조를 확장하면서 군포 공장에서는 2000여명의 직원이 2교대로 작업하고 있었고 약 30여 명의 생산관리 부서원이 있었다. 생산계획 1과~5과의 과장과 과원이 있었고 생산통제 1과~2과의 과장과 과원이 있었는데 일개 과 당 약 5명의 인원이 있었지만 하는 일은 불자동차로 불을 끄러 다니는 것과 비슷하였다. 도면도 완성이 안 된 상태에서 생산관리를 하는 것은 쉬운 일이 아니었다. 당시 창원에 기계공장을 추가로 건설하는 확장사업과 관련하여 차관 공여기관인 세계은행에서 경영 컨설팅을 받으라는 요구가 있었다. 그래서 나중에 Swatch로 유명해지는 Hayek Consulting사의 컨설팅을 받게 되었는데 그 때 스위스의 컨설턴트들이 와서 군포 공장의 생산관리 현황을 문의하면서 Ormig과 같은 복사기도 없이 어떻게 2000여명의 기계공장을 관리하느냐고 의아해 했던 적이 있었다. 문서 없이 눈치와 말로만 때우는 생산관리는 그렇게 시작되었다. 그래서 오늘날에도 상당수의 중소, 중견 기업들은 문서에 의한 생산관리가 미흡한 것이 사실이다.

그러나 1980년대 이후 각 대학의 산업공학과에서 제대로 생산 관리에 대해 공부한 인재들이 현장에 투입되기 시작하면서 그리고 생산기술이 현장에 습득되어 품질향상과 기술 노하우가 축적되면서 생산관리 수준도 같이 향상되기 시작했다. 특히 대기업들은 좋은 인재를 습득하고 미국의 APICS(American Production and Inventory Control Society)에서 제공하는 교재와 자격증 제도를 활용하여 그들을 더욱 우수한 인재로 훈련시키고 글로벌한 회사로 성장하여 나아갔다. 예를 들어 1980년대 말까지 10명 이내에 불과하였던 APICS의 CPIM(Certified in Production and Inventory Management)자격자가 이제는 1만 명을 훌쩍 넘기고 있고 이 외에도 CSCSP(Certified Supply Chain Professional) 자격자도 상당 수 배출되고 있다.

이하 한국의 대기업과 중소기업의 생산관리 현황에 대해 정리해 보기로 한다. 국내 대기업은 세계 최고 수준의 생산관리 시스템을 운영하고 있다. 산업연구원 원장을 역임하신 송병준 박사에 의하면 한국 글로벌 기업의 CEO에게 한국기업이 세계 시장에서 선전하는 이유가 뭐냐고 물으면 이구동성으로 한국 기업들이 생산관리를 잘해서 그렇다고 대답한다는 것이다. 사실 여러 가지 소스를 통해서 한국 글로벌 기업의 생산관리는 세계 최고 수준이라고 듣고 있다. 또 글로벌 컨설팅 기업에 근무하는 한국계 생산관리 전문 컨설턴트들은 해외의 세계 우수 기업들의 컨설팅 업무도 많이 수행하고 있는데 한국 기업의 S&OP(Sales and Operation Planning)수준은 세계 최고 수준에 도달해 있다고 이야기하고 있다. 특히 복잡한 기업환경이지만 한국 대기업의 현장 근무 생산관리 요원들은 전체 운영 체제 하의 업무 연결과 업무 처리의 신속성이 뛰어나다고 한다.

이제 한국의 중소기업들의 생산관리 수준을 살펴보도록 하자. 2000년 이후 중소 제조기업의 노동생산성 수준은 대기업의 45.7%(2000년)에서 27.9%(2011년)로 대중소기업간 격차가 점차 확대된 것으로 나타났다. 이것은 같은 기간 동안 대기업의 노동생산성 연평균 증가율이 중소기업보다 높게 나타났기

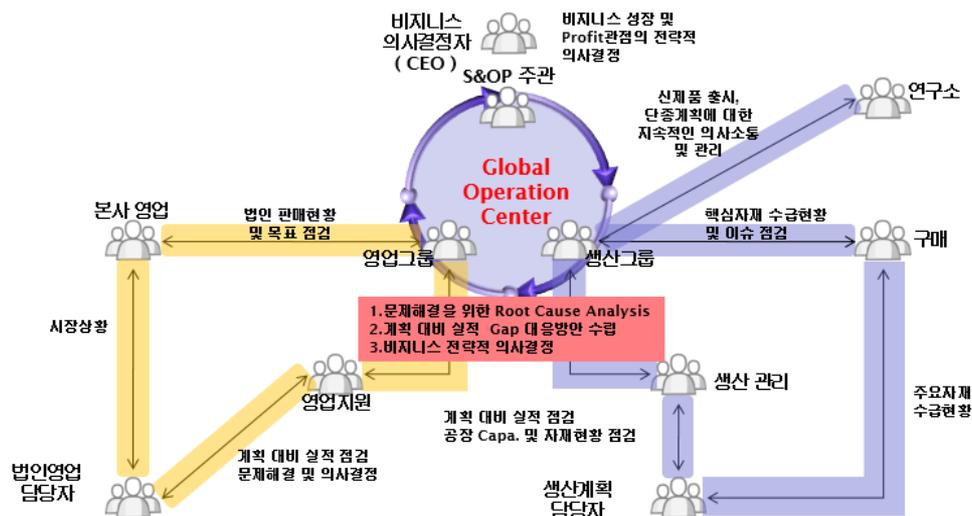


Figure 3. Sales & operations planning in Korean global companies

때문이다(KPC, 2014). 최근 한국의 중소 제조 기업들이 안고 있는 생산관리 주요 이슈로는 사람과 조직, 데이터, 프로세스 측면에서 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 사람과 조직
  - 불명확한 생산관리 담당업무 직무 및 책임(R&R : Role and Responsibility)
  - 높은 직원 이직률
  - 생산관리 업무에 대한 낮은 이해 및 낮은 IT 인프라(ERP 등)
- 2) 데이터
  - KPI(Key Performance Indicator)를 비롯한 실적정보관리 미흡
  - 실물과 정보가 일치하지 않음(수량, 시점)
  - 로트 및 품질추적성의 어려움
- 3) 프로세스
  - 프로세스 표준화 수준이 낮음
  - 수주-구매-생산계획-출하 프로세스 연동이 미흡함
  - 관리 사이클(P-D-C-A) 중 특히 계획 부문의 생략되는 경우가 많음

- 고객사의 잦은 주문 변경으로 인해 수요 변동성이 매우 높음

이제 중소기업에서의 생산관리 관련 교육이나 프로그램의 사례를 살펴보도록 하자. 기업체 생산관리 담당자를 대상으로 한 생산관리 교육 프로그램은 국내 산업공학과 학부 및 대학원 과정에서 개설되어 있는 여러 교과 과목들을 종합하여 설계되어 있다. 대신 이론 중심보다는 실무 중심으로 교육이 진행되며 다양한 업종의 사례가 풍부한 현장경험을 가진 강사를 통해 제시되어 진다. <Table 2>는 5일 30시간 과정으로 구성된 생산관리 교육프로그램의 한 사례이다. 공수분석 등 능력관리와 종합설비보전(TPM) 등에 많은 시간을 할당한 것을 눈여겨볼 필요가 있다. 아울러 생산계획 및 통제 프로세스 전체를 이해하는 것과 ERP, MES 등과 같은 생산정보시스템의 활용 및 운영도 주요 주제로 다루어진다(KPC, 2011).

또한 중소기업 생산관리 방법론 및 프로그램도 개발되어 보급되고 있다. 1970년대에 오늘날 분임조활동에 해당되는 공장 새마을 운동이 시작되어 80년대 이후 국내 중소 제조기업 생산 현장에도 다양한 혁신기법들이 보급되어 왔다. 이러한 방

Table 2. Example education program for production control

일차	대목차	중목차	관련과목
1일차	[1장] 생산관리시스템과 생산계획 및 통제	1. 생산 관리 시스템 2. 생산 능력 3. 수요 예측 4. 생산 계획 5. 운영 관리	생산관리 생산계획 및 통제
2일차	[2장] 생산능력분석 및 관리실무	1. 생산성관리의 기본활동과 전개방법 2. 공수의 분석과 관리 3. 종합적 능력관리를 통한 인원가동률 파악방법 4. 각종 생산성지표 분석과 활용방안	생산관리
	[3장] 원가절감과 이익관리	1. 제조원가의 흐름과 체계이해 2. 다품종생산 체계하에서의 이익관리 3. 제품의 수익성 판단기준과 이익의 산정 4. 공장 각 부문별 원가절감과 혁신 기법	
3일차	[4장] 과학적 자재/재고 관리	1. 재고감축을 위한 적정재고 관리 2. 과학적 재고감축 실무 운영사례	재고관리
	[5장] 생산효율화를 위한 종합설비보전(TPM)활동	1. TPM에 대한 올바른 이해 2. TPM 도입 및 추진 방법론 3. 설비 6대 LOSS의 구조 4. 개별개선을 통한 설비효율화 활동 5. 개별개선을 통한 Loss 배제 사례	설비관리
4일차	[6장] 작업의 설계·추정과 공정관리	1. 생산/공정/작업관리의 이해와 작업시스템의 역할 2. 공정형태(조립, 가공)별 관리 방법 3. 작업방법의 설계와 개선 활동의 효율화 방안 4. 라인밸런싱 개선 기법 5. 라인개선 추진방법	작업관리
5일차	[7장] 생산정보시스템의 활용과 효율적 운영	1. 통합생산관리시스템의 구축전략 및 전개방향 2. 수주에서 출하까지의 업무 프로세스 혁신 3. 생산정보전달의 네트워크 구축과 운영 4. 생산환경변화에 따른 생산관리시스템의 대응	기업정보시스템 공학

법론에는 5S, TPS, LEAN, TPM, Six Sigma 등이 있으며 최근에는 자사의 원칙과 철학을 KPI 및 핵심활동과 연계하여 통합된 시스템으로 정형화시키는 시도가 점점 확대되고 있다. 한국형 제조혁신 방법론(KPS)은 중소기업 경쟁력 강화를 위해 개발된 방법론이다. 전원참여, 현장의 표준화, 지속적 개선, 생산의 유연화, 생산정보의 실용화 등 5개 그룹 15개 세부 과제가 있으며, 프로세스 부문에는 제품 및 공정개발 프로세스, 생산운영 및 물류 프로세스, 설비관리 프로세스, 제조품질 프로세스, 원가관리 프로세스 등 5개 그룹 15개 세부 과제가 있는데 <Figure 4>는 추진단계별 주요과제를 나타낸다.

이제 앞에서 언급한 중소기업 생산관리 현황 및 주요이슈, 사례 등을 토대로 중소기업 생산성 향상을 위한 시사점 및 제안사항을 정리해 보면 다음과 같다.

- 1) 생산관리 전문가 양성
  - 산학 연계를 통한 산업계에서 필요한 인재 양성
  - 생산관리 업무의 일하는 방식 이해 및 KPI 관리 중요
  - 생산관리는 영업(시장)과 생산현장의 조율자
- 2) 자사 제조혁신 시스템 구축
  - 운영, 정보, 기술의 통합
  - KPI, 전략, 핵심활동 연계
  - 제조부문 중장기 비전과 전략 명확화
- 3) 스마트 생산관리
  - 철저한 낭비의 제거-스마트 Indicator 개발
  - 데이터 관리 강화
  - 최신 IT 기술의 접목(ICBM(최근의 IT 기술을 뜻하는 신조어로 IoT, Cloud, Big Data, Mobile을 의미한다))

### 4. 생산관리의 이론적 연구 동향

이제 본 제 4장에서는 산업공학과 경영과학 분야의 중요 연구 논문들의 연구 주제에 대해 살펴보고자 하자. 이하 제 4.1절에서는 Computer and Industrial Engineering 전문지에 게재된 논문들의 특징과 경향에 대해 분석하여보고 제 4.2절에서는 Production and Operations Management 전문지에 게재된 내용을 분석해 보고자 한다.

#### 4.1 Computer and Industrial Engineering

국제적으로 유명한 산업공학 분야의 저널에 게재된 논문의 연구분야에 대한 고찰을 바탕으로 산업공학 분야에서의 연구 주제의 변화를 알아보고 나아가 생산관리 분야의 변화에 대하여 관찰해 보자.

Usy, Schutte 그리고 Van Zyl은 Computers and Industrial Engineering 저널에 1977년부터 2011년까지 34년 동안 게재된 논문 중 전문을 입수한 4,497 편의 논문을 분석하여 시간 흐름에 따른 연구 주제의 변화와 국제적 추세에 대한 분석을 수행하고 그 결과를 제시하였다. 이들은 분석에 있어 단어들(words)과 주제(topic)와의 연관성을 확률을 기반으로 파악하는 LDA (Latent Dirichlet Allocation) 주제별 모델링(topic modeling) 기법을 구현한 소프트웨어 프로그램인 CAT(Content Analysis Toolkit by Indu-tech)를 활용하였다.

분석에 앞서 Usy 등은 Dastkhan and Owlia(2009)가 제시한 “향후 산업공학 연구의 대부분은 정보 기술(Information Technology), 지능형 시스템(Intelligent System), 최적화(Optimization), 품질

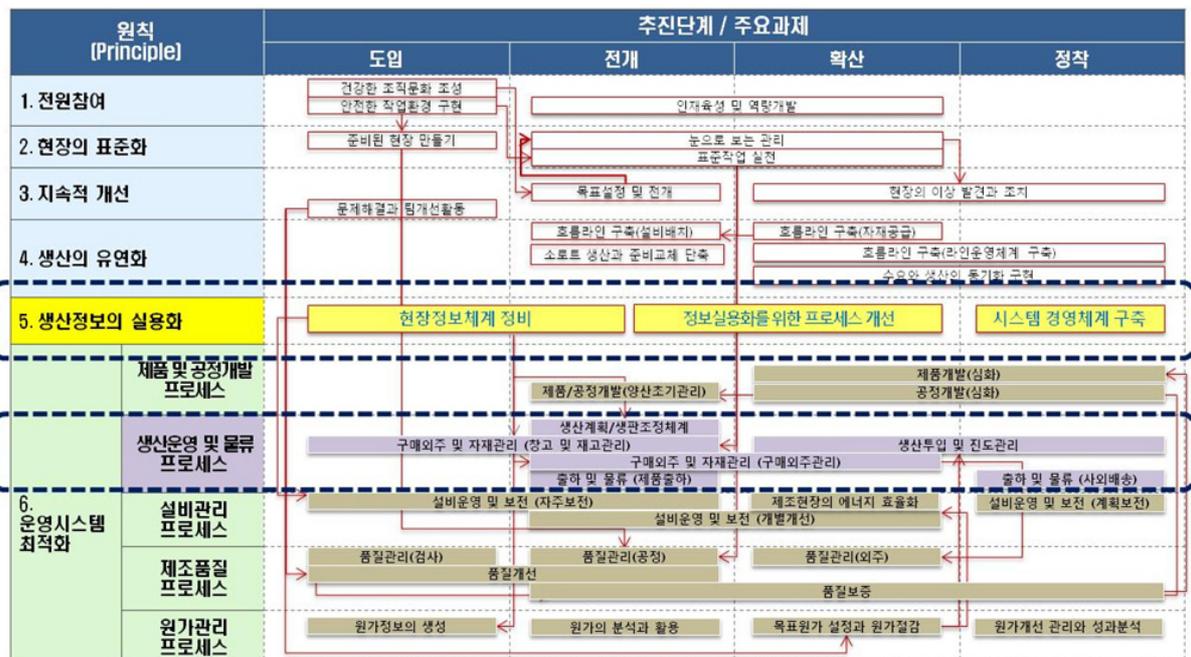


Figure 4. Major subjects in major processes

(Quality), 공급사슬관리(Supply Chain Management) 분야에 초점이 맞춰질 것이며, 최근 10년 동안 출판물에 있어서 생산관리(Production Management) 분야에 대한 연구 결과물의 비율이 줄어들고 있고, 산업공학 연구 주제가 설계 및 타 관리 부문으로 확대되면서 앞서 언급한 분야에 대한 연구가 증가하고 있다.”는 주장을 소개하고, 자신들의 분석 결과를 토대로 Dastkhan과 Owlia의 주장에 대한 검증은 시도하였다.

Usy 등은 분석 결과로 선택된 4,497편의 논문들을 72개의 연구 주제로 분류하고, 각 연구 주제별로 논문이 최초 발간된 연도, 가장 최근 발간된 연구, 해당 주제에 속한 논문들의 발간 연도의 평균 및 표준 편차 등의 통계치를 제시함으로써 연구 주제별 시간 흐름에 따른 연구 추세를 제시함으로써, 산업공학 분야에서의 연구 주제의 변화를 나타내었다.

본 연구에서는 이들이 제시한 72개 분야 중에서 생산관리와 관련성이 높은 24개 분야를 선정하여 이들 연구 주제의 통계치를 관측함으로써 생산관리 분야의 연구 추세를 관찰하고자 하며, 그 결과를 <Figure 5>에 나타내었다. <Figure 5>의 그래프 부분에서 검은 선의 시작과 끝 부분은 해당 연구 주제가 발표된 가장 빠른 연도와 가장 최근 발표 연도를 나타내며, 사각형의 길이와 중간 지점은 해당 주제에 포함되는 논문들의 발표

연도 평균의 표준편차와 평균을 나타낸다. <Figure 5>에서 볼 수 있듯이, Dastkhan과 Owlia의 주장과 달리 시간적인 측면에서도 생산관리 분야의 연구가 꾸준히 수행되고 있음을 보여주고 있다.

한편 Usy 등은 이들이 선택한 4,497편의 논문을 Dastkhan과 Owlia의 연구분야 분류와 동일하게 분류한 후 각 분야별 시간 흐름에 따른 추세를 분석하여, Dastkhan과 Owlia의 분야별 연구 추세에 대한 주장을 검증하였다.

<Figure 6>에서 볼 수 있듯이, 생산관리(Production Management)는 일부 타 분야에 비하여 상대적으로 전체 연구 편수는 적으나 비교적 증가 추세에 있음을 알 수 있다. 한편 정보 시스템 및 기술(Information System and Technology) 분야는 연구가 감소하는 추세임을 보여주고 있으며, 지능형 시스템(Intelligent System and Methods)과 품질관리(Quality Management) 분야는 ‘연구의 증가’를 주장할 수 없음을 보여주고 있다.

Usy 등은 연구 결과는 비록 Computers and Industrial Engineering 저널에 대한 제한적인 분석 결과이기는 하나, 오랜 기간 동안의 많은 논문에 대한 분석 결과를 제시함으로써 생산관리 분야의 연구가 꾸준히 진행되고 있음을 확인할 수 있는 결과를 제시하였다.

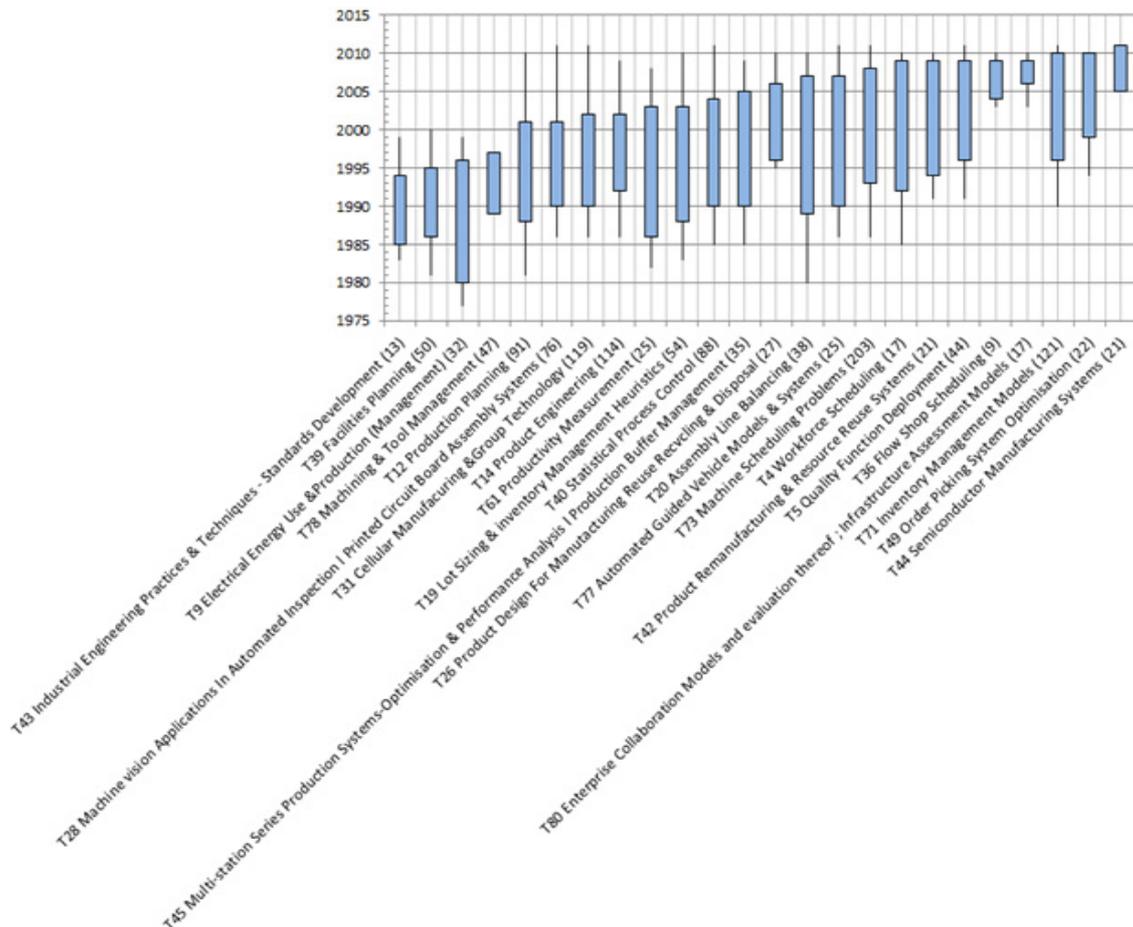


Figure 5. Trends in research areas in production control in C&IE journal during 1977~2011

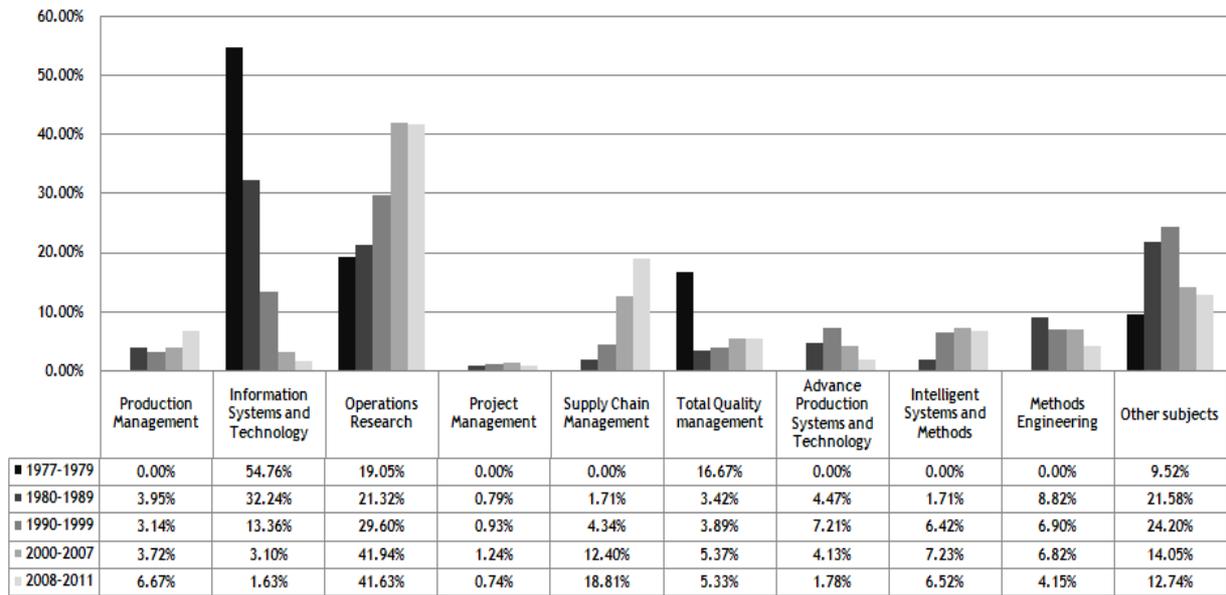


Figure 6. Trends in research areas in production management in C&IE journal according to Dastkhan and Owlia during 1977~2011

#### 4.2 Production and Operations Management

1989년 미국에서는 그 동안 OR/MS 연구 결과물이 이론 분야에 너무 치우쳐서 경험으로부터 도출된 연구 결과물이 실릴 수 있는 창구가 부족하다는 인식하에 이러한 창구를 마련하고자 하는 목적으로 POMS(Production and Operations Management Society)가 설립되었다. 그리고 이 조직은 그 창구의 하나로 POM (Production and Operations Management)이라는 저널을 1992년부터 발간하였다. Singhal은 “Our objective in publishing this journal is to improve practice”라고 하면서 저널 발간의 목적이 이론보다는 현장 연구 활성화에 있음을 밝혔다.

Gupta, Verma, 그리고 Victorino는 2006년, Production and Operations Management 저널에 1992년(첫 발간)부터 2005년까지 게재된 연구 논문 전체인 399편을 읽고 그 중 경험 연구(empirical

research)로 구분할 수 있는 153편의 논문에 대해 분석한 결과를 보고하였다. 여기서 경험(empirical)으로 규정되는 연구는 그 주요 내용이 관찰이나 실험에 의존하거나 또는 그 결과가 관찰이나 실험에 의해 도출된 연구를 의미한다.

Gupta 등이 분석한 전체 논문 399편을 분류하면 경험 연구로 구분할 수 있는 논문이 38.8%이며, 그 외 모델링/분석 방법론 38.1%, 개념/일반론 9.8%, POM 교육 6.9%, 조사/검토 6.4%이다. 우선 경험 연구 게재량에 대하여 추이 분석을 실시하였는데 연간 편차가 주는 효과를 상쇄하기 위해 3년간 이동 평균을 이용하여 연간 추세를 살펴보았다. 다음 <Figure 7>에서 보듯이 경험 연구의 비율은 점차 높아지고 있는 양상을 보이고 있다.

다음의 <Figure 8>은 경험 논문 153개를 제조 분야와 서비스 분야로 구분한 후 3년 이동 평균을 도시한 것이다. 서비스 분야 논문이 점차 증가하고 있음을 알 수 있다.

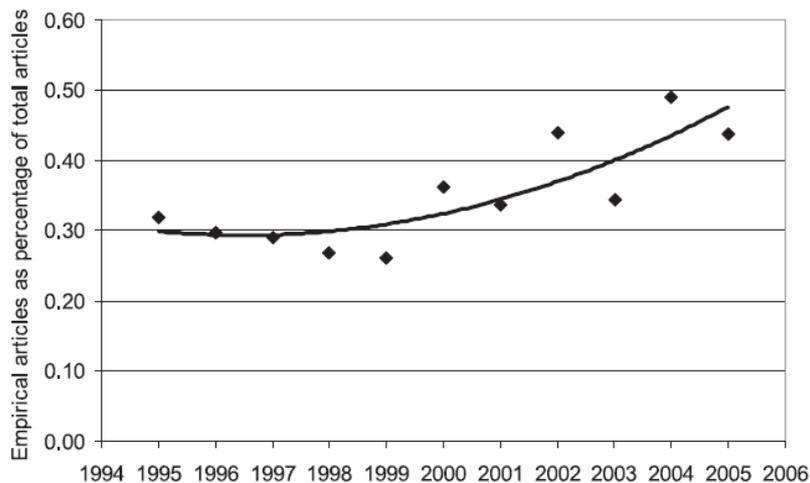


Figure 7. Moving average of empirical papers in POM journal during 1992~2005(total 399 papers, empirical papers 153)

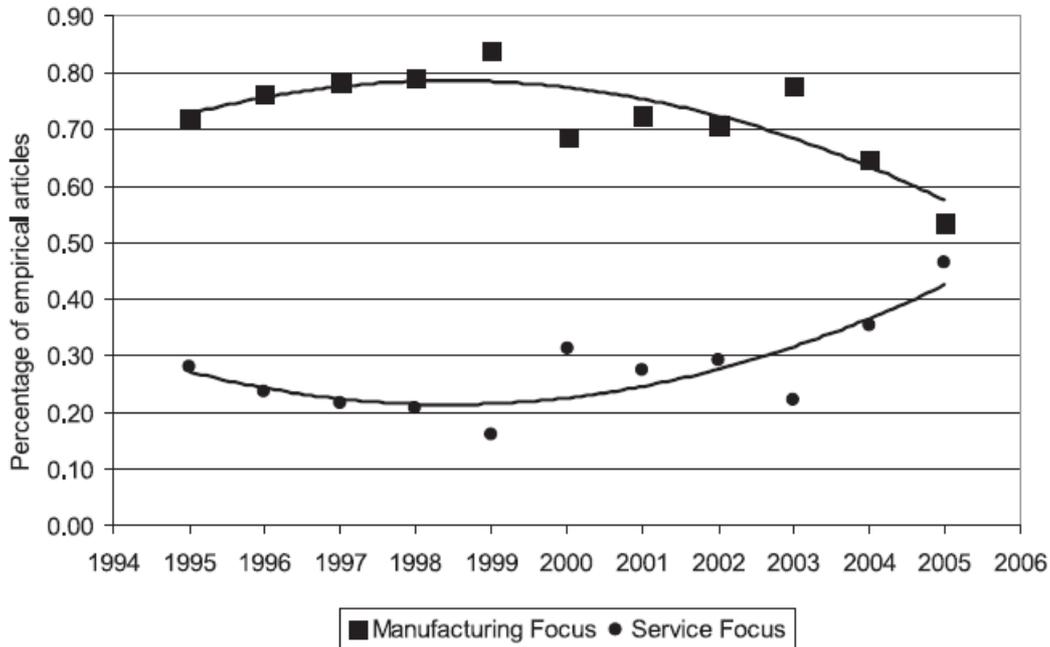


Figure 8. 3-year moving average of empirical papers focusing on manufacturing and service

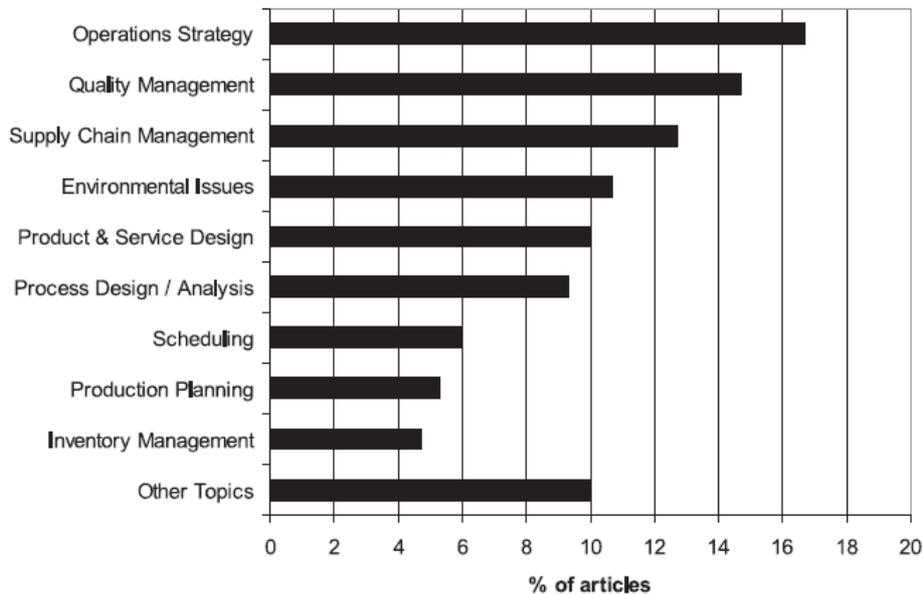


Figure 9. Classification of papers according to subject areas

분석한 논문의 주제별 분류 결과가 다음 <Figure 9>에 도시되었다. 대부분의 주제가 크게 보아서 생산관리 관련 분야임을 알 수 있다.

Gupta 등은 경험 연구의 목적에 따른 분류 결과도 제시하였다. 연구의 목적을 이론 정립(theory building), 이론 입증(theory verifying), 응용(application), 증거 제공(providing evidence)로 구분하였다. 다음 <Figure 10>에는 그 결과가 도시되었다. 제조 및 서비스 전체로 보아서 이론 정립 연구가 10.9%, 이론 입증이 39.5%, 응용이 24.8%, 증거 제공이 24.8%를 차지한다.

연구 목적에 따라서 분류된 내용을 보면 수수하게 산업체 응용 분야로 간주할 수 있는 부분은 응용(application)에 국한되는 것으로 보인다. 다른 세 분야는 이론(theory)이 연구의 주요 목적으로 여겨진다.

이상으로 정리된 Gupta 등의 연구를 통해 살펴보면, 총 399편의 논문 중 산업체 적용 논문으로 볼 수 있는 논문은 경험 논문 중 응용 논문에 한정되며 그 비율은 9.6%(= 38.8%×24.8%)이다. 현장 중심 논문의 게재를 목적으로 발간된 저널에서 조차 논문은 이론 분야에 많이 치우치고 있음을 알 수 있다.

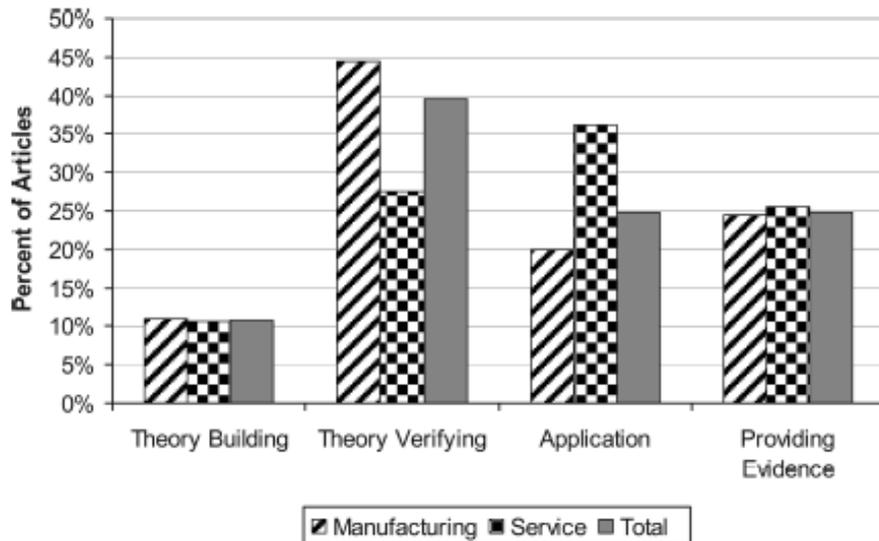


Figure 10. Proportion of papers according to the objective of Research

5. 결론

본 연구를 수행하면서 가장 호뭇하게 생각되었던 점은 국내 산업발전에 산업공학의 기여도가 확실히 입증되고 있다는 점이다. 글로벌 기업으로 성장한 대기업의 CEO들은 자신들의 경쟁력은 생산관리에서 나온다고 이야기하시는 분들이 많이 계신 듯싶다. 그리고 그런 기업들에는 산업공학 전공자들이 생산관리 부서에서 핵심적 역할을 담당하고 있다. 만약 산업공학이라는 전공이 없었다면 누가 생산관리 부서에서 일을 하고 있었을까 하고 자문해 본다. 경영학도가 현장에서 일할 수 있을까? 경영학 전공자들을 현장에서 찾아보기는 아주 힘들다.

아마도 다른 전통적 엔지니어들이 산업공학 관련된 기술들을 일부 습득하여 생산관리 업무를 담당할 수도 있을 것이다. 유럽의 접근 방법이 그러하다. 지난 1900년대부터 2000년대 초까지만 하더라도 여러 국제 생산공학회에서 만난 유럽의 학자들은 대부분 명함에 생산공학과(Department of Production Engineering) 소속이라는 명함을 가지고 있었다. 최근에는 유럽 뿐 아니라 유럽의 영향을 많이 받은 동남아나 남미 쪽 학자들도 모두 명함에 산업공학과(Department of Industrial Engineering)라고 소속 부서를 적고 다닐 정도로 산업공학이 유행하고 있는 듯하다. 일본 학자들은 경영공학이라는 전공분야를 많이 이야기한다. 우연히 유럽국가의 전공 커리큘럼을 살펴볼 기회가 있었다. 전통적 서유럽 국가였는데 산업공학 전공의 커리큘럼 내용은 기계, 화공 등 전통적 공학 분야를 기준으로 하면서 일부 기술경영이나 경영학 개론 등의 과목을 포함시키고서 산업공학 전공이라고 칭하는 것으로 보인다. 일본의 접근방법은 경영학 쪽 과목에 더 치중하고 있는 것으로 보인다.

후발주자인 대한민국 기업들이 세계 시장에서 상당히 선전하고 있는 모습을 볼 수 있다. 여기에는 공학도들이 기여한 바 크다. 우리나라에서는 1970년대~1990년대까지 미국에 유학한 젊

은이들이 많았는데 이 시기는 미국에서 CAD(Computer Aided Design), CAM(Computer Aided Manufacturing), CIM(Computer Integrated Manufacturing) 분야가 크게 발전한 시기인 동시에 산업공학의 최 융성기였다고 볼 수 있다. 이 때 미국에서 공학을 공부한 많은 우수한 젊은이들이 한국에 돌아와서 한국의 산업발전에 크게 기여하였는데 산업공학도 여기에 큰 몫을 한 것으로 보인다.

생산관리 분야에서의 해외의 학술적 연구와 한국의 학술적 연구를 비교해 보면 산업공학 전문지와 경영과학 전문지에 등장하는 연구의 큰 주제나 연구 추세에 있어서는 국내 연구와 해외 연구 간에 큰 차이는 없는 것으로 보인다. 다만 국내 연구의 특징이라고 할 수 있는 부분은 Operations Research가 현장에서 잘 활용되고 그 성과도 좋다는 점이다. 생산현장에서의 원자재 사용의 낭비를 없애는 데에 배낭문제(Knap Sack Problem)의 해법을 적용하여 실제 효과를 입증하고 지속적으로 사용한다거나 품질문제의 해결을 위해 데이터 마이닝 기법을 지속적으로 적극 활용하거나 생산계획에 스케줄링 이론을 접목시켜 큰 성과를 이룩하는 것은 외국에서 그 사례를 찾아보기 힘들다.

국내 산업공학도들은 모든 최적화 기술을 망라하여 습득하고 전공이 다른 여타 공학 분야 전문가들과 팀을 이루어 일하면서 좋은 성과를 보이고 있다. 이러한 경향은 아마 미국, 한국, 대만 산업의 특징이 아닐까 싶은데 이제는 유럽, 동남아, 중남미 국가들도 산업공학이라는 전공을 적극 도입하고 있는 듯싶다. 일본의 산업공학 분야 연구는 경영학적 요소가 많이 강조되어 현장과는 거리가 있고 오히려 여타의 전통적 공학 분야 전공자들이 현장에서 일하면서 산업공학의 일부 기술을 습득하고 적용하는 측면들이 있어서 그 성과가 한국에서의 성과와 달리 국지적 최적화(local optimum)에 그치는 것이 아닌가 하는 측면이 있어 보인다.

우리나라에서도 산업공학의 커리큘럼은 학교별로 상당한

차이를 보이고 있는 듯싶다. 본 필진의 의견으로는 기본적으로 산업공학에서는 문제 해결 능력을 갖춘 인재를 길러내는 것을 목표로 해야 할 것으로 보인다. 그리고 이러한 인재를 여러 가지 산업공학 전공 분야에 대한 지식과 함께 “문제 진단 능력”, “시스템 마인드”와 함께 기본적 공학지식에 관한 “제조 프로세스 공학(Materials and Processes in Manufacturing)”을 습득하도록 하는 것이 필요할 것으로 보인다. 이러한 과목을 이수한 산업공학자는 현장에서 기계, 금속, 전자 등 타 전통적 공학 분야를 공부한 엔지니어와 대화가 쉽고 같이 팀을 이루어 일하기가 쉬울 것으로 보이기 때문이다.

원고를 작성하고 있는 현 시점에서 볼 때 전 세계에서 가장 기업가치가 높은 기업은 미국의 Apple 사이고 또한 에너지 기업을 제외하고 가장 매출이 높은 기업은 Wall Mart 사이다. 그리고 이들 회사의 성장 배경에는 산업공학을 공부한 CEO들이 있다. 아마도 그것은 우연이 아닐지도 모른다. 산업공학은 아주 유용성이 큰 전공분야이다. 그들 CEO들은 Operations Management 분야의 경력을 통해 그 위치에 올라갈 수 있었다. 생산 관리는 Operations Management 분야의 핵심 분야 중 하나이기 때문에 산업공학도가 미래의 CEO로 성장하는 과정에서 생산 관리는 앞으로도 중요하게 취급되어야 할 전공분야인 것으로 사료된다.

현재 우리 인류는 역사상 큰 전환점에 놓여 있는 것으로 보인다. 1820년에 10억에 불과했던 인구는 불과 200년이 안된 사이에 이제 70억을 넘어서고 있는 것으로 추산된다. 산업혁명 및 화석연료의 사용과 함께 도래한 풍요의 결과이다. 그러나 앞으로 인류는 환경 문제, 에너지 문제 등 화석연료의 사용과 함께 인류에게 닥친 여러 문제를 해결해 나아가면서 인류의 복지를 향상시킨다는 문제를 동시에 해결해 나아가야 할 것이

다. 나노기술, 신재생 에너지 기술, 그리고 ICT 기술 등 여러 분야의 제품 생산에는 새로운 개념의 생산관리 아이디어가 필요하다. 그리고 이 분야는 도전적인 산업공학도들에게 앞으로도 큰 기회를 제공해 줄 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Daskthan, H. and Owlia, M. S. (2009), Study of trends and perspectives of Industrial Engineering research, *South African Journal of Industrial Engineering*, **20**(1), 1-12.
- Gupta, S., Verma, R., and Victorino, L. (2006), Empirical Research Published in Production and Operations Management (1992~2005) : Trends and Future Research Directions, *Production and Operations Management*, **15**(3), 432-448.
- KPC(Korea Productivity Center) (2011), Lecture Program for Production Control.
- KPC(Korea Productivity Center) (2014), Productivity Trend of Korean Industries.
- Lee, C. W. and Choi, J. G. (2013), *History of Gyungseong Imperial College-Revised*, Pureun Sasang Publishing Company.
- Ministry of Knowledge and Economics, Korean Government (2012), Final Report on Production Innovation Methodology-Korean Style.
- Orlicky, J. (1975), *Material Requirement Planning*, McGraw-Hill, Inc.
- Rifkin, J. (1980), *Entropy: A New World View*, Viking Press.
- Special Program of Korea Broadcasting Service(2011), Miracle of Republic of Korea for the Past 60 Years.
- Taylor, F. (1911), *Principles of Scientific Management*, Harper and Brothers.
- Uys, J. W., Schutte, C. S. L., and Van Zyl, W. D. (2011), Trends in an International Industrial Engineering Research Journal : A Textual Information Analysis Perspective, *Proceedings of the 41st International Conference on Computers and Industrial Engineering*, 884-893.