

韓國 精油產業의 學習曲線과 生産性에 關한 研究

-A Study on the Learning Curve and Productivity-

李 鍾 哲*

Jong-Chul Lee

姜 奎 哲**

Kyu Chul Kang

ABSTRACT

The learning curve has an important effect the growth of corporation. But, in Korea, the study and inference on the learning rate of each industry are unprepared, and so, Korean industries have difficult in productivity and cost. At this point, this study infers the learning rate of the oil industries and investigates the productivity and growth of them. In conclusion, this study presents the direction of the oil industries' development.

With the intention of this objects, this study seizes the status which is concerned the total quantity, the operating rate, the plant capacity, the indicators concerning productivity, the investment of R & D and the scales, and then, infers and verifies the relevancy in connection with the learning rate.

In the oil industry, the average rate of learning is 65.96% from 1982 to 1994 which the total quantity and the average operation time are used to infer the rate. To observe the low rate within a same period of time, this study takes the consequences that the learning rate is almost identical with them each year. This steady state is caused by a difference between the employee and the decision maker about the acquirement and assimilated of technology. When the high-quality technologies possess the environment to apply in the scene of labor with them, this technology applies to the productivities.

As the learning rate increases, the productivity has more effectiveness. The result of analysis about the effectiveness of the learning rate follows that the R & D unfolds to exist and does not contribute to the growth of the oil industry. To analyze the variables of the growth, such as the learning rate, the investment of R & D, the operating rate and the gross value added to property, plant and equipment, the model is established and examined. The business strategy in the oil industry must be developed to achieve the internal growth as well as the external.

* 西京大學校 電算情報管理學科 教授

** 聖潔大學校 經營學科 副教授

I. 緒論

정유산업의 수량적 데이터를 사용하여 母數인 學習率을 추정하고 이 학습률이 산업의 생산 성과 성장에 미치는 영향을 계량적으로 분석하는데 본 논문의 목적이 있다. 이와 같은 목적을 추구하기 위한 접근법은 여러 가지가 있겠으나 계량적 방법론을 적용할 때 효율적으로 수행될 수 있다. 계량적 방법 중에서 회귀분석에 초점을 두고 필요한 경우 상관분석도 병행한다. 아울러 현황을 요약적으로 파악하기 위하여 記述計量學도 사용한다.

우리나라 정유산업의 학습률은 1982-1994년 간의 데이터를 사용하여 추정한다. 이 때 정유산업을 구성하고 있는 모든 기업의 데이터와 정유산업 전체의 데이터를 이용한다. 학습률은 학습률 모형을 구성하는 변수들의 성질에 의하여 생산배럴당 평균직접노동시간을 向上變數로 설정하고 총생산량을 累積變數로 확정하여 추정하고, 통계적 추론과 경제적 해석을 수행토록 한다.

본 연구에서는 정유산업에 대한 학습률의 추정과 분석, 그리고 학습률이 생산량과 성장률에 미치는 영향의 분석에 한정하도록 한다. 우리나라는 1960-1970년대에 외국기술을 집중적으로 도입하고 이 기술의 소화흡수에 중점이 주어졌다. 이와 같은 성향은 전산업에 걸쳐 이루어져서 학습효과가 우리나라의 경제성장에 미친 영향을 분석하는 것도 중요한 사항이다. 그러나 이와 같은 연구는 별도의 방법론이 요청되고 있어 본 논문에서는 제외하고자 한다.

II. 先行研究의 考察

학습곡선을 최초로 개발한 사람은 Wright (1936)¹⁾로 그의 연구는 1920년대 초에 시작되어 학습요인과 개념, 제품·공정의 설계, 생산기간 동안의 디자인 변동, 治工具의 改善, 항공기의 크기, 재료·총비용 등의 비교적 넓은 범위를 포괄하는 것이었다. 그러나 실제적으로 이와 같은 문제들을 포함하여 발생하는 학습현상을 예측할 수 있을 만큼 충분히 연구가 이루어진 것은 2차대전 중반기였으며, 그 이후 관련 지식 및 정보의 누적에 따라 체계적으로 생산성이 향상될 수 있는 요인으로 인식되었다.

학습현상의 研究方向은 대별하여 다음과 같은 세가지 주류로서 파악할 수 있다.²⁾

첫째, 직접노동작업에 있어서 反復(learning-by-doing)을 통한 능률향상에 대한 연구이다. 학습곡선 연구의 출발점인 이러한 연구는 반복작업효과는 직접노동과 관련된 제조업체에 있어서 비용에 대한 예측과 관리의 유익한 수단이 되었다.

둘째, 기업내의 조직적 개선, 기술적 경험, 그리고 생산에서 판매단계에 이르는 모든 知識과 情報를 포함하는 학습에서 발생하는 효율을 나타내고자 하였다.

셋째, 經驗曲線(experience curve)에 관한 연구이다. 주로 Boston Consulting Group에 의해 논의되어온 이 개념은 산업 전반적 수준의 학습을 포괄하는 종합적 효율을 고려하고자 하는 것으로서 기본 공식에 있어서는 학습곡선과 차이는 없으나 費用節減의 原因으로 反復效果, 技術的 發展, 規模的 經濟性 등으로 파악하고 있다는 점이 그 特徵이라고 할 수 있다.

한편 학습곡선은 회계, 광산 및 공장의 안전관리, 그리고 핵발전소 플랜트 작업에 이르기까지 응용되었다. 특히 의사결정에 있어서 학습곡선은 비용추정, 예산책정, 생산계획, 장기적 전략의 수립에 유익한 도구가 되었으며, 학습효과에 따른 비용절감의 利點을 가지고 대외 경쟁력을 높일 수 있었다는 점에서 큰 의의가 있었다고 할 수 있다. 또한 1980년대에는 Boston

1) Wright, T. P., "Factors Affecting the Cost of Airplans," Journal of Cost Aeronautical Accountant Sciences, Vol. 3, (1936), pp. 122-128.

2) Devinney, J. M., "Entry and Learning", Management Science, Vol. 33, No. 6, (1987), p. 706.

Consulting Group의 연구 등 많은 경영컨설턴트들에 의해 이른 바, 경험곡선의 개념이 도입되어 기업 또는 산업수준에 있어서의 학습효과를 포함하는 넓은 범위의 연구까지 확대되어 왔다. 그러나 학습현상에 대한 일관된 이론의 정립을 위한 문제점을 첫째, 학습곡선에 의해 표현되는 현상의 원인에 대한 理解의 不足, 둘째, 학습곡선 연구와 관련된 과거 經驗에 대한 情報 交換의 不足, 학습곡선 모델의 實際的 形態와 그 意味에 대한 이해의 부족 등을 지적하고 있다.³⁾ 또한 Attwood (1988) 등은 學習效果의 이슈와 學習組織이 構築을 위한 미래행동에 대해 첫째, 이슈로는 경영진의 역할, 조직발전과 인사스텝의 역할, 학습과정에 대한 스텝간의 책임분담, 학습과정의 공고화, 지속적인 피드백, 학습정도 등을 지적하였으며, 둘째로 학습조직을 구축하기 위한 미래행동은 개인의 성과검토 체계의 효율적인 운영과 유지, 조직의 특징과 일치하는 개인의 학습방법 개발과 활용, 경영실행지침과 일치하는 경영스타일, 그리고 새롭고 적절한 조정 등을 방법으로 제시하고 있다.⁴⁾

Mody (1989)⁵⁾는 작업에 의한 학습(learning by doing)은 공장현장에서 직접 작업하는 엔지니어들의 팀에 의해 생산지식이 창출되는 과정으로 인식하고 학습이론은 생산과정상의 단순한 부산물이 아니라 의식적 의사결정의 중요한 요소로 보아야 한다고 지적하고 있으며, Jaikumar (1988), Dosi (1981)⁶⁾는 생산기술을 하나의 체계적인 지식의 구현으로 봄으로써 생산학습이라는 역동적인 요소의 중요성을 강조하면서 생산기술개발과 관련한 학습은 체계화된 경험에 의한 생산기술에 관한 절차적 지식의 과정으로 지적하면서, 생산기술에 참여하는 경영자들은 시간이 흐름에 따라 특정한 방향성을 지니는 생산학습 패턴을 형성하게 되어 학습정체상태를 극복하게 된다.

그 후 1990년대에 접어들어 학습곡선은 經濟學的 觀點에서 組織學習의 問題를 다루고 있다. Argyris (1994)는 기업에 있어서 의사전달이 학습에 대한 장애물로 작용할 수 있으며, 종업원은 정보제공자이며 경영자는 의사결정자라는 역할이 개인학습과 책임에 대한 편견을 만들어 낼 수 있음을 지적하고 또한 경영자는 종업원에게 조직에 대한 깊은 이해와 협조를 가지도록 요구하려면 우선 새로운 수준의 자각과 공정성 및 책임감 등에 대한 인식을 새로이 가져야 함을 강조하였다.⁷⁾ 또한 Dodgson (1993)은 學習을 力動的이고 統合的 側面에서 解釋하고 이로 인해 학습을 분석할 가치가 있는 개념으로 파악하였다. 즉, 개인의 학습과정을 분석하여 그 결과를 조직의 학습에 접목시키는 방안을 제공하여 심리학적 및 조직론적으로 概念化시키고 있다. 이러한 개념화의 주요 영역은 ① 組織學習의 目標 ② 學習過程 ③ 學習을 推進하고 妨害하는 要因들에 대하여 설명하고 있으며, 학습은 자연적인 학습을 초월해서 이루어지는 단순한 적용을 넘어서는 개념으로 파악하여 이를 조직의 체계적 발전을 위한 도구로 활용해야 한다고 하였다.⁸⁾ 또한 Garvin (1993)은 학습조직을 知識의 創造와 獲得 그리고 移轉이라고 해석하고 조직이 새로운 통찰을 반영하도록 조직의 행동을 조절하는데 능숙한 조직으로 정의하고, 학습

3) Muth, J. F., "Search Theory and the Manufacturing Progress Function", Management Science, Vol. 32, No. 8, (1986), p. 949.

4) Attwood, M. and Beer, N., "Development of a Learning Organization-reflection on a Personal and Organization Workshop in a District Health Authority," Management Education and Development, Vol. 19, pp. 201-214.

5) Mody, A., "Firm Strategies for Costly Engineering Learning," Management Science, Vol. 135, No. 4, (1989), pp. 496-512.

6) Jaikumar, R., "Contingent Control of Synchronous Lines: A Theory of JIT," Harvard Business School Working Paper, (1988), pp. 61-88.

Dosi, G., "Technological Paradigms and Technological Trajectories," Research Policy, Vol. 11, (1982), 147-162.

7) Argyris, C., "Good Communication that Learning," Harvard Business Review, (Jul.-Aug. 1994), pp. 77-85.

8) Dodgson, M., "Organizational Learning: A Review of Some Literatures," Organization Studies Vol. 14, (1993), pp. 375-394.

조직의 구축에 대한 지침을 ① 시스템적 문제해결(systemetic problem-solving) ② 새로운 접근방법으로 실험(experimentation with new approach) ③ 과거 경험으로부터 학습(learning from past experience) ④ 다른 조직의 부터의 학습(learning from others) ⑤ 지식의 이전(transferring knowledge)으로 제안하고 있다.⁹⁾ 또한 1990년대에 들어와서는 벤치마킹(benchmarking), 가상기업(virtual corporation), 고객만족경영(customer satisfaction Management; CSM), TQM(total quality management), 시간중심경쟁(time-base competition) 등 경영혁신의 실제적 방법론 등과 함께 관심과 주목을 받는 개념으로 학습조직(learning organization)이 널리 논의되고 있다. 학습정체상태의 조직에서 과업을 수행하는 사람들 중에 누구에 의한 어떠한 학습과정을 조직학습으로 볼 것인가 하는 것은 조직학습연구의 분석단위 문제와 연계되어 많은 논란이 이루어져 왔다. 즉, 조직학습을 조직내의 개인단위에서 일어나는 개인학습들이 산술적인 통합으로 볼 것인가 아니면 조직단위의 학습과정에 초점을 두고 개인은 그 과정상의 한 구성요소로 볼 것인가 하는 문제이다. March (1991)¹⁰⁾는 조직내의 다양한 경험을 통해 개인들의 인지와 행동부터 변화가 일어나는 학습이 이루어지고 이러한 개인적인 수준에서의 학습이 쌓여서 조직의 행동변화로 구현되는 과정을 조직학습으로 파악하여 인지적인 학습은 개인수준에서만 일어나며 이의 결과가 곧 조직수준에서의 행동적 학습으로 나타난다고 지적하고 있으며, Senge (1990b)¹¹⁾는 學習停滯狀態를 극복하기 위한 기반의 하나로 팀학습을 들고, 조직 공동의 목적을 달성하기 위해서는 조직구성원 모두가 개인적인 전문성을 갖추어야 할 뿐만 아니라 이를 조화시키기 위한 팀학습(team learning)의 활성화가 필수적이라고 지적하고 있다. 이와 같이 학습조직은 현재와 미래사회의 인간적 욕구수준과 조직의 창조력을 확보해 줄 뿐만 아니라 학습정체현상을 극복할 수 있는 최대 장점으로 연구되어지고 있다.

III. 實證分析 設計

1. 精油產業의 現況과 展望

국내 정유산업은 60년대에 Gulf, Caltex, UNOCO 등 외국회사와 합작을 통해 설립되었으며, 70년대말 2차 석유파동을 전후하여 대부분이 철수하였다. 그후 우리나라의 정유사들은 석유화학, 윤활유 등 관련산업으로 사업을 확대하여 수평적 통합체제를 구축함으로써 綜合化學會社化하고 있다. 원유의 탐사 등과 같은 上流部分(up-stream) 開發로의 진출과 下流部分(down-stream)인 精油事業과 輸送 및 販賣業 등으로 垂直統合化하고, 가스, 전력 등 기타 에너지 분야로 사업영역을 확대함으로써 종합에너지회사로의 변신을 도모하는 등 事業多角化와 안정적 수급체제를 유지하기 위해 많은 계열사를 보유하고 있다.

우리나라는 5개 업체-(주)유공, 호남정유(주), 쌍용정유(주), 한화에너지(주), 현대정유(주)-가 원유정제처리 및 원유제품의 생산을 하고 있다. 5개 정유사의 1994년 현재 판매량 기준 시장점유율은 유공 36.3%, 호남 25.2%, 쌍용 18.9%, 한화 13.2%, 현대 6.3%의 순이며, 원유도입은 1994년 현재 중동(76.9%), 아시아(17.2%), 아프리카(2.8%), 아메리카(3.2%) 등에서 수입하고 있으며, 1994년 총원유수입량은 573,714,000 bbl이다. 또한 주요 생산품은 휘발유, 등유, 경유, Jet A-1, Jet-4, 나프타, 용제 등의 輕質油(light products)와 중유, 아스팔트 등의 重質油(heavy products) 그리고 프로판, 부판 등의 LPG를 생산하고 있으며, 가동된 제품중 약 16.7%는 수출하고 나머지는 내수용으로 사용된다.¹²⁾

9) Garvin, D. A., "Building a Learning Organization," Harvard Business Review, (Jul.-Aug. 1993), pp. 78-91.

10) March, J. G., "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," Organization Science, " Vol. 2. (1991), pp. 71-87.

11) Senge, P. M., "The Fifth Discipline: The Art and Practice of Building Learning Organization," New York, NY: Doubleday, (1990b), pp. 7-23.

우리나라 석유수요는 과거의 급속한 경제성장과 더불어 실로 괄목할만한 양적 팽창이 이루어졌다. 뿐만 아니라 우리나라의 석유수요는 국민의 생활수준 향상과 더불어 1970년대 두차례 석유파동으로 인한 에너지원 간의 相對價格變動에 따라 중질제품(벙커C油) 중심에서 경질제품 중심으로 수요패턴이 변화되는 등 비교적 심한 구조적 변화를 보여 왔다.

산업부문의 석유제품 소비는 1976년에서 1984년 까지 연평균 45%의 증가에 그쳐 1975년 46%였던 소비구성비가 1984년 38%로 낮아졌다. 그 다음 1985-94년 기간중 산업부문의 소비증가율은 연평균 13.5%로 수송부문과 가정상업부문에 미치지 못하지만 상당히 높은 수준에 있다. 이는 신규투자가 대폭적으로 이루어짐에 따른 석유화학업종의 원유소비 증가가 산업부문 소비증가의 주요 원인이었다. 또한 국내 석유화학공업의 규모는 에틸렌 생산능력을 기준으로 세계 5위에 이르고 있으며, 잉여시설 능력을 활용키 위해 해외시장을 개척하여 수출을 늘리고 있다.¹²⁾

우리나라의 에너지원별 需要展望 결과는 1차 에너지 수요는 2000년까지는 매년 8% 정도의 비교적 높은 증가추세가 계속되지만 이후 증가세가 점차 둔화되어 2001-30년 기간중에는 연평균 3.2%의 증가에 머물게 될 것으로 예측된다. 이와 같은 에너지 수요 증가율의 둔화는 무엇보다도 GDP 성장률의 둔화에서 비롯되며, 기술발전에 의한 에너지 이용효율의 개선도 큰 영향을 주고 있다. 에너지원별 수요증가율에 있어서는 상대적으로 석유의 증가율이 낮고 원자력과 LNG의 增加率이 높게 나타나고 있다는 점이 특징이다.¹⁴⁾

또한 환경문제, 특히 지구온난화 현상에 대한 국제적 대응의 파급효과는 우리나라의 에너지 수급구조에 커다란 영향을 미치게 될 것이다. 지구환경문제에 대한 국제적 대응책과 보조를 같이하기 위한 국내 에너지부문의 정책은 크게 두가지로 대별되고 있다. 그 하나는 에너지 절약 및 이용효율 향상을 통한 에너지 사용량의 減縮이며, 다른 하나는 기존의 연료를 환경영향이 적은 청정한 연료로 轉換하는 것이다. 청정연료의 전환을 위해서는 석유, 석탄 등 고탄소 화석 연료를 천연가스 등 저탄소 연료로 전환시켜 추진하며, 원자력발전 중심의 전원구성이 필요하다.

먼저 供給側面에서는 원유의 수량을 해외에 의존하고 있다는 점을 감안하여 국내의 유전개발을 통한 자주개발 원유의 확대, 비상시를 대비한 적정비축물량의 확보, 그리고 산유국과의 긴밀한 협력관계 유지 등 석유의 안정공급을 위한 노력이 필요하다. 또한 경질, 저유황 제품을 생산하기 위한 분해시설과 탈황시설의 설치 등 정제시설의 고도화도 계속 추진해야 할 사항이다.

다음으로 수요측면에서는 석유의 이용효율 향상에 의한 소비절약이 요구된다. 그 동안의 급격한 석유수요 증가는 우리 경제의 고도성장에 따른 필연적인 현상으로 볼 수 있으나, 單位國民所得을 생산하는데 소요되는 에너지 투입비중은 선진국에 비해 매우 높은 것으로 나타나고 있다. 그러므로 석유의 이용효율을 향상시키기 위해 사용기기 및 생산공정의 개선, 절약기술의 개발, 합리적인 가격정책 등이 이루어져야 한다.

요약하면 국내 정유산업은 국가경제발전과 국민생활의 향상이라는 대명제 아래 이를 위해서는 해외 유전개발사업 참여 확대, 종합적 에너지 산업으로의 성장, 개방화 시대에 부응하는 정유산업 자유화를 통한 경쟁우위의 확보와 체질강화 등이 필연적으로 요구된다고 할 수 있으며 분석결과와 해석의 자료를 제시하면, <표 1>, <표 2>, <표 3>, <표 4>, <표 5>와 같다.

12) 한국석유개발공사, 『月刊 石油需給統計』 通卷 117 號, 1995. 11, pp. 18-31.

13) 한국산업은행, 한국의 설비투자, 1995, pp. 89-95, 183-190.

14) 에너지경제연구원, 『장기 에너지 수요 2030』, 1994. 11.

<표 1> 精油産業의 年度別 總生産量 및 增加率

(단위 : 1000bbl, %)

연도	유 공		호 남		한 화		쌍 용		현 대		합 계	
	생산량	증가율	생산량	증가율	생산량	증가율	생산량	증가율	생산량	증가율	생산량	증가율
1982	75652	-0.52	61971	-1.92	12348	-25.14	16669	26.09	3352	1.13	170596	-1.87
1983	78713	3.908	70242	11.78	12626	2.20	22584	26.19	3645	8.04	188666	9.58
1984	78174	-0.07	77207	9.02	15230	15.10	26085	13.42	3375	-8.00	200996	6.14
1985	76736	1.87	73458	5.10	15260	0.20	26841	2.82	4103	17.74	197559	-1.74
1986	85706	10.47	75295	2.44	14940	-2.14	25896	-3.65	3840	-6.85	206750	4.45
1987	89454	4.20	76075	1.03	13702	-9.04	24922	-3.91	3395	-13.11	208662	0.92
1988	102254	12.52	94520	19.51	22095	37.99	28165	11.51	3874	12.36	252196	17.26
1989	110114	7.14	106593	11.33	23675	6.67	28444	0.98	21878	82.29	292062	13.65
1990	108899	-0.11	111393	4.31	23864	0.79	30109	5.53	28092	22.12	304496	4.08
1991	152000	28.36	114855	3.01	25222	5.38	82413	63.47	31867	11.85	408215	25.41
1992	180966	16.01	132765	13.49	57260	55.95	99865	17.48	33211	4.05	504560	19.10
1993	198856	9.00	140881	5.76	68505	16.42	97137	-2.81	24822	-33.80	539986	6.56
1994	206189	3.56	143208	1.63	74703	8.30	107915	9.99	35967	30.99	568452	5.01
평균	118747.1	7.41	98343.3	6.653	29186.9	8.668	47465.0	12.855	15493.9	9.909	311015.1	8.348
표준 차편	48566.8	8.14	28487.6	6.027	22210.7	20.331	34817.9	18.349	13751.6	27.478	14476.3	8.316

주 : 정유산업의 연도별 합계는 기타 생산량 합계도 가산한 것임.
 자료: 한국석유개발공사, 『석유수급통계』, 1994. 12. pp. 14-15.

<표 2> 精油産業의 生産性 指標

(단위: 백만원, %)

年度	勞 働 裝 備 投 資 額		機 械 裝 備 投 資 額		設 備 投 資 效 率		機 械 投 資 效 率	
	投資額	增加率	投資額	增加率	效率	增加率	效率	增加率
1982	56.71	22.43	34.83	24.72	64.4	-17.39	104.9	-19.07
1983	67.13	15.52	34.09	-2.17	59.5	-8.24	117.3	11.08
1984	41.39	-61.19	39.67	14.07	83.2	28.49	356.1	67.06
1985	75.32	45.05	27.12	-46.28	55.5	-49.91	154.2	-130.93
1986	77.88	3.29	26.73	-1.46	57.4	3.31	167.3	7.83
1987	91.94	15.29	25.97	-2.93	61.1	6.06	216.1	22.58
1988	87.36	-5.24	24.52	-5.91	67.5	9.48	240.5	10.15
1989	121.30	27.98	52.81	53.57	46.5	-45.16	106.9	-124.98
1990	181.04	33.00	91.16	42.07	39.2	-18.62	77.9	-37.23
1991	264.50	31.38	117.63	22.50	33.1	-18.43	74.4	-4.70
1992	329.21	19.66	139.29	15.55	31.1	-6.43	76.6	2.87
1993	351.99	6.47	149.13	6.60	34.5	9.86	81.3	5.78
1994	338.58	-3.96	129.49	-15.17	40.1	13.97	104.8	22.42
평균	160.34	11.51	68.65	8.09	51.78	-7.16	144.49	-12.86
표준 편 차	118.12	26.41	48.95	25.51	15.77	22.74	83.16	56.44

자 료: 한국은행, 기업경영분석, 각년호.

<표 3> 우리나라 研究開發投資 推移

(단위: 억원,%)

연도	국민총생산 GNP (A)				연구개발투자 (B)				국민총 생산대비 (B/A)
	경 상 가 격		'90년불변가격		경 상 가 격		'90년불변가격		
	금 액	증가율	금 액	증가율	금 액	증가율	금 액	증가율	
1985	793,011	11.6	1,081,303	6.6	12,371	36.4	16,877	30.2	1.56
1986	929,093	17.2	1,210,365	11.9	16,069	29.9	20,923	24.0	1.73
1987	1,097,265	17.1	1,359,128	12.3	19,852	23.5	24,599	17.6	1.81
1988	1,313,713	19.7	1,522,293	12.0	24,542	23.6	28,438	15.6	1.87
1989	1,479,416	12.6	1,626,837	6.9	28,173	14.8	30,993	9.0	1.90
1990	1,782,621	20.5	1,782,621	9.6	33,499	18.9	33,499	8.1	1.88
1991	2,142,399	20.2	1,944,588	9.1	41,584	24.1	37,735	12.6	1.94
1992	2,387,046	11.4	2,042,310	5.0	49,890	20.0	42,685	13.1	2.09
1993	2,655,179	11.2	2,161,624	5.8	61,530	23.3	50,092	17.4	2.32
1994	3,028,670	14.1	2,339,402	8.2	78,947	28.3	60,980	21.7	2.61
평균	1,760,841.3	15.56	1,707,047.1	8.74	36,645.7	24.28	34,682.1	16.93	1.97
표준 편차	766,911.6	3.82	419,114.9	2.89	21,425.1	6.09	13,599.1	6.88	0.30

자료 : 과학기술처, '95과학기술연감, 1996.3, p. 291.

<표 4> 精油産業 研究開發費의 對賣出額比率 推移

(단위: 백만원, %)

年度	研究開發		對賣出額比率	
	金 額	增加率	比 率	增加率
1982	1,124	1.96	0.07	14.29
1983	5,090	77.92	0.08	0.13
1984	5,250	3.05	0.12	0.33
1985	8,280	36.59	0.12	0.00
1986	11,198	26.06	0.19	36.84
1987	11,497	2.60	0.20	5.00
1988	20,703	44.47	0.35	42.86
1989	23,975	13.65	0.40	12.50
1990	38,385	37.54	0.39	-2.56
1991	51,461	25.41	0.43	9.30
1992	44,015	-16.92	0.42	-2.38
1993	53,751	18.11	0.47	10.64
1994	57,672	6.80	0.46	-2.17
평 균	25,569.3	21.33	0.29	9.60
표준편차	20,734.9	24.28	0.16	14.72

자료 : 한국산업기술진흥협회, 「산업기술주요통계요람」, 각년호

<표 5> 研究開發費 增加率 對比表

年度	研究開發費	經常價格	國民總 生産對比	賣出額 對比
1982	1.96	-	-	14.29
1983	77.92	-	-	0.13
1984	3.05	-	-	0.33
1985	36.59	36.4	1.56	0.00
1986	26.06	29.9	1.73	36.84
1987	2.60	23.5	1.81	5.00
1988	44.47	23.6	1.87	42.86
1989	13.65	14.8	1.90	12.50
1990	37.54	18.9	1.88	-2.56
1991	25.41	24.1	1.94	9.30
1992	-16.92	20.0	2.09	-2.38
1993	18.11	23.3	2.32	10.64
1994	6.80	28.3	2.61	-2.17
평균	21.33	24.28	1.97	9.60
표준편차	24.28	6.09	0.30	14.72

2. 學習率의 推定 및 檢定

각 정유사별 및 우리나라 정유산업의 평균 학습률은 지수함수모형($Y_t = Y_1 \cdot n^{-b}$)을 이용하여 산출하여 <표 6>에 제시하였으며 이때 누적생산량의 증가와 생산설비의 변화에 따라 학습률이 변화할 수 있으므로 1981년 이전의 자료는 고려하지 않았다. 이 표에서 정유산업의 13년 간의 학습률은 1982년 66.70%에서 1990년 66.72%까지 추세가 큰 변동을 보이지 않았으나 1991년 65.94%로 하락하여 그 후 계속 조금씩 하락하는 추세에 있으며, 13년 동안의 평균 학습률은 65.96%로 나타났다. 그러나 전체적인 관점에서 우리나라 정유산업의 학습률은 큰 변동이 없어 이미 낮은 학습률에도 불구하고 學習停滯現狀에 놓여 있음을 의미한다. 우리나라 정유산업의 학습률 추정의 검정결과는 표준편차가 1.075이며, 자유도 (1, 12)에서 F 값이 48977.1로서 임계값을 초과하여 통계적으로 유의하였다.

<표 6> 精油產業의 學習率

(단위 %)

연도	유공	호남	한화	쌍용	현대	전체
1982	71.72	61.06	68.79	65.16	62.98	65.94
1983	72.24	60.64	68.99	64.62	62.95	65.89
1984	73.08	60.65	68.66	63.70	64.96	66.21
1985	69.50	61.06	69.00	63.46	64.12	65.43
1986	69.73	61.69	69.00	64.13	65.84	66.08
1987	69.22	62.05	68.66	63.94	68.97	66.57
1988	72.81	60.97	66.57	65.10	69.36	66.96
1989	72.08	60.63	65.68	64.91	61.60	64.98
1990	72.89	60.38	65.55	64.93	59.42	64.63
1991	70.77	60.46	68.20	59.56	58.68	63.53
1992	68.95	57.59	62.55	58.68	58.23	61.20
1993	66.85	57.17	61.05	57.91	57.89	60.17
1994	66.66	56.83	58.94	57.71	57.73	59.57
평균	70.50	60.09	66.28	62.60	62.52	65.96
표준편차	2.21	1.72	3.41	2.95	4.05	1.075
F	13255.8**	15827.3**	4910.0**	5864.1**	3105.9**	48977.1**

주 : 자유도 [1, 12], 유의도 ** < 0.01

<표 7> 美國의 産業別 學習率

산 업	학습률	time frame
Model T Ford Production	86	1910 - 1926
Aircraft assembly	80	1925 - 1957
Labor-hours per barrel in the petroleum industry	84	1860 - 1962
Steel production	79	1920 - 1955
Disk memory drives	76	1975 - 1978
Catalytic cracking units for petroleum	90	1946 - 1958
Electric power generation	95	1910 - 1955

자료: Cunningham, J. A., "Using the Learning Curve as a Management Tool", IEEE Spectrum, (June 1980), p. 46.

<표 7>는 미국의 경우 몇개 산업에 대한 학습률을 나타낸 것이다. 이 표에서 살펴 보면 time-frame은 일치하지 않으나 미국의 정유사 학습률이 84%인데 반해 우리나라의 경우 65.96%로 현저히 차이가 있어 生産性 分析 등 학습효과에 영향을 미치는 제요인들에 대한 분석이 필요하다. 즉, 改善의 餘地가 있음에도 불구하고 이미 學習停滯狀態에서 머물러 있는 학습률을 높이기 위한 生産設備의 改善, 新技術의 導入과 그에 따른 從業員의 教育과 訓練 등 많은 改善點이 필요하다. 따라서 미국의 경우와 비교하여 한국은 학습효과 측면에서 큰 차이를 보여 국제 경쟁력에서도 경쟁력 우위를 점할 수 없다. 더구나 앞으로 수출지향적 산업으로의 발전을 도모하기 위해서는 학습효과를 고려한 生産戰略이 필요하다.

IV. 分析結果와 解釋

1. 學習曲線에 影響을 미치는 要素

학습의 속도에 영향을 미치는 요소들 가운데 평균작업시간과 총생산량을 들 수 있다. 이 관계를 회귀식으로 표시하면 다음과 같다.

$$b = \beta_0 + \beta_1 W + \beta_2 Y + \epsilon \tag{1}$$

위 식에서 b는 학습률, W는 평균작업시간이고 Y는 총생산량이며, $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ 는 각 변수의 계수이다. 그리고 ϵ 는 기대값이 0이고 분산이 σ_ϵ^2 인 정규분포를 따르는 確率攪亂項(stochastic disturbance term)이다.

식 (1)를 추정한 결과는 <표 8>과 같다. 이 표에서 제시된 바와 같이 평균작업시간의 계수는 -7.30이고, 총생산량의 계수는 -6.81이며 t 값은 각각 -1.56과 -7.02이다. 조정 R^2 (adjusted R^2)는 0.97이며, F 값은 196.90으로 자유도는 (2, 10)이다. 따라서 F 검정에 있어서 이 회귀식

은 유의하다. 그런데 평균작업시간의 t 값이 -1.56으로 0.5%와 0.1%에서 각각 기각에 실패한다. 따라서 총생산량은 학습률에 영향을 미치고 총작업시간은 학습률에 영향을 미치고 있지 못하다.

이 표를 좀 더 자세히 살펴 보면, 평균작업시간과 총생산량의 계수는 음수이다. 원래 학습곡선의 학습률 b가 음수의 값을 갖는데 <표 6>에서 제시된 바와 같이 학습률이 陽數로서推定되었다. 따라서 식 (1)은 추정을 하기 위해서 b의 값을 음수로 전환해야 하는데 b를 양수로 정의하여 식 (1)을 정립하였으므로 W와 Y의 계수는 음수로 추정되어야 한다.

<표 8> 學習率에 대한 作業時間과 生産量의 影響

$$b = \beta_0 + \beta_1 W + \beta_2 Y + \varepsilon$$

(b = 학습률; W = 평균작업시간; Y = 총생산량)

계수	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
계수값	70.79	-7.30	-6.81
t*	156.00	-1.56	-7.02
p**	0.00	0.00	0.15
F	196.90	자유도	(2, 10)
R ²	0.98	\bar{R}^{2***}	0.97

* t는 t 값임.

** p는 p 값(p-value)임.

*** \bar{R}^2 는 조정된(adjusted) 결정계수임.

따라서 이 표에 제시된 수치가 음수로 표시되어 있어 학습률 b에 陽의 效果, 즉 正의 效果를 미치고 있는 것이다. 때문에 총생산량은 학습률에 긍정적 영향 즉, 동일방향의 영향을 미치고 있다. 계수의 값이 약 7이므로 상당히 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 그러므로 제품을 되풀이 하여 생산하고 반복생산을 통하여 급속히 생산기술을 습득하고 있다는 결론을 얻게 되는 것이다. 이와 같은 현상은 자연스러운 것이다. 즉, 일정기간 반복생산하면 제품의 생산에 대한 方法과 實技가 몸에 배어 習慣的 또는 自動的으로 體得되게 된다. 이 표는 이와 같은 성향을 극명히 제시해 주고 있다.

평균작업시간은 7.3으로 상당히 크게 추정되었으나 t 값이 유의수준에 미치지 못하여 기각에 실패하고 있다. 상수와 총생산량의 P 값은 0.0인데 반하여 평균작업시간의 P 값은 0.15이다. 이 값이 상당히 크다. 따라서 이 표는 평균작업시간이 학습률에 영향을 미치지 못하고 있는 것을 제시하고 있다. 학습률은 학습환경을 학습에 유리하게 조성시키게 되면 증가할 것이다 환경 조성변수로서 노동장비, 기계장비 등을 들 수 있다. 이와 같은 변수들이 학습률에 미치는 영향을 보기 위하여 다음과 같이 회귀모형을 정립한다.

$$b = \gamma_0 + \gamma_1 LI + \gamma_2 MI + \gamma_3 LE + \gamma_4 ME + \eta \tag{2}$$

위 식에서 b는 학습률, LI는 노동장비투자액, MI는 기계장비투자액, LE는 설비투자효율, ME는 기계투자효율이고 η 는 기대값이 0이고 분산이 σ_η^2 인 정규분포를 따르는 確率攪亂項인

다. 위 식은 공장, 시설, 기계 등 작업현장을 구성하는 환경이 종업원에게 도움을 주도록 개선 되었을 때 학습효과가 증대되고 있는가를 살펴 보기 위한 것이다.

식 (2)를 추정한 값이 <표 9>이다. 이 표에서 제시된 바와 같이 노동장비투자액의 계수가 -0.026, 기계장비투자액의 계수가 -0.096이고 설비투자효율의 계수가 -0.003이고 기계투자효율의 계수가 0.009이다. t 값은 각각 -2.69, -1.86, -0.15와 1.54이다. p 값은 각각 0.03, 0.10, 0.88 및 0.16이다. 그리고 F 값은 30.33으로 자유도는 (4, 8)이며, 조정된 R²는 0.91이다. 또한 5% 유의수준에서 t 검정에 의하면 γ_1 와 γ_2 , 즉 노동장비투자액과 기계장비투자효율은 기각하고 γ_3 와 γ_4 , 즉 설비투자효율과 기계투자효율은 기각에 실패한다. 이점은 p 값이 보충적으로 지지하고 있다.

<표 9> 生産性 指標와 學習率

$$b = \gamma_0 + \gamma_1 LI + \gamma_2 MI + \gamma_3 LE + \gamma_4 ME + \eta$$

(LI = 노동장비투자액; MI = 기계장비투자액;
LE = 설비투자효율; ME = 기계투자효율)

계 수	γ_0	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4
계수값	72.356	-0.026	-0.096	-0.003	0.009
t*	27.580	-2.694	-1.856	-0.151	1.540
p**	0.000	0.027	0.100	0.884	0.162
F	30.33		자유도	(4, 8)	
R ²	0.94		\bar{R}^{2***}	0.91	

* t는 t 값임.

** p는 p 값(P-value)임.

*** 조정된 R²임.

이 표에서 제시된 결과는 당위성을 갖는다. 노동장비투자액이나 기계장비투자액은 종업원이 생산에 직접 사용하는 도구와 기계이다. 이 도구와 기계가 성능이 좋은 것일수록 종업원의 생산량이 증가한다.

기계장비투자액의 계수가 -0.096이고 노동장비투자액의 계수가 -0.026인 바, 기계장비의 투자액의 계수가 절대치에서 노동장비투자액의 계수 보다 상당히 높다. 이것은 정유회사가 기본적으로 裝置産業이므로 이 산업에 기계설비가 가장 핵심을 이루고 있기 때문에 당연한 귀결이다.

노동장비투자와 기계설비투자는 학습률에 영향을 미친다. 그러나 <표 9>에서 제시된 바와 같이 설비투자효율과 기계투자효율은 학습률에 영향을 미치지 못하고 있는 변수이다. 설비투자효율과 기계투자효율은 企業經營의 效率性에 영향을 미치는 요소이다. 나아가 이 변수들은 生産性의 效果에 직접 영향을 미친다. 생산에 종사하는 종업원은 작업환경이 학습에 적합나가 적합하지 않은가에 따라 학습률의 속도에 차이가 발생한다. 따라서 투자의 효율성과는 相關性이 존재하겠지만 크게 영향을 받지 않을 것이다. 이점을 좀 더 보기 위하여 투자 및 투자효율성과 학습률과의 상관성을 점검한 것이 <표 10>이다. 이 표에 의하면 학습률과 노동장비투자와의 상관계수가 -0.95이고 학습률과 기계장비투자와의 상관계수가 -0.94이다. 반면에 학습률과 설비투자효율과의 상관계수가 0.77이고 학습률과 기계투자효율과의 상관계수는 0.57이다. 투자에 있어서 상관계수가 적은 편은 아니지만 전자에 있어 상관계수는 -1에 접근하고 있다.

<표 10> 生産性 指標와 學習率의 相關關係

변 수	노동장비투자액	기계장비투자액	설비투자효율	기계투자효율
학습률	-0.95	-0.94	0.77	0.57

학습률에 영향을 미치는 변수들을 위에서 분석하였는데, 총생산량, 노동장비투자액과 기계장비투자액은 학습률에 영향을 미치고 있다. 그러나 평균작업시간, 설비투자효율과 기계투자효율은 학습률에 영향을 미치지 않는 변수로 분석되었다. 이 표에 의하면 학습률과 설비투자효율, 그리고 학습률과 기계투자효율은 상관계수가 다같이 어느 정도의 값을 가지고 있으므로 설비투자효율과 기계투자효율이 어느 정도에 있어서는 학습률에 영향을 미치고 있는 것은 사실이나 회귀방정식에서는 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다. <표 6>, <표 7>에서 제시한 바와 같이 우리나라 정유산업의 학습률이 외국의 학습률에 비하여 낮은 것으로 판명되었는데, 이와 같은 현상의 발생은 평균작업시간, 설비투자효율과 기계투자효율이 학습률에 상관성이 있음에도 불구하고 크게 영향을 미치지 못하고 있다는 데에 그 원인이 있다고 할 수 있다. 따라서 투자효율성이 학습률에 영향을 미칠 수 있는 기업정책이 절실히 요청되고 있다고 할 수 있다.

2. 學習率과 生産量

생산량이 많고 시장 점유율이 높은 기업은 상대적으로 낮은 제품원가를 가지게 된다. 따라서 제품의 낮은 원가는 規模經濟의 效果와 學習의 效果에 의해 다른 요인이 같다면 많은 생산량과 높은 市場 占有率을 가진 기업은 높은 학습효과를 나타낸다. 제품의 수명주기(life cycle)가 존재하고 있는 만큼, 신제품을 도입할 때마다 학습곡선의 역할이 존재하게 될 것이며, 이때 학습률에 따라 생산성 증가의 양태가 존재하게 될 것이다. 따라서 학습률이 生産性 向上에 影響을 미칠 것이며, 그 영향도 어느 정도인지 파악하는 것은 경영전략을 수립하는데 중요한 情報를 提供한다는 의미에서 절실하다. 생산량과 학습률과의 관계는 다음과 같은 식으로 표시할 수 있다.

$$Y = a_0 + a_1b + \varepsilon \quad (3)$$

위에서 Y는 생산량, b는 학습률을 의미한다. 위 식에서 생산량은 학습률의 증가함수라는 것을 나타내 주고 있다.

식 (3)의 추정이 <표 11>이다. 이 표에서 학습률의 계수는 -55417.53이며, t 값은 -11.84이고, p 값은 0.00이다. 조정 \bar{R}^2 는 0.92이다. 유의수준 5%에서 기각된다. 계수의 값이 크게 나타난 것은 학습률의 수치가 적고 생산량의 수치가 크기 때문이다.

생산량과 학습률과의 관계에 있어서 학습률의 계수가 陰數이다. 이와 같은 현상은 학습모형에서 학습률 b가 음수인데, 이 모형에서는 학습률을 양수로 추정하였기 때문에 발생되었다. 따라서 본래의 의미는 양수이므로 양수로서 경제적 의미를 해석하여야 한다. 이와 같은 논의에 의하여 학습률은 생산성에 양의 영향, 즉 正의 方向으로 영향을 미치고 있다. 학습률이 증가함에 따라 생산성이 증가하며 그 효과는 매우 크다. 말하자면 학습률이 1% 증가하면 생산량은 55,417배럴의 증가가 이득된다. 여기에서 현장학습이나 현장교육(on-the-job training)의 중요성이 강조되며 기업은 이 현장학습에 중요성을 두고 現場學習教育을 효과적으로 추진하여야 할 것이다.

<표 11> 生産量과 學習率

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 b$$

계수	$\hat{\alpha}_0$	$\hat{\alpha}_1$
계수값	3879733.38	-55417.53
t*	12.86	-11.84
p**	0.00	0.00
F	140.06	자유도 (1, 11)
R ²	0.93	\bar{R}^{2***} 0.92

- * t는 t 값임.
- ** p는 p 값(P-value)임.
- *** 조정된 R²임.

기업의 생산성에 영향을 미치는 요소가 학습률에 국한되는 것은 아니다. 연구개발비와 가동률이 생산성에 영향을 미칠 것이다. 이와 같은 가설을 검증하기 위하여 다음과 같이 회귀방정식 모형을 정립한다.

$$Y = \theta_0 + \theta_1 b + \theta_2 RD + \theta_3 CU + \xi \tag{4}$$

<표 12> 生産量에 影響을 미치는 變數

$$Y = \theta_0 + \theta_1 b + \theta_2 RD + \theta_3 CU + \xi$$

$\hat{\theta}_0$	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\theta}_2$	$\hat{\theta}_3$	F (DF)	R ²	\bar{R}^2
1,975,796.10 (3.97)* [0.00]**	-27,335.64 (-3.70) [0.00]	3.28 (4.18) [0.00]		181.83 (2, 10)***	0.97	0.96
3,204,833.72 (12.88) [0.00]	-47,956.04 (-13.93) [0.00]		2,339.91 (4.21) [0.00]	185.22 (2, 10)	0.97	0.96
2,325,144.98 (5.27) [0.00]	-34,012.51 (-5.00) [0.00]	1.97 (2.27) [0.05]	1,430.67 (2.32) [0.05]	176.16 (3, 9)	0.98	0.97

- * ()는 t 값임.
- ** []는 p 값임.
- *** { }는 자유도임.

위에서 RD는 연구개발비, CU는 가동율이고 ξ 는 기대값이 0이고 분산이 σ_ξ^2 인 정규분포를 따르는 확률교란항이다. 그리고 $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ 와 θ_3 는 각 변수들의 계수이다.

식 (4)를 추정한 결과를 <표 12>에 제시한다.

<표 12>에서 둘째행은 $Y = \theta_0 + \theta_1b + \theta_2RD + \zeta$ 의 추정결과이고 셋째행은 $Y = \theta_0 + \theta_1b + \theta_3CU + \phi$ 추정결과이다. 그리고 넷째행은 $Y = \theta_0 + \theta_1b + \theta_2RD + \theta_3CU + \xi$ 에 의하여 추정된 결과이다. 이 표에 제시된 바와 같이 F 값이 높아 조정된 R^2 의 값이 1에 근접해 있다. 그리고 각 값은 통계적으로 유의하다. 따라서 학습률, 연구개발비와 가동률이 각각 기업의 생산량에 영향을 미치고 있다는 점을 알 수 있다. 식 (4)을 살펴 보면 <표 12>의 제 4 행에서 볼 수 있는 바와 같이 학습률, 연구개발비와 가동률이 생산성에 영향을 미치고 있다. 식 (4)에서 가동률을 제외시킬 때 학습률의 계수인 θ_1 의 값이 -27.375이고, 연구개발비를 제외시킬 경우 θ_1 의 값이 -47.956이다. 연구개발비를 제외시킬 때의 θ_1 의 추정치가 가동률의 제거시에 얻게 되는 $\hat{\theta}_1$ 의 값보다 상당히 크다. 따라서 연구개발비에 투자하지 않고 가동률에 중점을 두면 학습률이 보다 중요한 역할을 담당한다고 할 수 있다. 연구개발비와 가동률을 모두 모형에 포함시킬 때 θ_1 의 추정치는 -34.012로서 양자간의 거의 중간값을 취한다. 따라서 가동률 보다는 연구개발비가 생산량에 미치는 영향의 정도가 크다고 할 수 있다.

생산량에는 설비투자가 미치는 영향이 존재하리라고 예상된다. 이점을 보기 위하여 다음의 모형을 고찰해 보도록 한다.

$$Y = \phi_0 + \phi_1b + \phi_4LE + \xi_1 \tag{5}$$

$$Y = \phi_0 + \phi_1b + \phi_2RD + \phi_3CU + \phi_4I + \xi_2 \tag{6}$$

위에서 I는 설비투자이며, 또한 ξ_1 은 기대값이 0이고 분산이 $\sigma_{\xi_1}^2$ 인 정규분포를 따르는 확률교란항이며 ξ_2 는 기대값이 0이고 분산이 $\sigma_{\xi_2}^2$ 인 정규분포를 따르는 확률교란항이다.

<표 13> 設備投資와生産性 (I)

$$Y = \phi_0 + \phi_1b + \phi_4LE + \xi_1$$

	$\hat{\phi}_0$	$\hat{\phi}_1$	$\hat{\phi}_4$
계수	3,563,849.69	-50,811.91	4.29
t*	9.59	-9.01	1.36
p**	0.00	0.00	0.20
F	76.39	자유도	(2, 10)
R^2	0.94	\bar{R}^{2***}	0.92

* t는 t 값임.

** p는 p 값(P-value)임.

*** 조정된 R^2 임.

식 (5)을 추정한 결과가 <표 13>이다. 이 표에 의하면 학습률은 有意水準 5%에서 기각되고 있으며, p의 값이 0.00이다. 이에 반하며 설비투자의 계수인 $\hat{\phi}_4$ 는 t 값이 1.36이고 p 값이 0.20이다. 따라서 유의수준 5%에서 기각에 실패한다. 이것은 설비투자가 생산성에 영향을 미치지 못하고 있다는 것을 제시해 주고 있다.

設備投資는 일반적으로 生産性에 影響을 미쳐야 된다고 예상되는데, 이 모형의 추정에 있어서는 설비투자가 生産성에 影響을 미치지 못한다는 것을 제시해 주고 있다. 이와 같은 증거는 데이터에서 기인하는 것 같다. 설비투자는 기존시설을 보완하거나 보강하는 경우와 신규사업을 수행하기 위한 투자로 구분할 수 있다. 그런데 新規事業을 위한 設備投資額이 既存設備의 補完·補強을 위한 투자액 보다 상당히 큰 것이 일반적인 傾向이다. 시설투자가 生産성 향상에 기여도가 있는지의 여부를 검토하기 위하여는 기존시설의 보완·보강을 위한 투자만을 고려하여야 한다. 산업전체의 총투자액 가운데 이 부분을 추출하여 작성된 데이터를 사용하여 모형의 계수를 추정해야 올바른 추정치를 얻을 수 있게 된다. 그러나 이와 같은 데이터를 얻을 수 없어 총투자액을 사용하였다. 여기에서 올바른 추정치의 산출을 얻지 못하여 이와 같은 결과도 출되었음을 가능성이 있다는 감이 든다. 따라서 이 부분에 대하여는 精確한 데이터의 획득과 이 데이터를 이용한 추정이 요구된다고 할 수 있으며 이것은 추후의 연구과제로 남긴다.

위의 논의를 좀 더 확인하기 위하여 식 (6)을 추정하였는 바, 이것이 <표 14>이다. 이 표에서 보는 바와 같이 學習率, 研究開發費와 可動率은 生産성에 正의 方向으로 影響을 미치고 있는 반면, 시설투자는 影響을 미치지 않는다. 시설투자의 계수가 -3.09로서 음수이지만 t 값이 -1.32이며 p 값이 0.22로서 有意수준 5%에서 기각에 실패하고 있다. 여기에서 설비투자가 -3.09로서 음수값으로 나타났는데, 이것은 비록 기각에 실패하고 있지만, 기존 시설의 보강적 투자가 아닌 신제품의 개발과 더 많은 生産을 위한 신규투자를 수행하는 경우, 한정된 資源으로 투자배분을 하게 되어 기존 투자의 보완과 보강에 同時 될 우려가 있기 때문에 여기에서 이 계수가 음수를 취하게 된다.

<표 14> 設備投資와 生産量 (II)

$$Y = \phi_0 + \phi_1 b + \phi_2 RD + \phi_3 CU + \phi_4 I + \xi_2$$

(Y = 生産량; b = 학습률; RD = 연구개발비; CU = 가동률; I = 시설투자)

	$\hat{\theta}_0$	$\hat{\theta}_1$	$\hat{\theta}_2$	$\hat{\theta}_3$	$\hat{\theta}_4$
계수	2,717,916.3	-35,998.70	1.89	2,046.74	-3.09
t*	5.63	-5.73	2.26	2.72	-1.32
p**	0.99	0.00	0.05	0.03	0.22
F	143.63		자유도		(4, 8)
R ²	0.98		\bar{R}^{2***}		0.97

- * t는 t 값임.
- ** p는 p 값(P-value)임.
- *** 조정된 R²임.

3. 學習率과 成長

정유산업은 資本設備과 研究開發費의 絶對적 규모에 있어서 賣出額 對比 설비의 규모가 전체 제조업의 평균에 미달된 수준이다. 이와 같이 과소투자수준을 보이고 있는 것은 국제경쟁력 확보를 위해서는 필수적으로 기술개발에 의존할 수 밖에 없는 현실에 비추어 큰 문제점으로 지적된다. 그러나 연구개발비가 기술수준과 비례한다는 것은 상당한 시간과 또한 제한적이기 때문에 기술개발로 연결되는 연구개발의 투자가 지속적으로 이루어져야 한다.

학습률이 기업이나 산업의 성장에 미치는 影響을 분석하기 위하여 다음과 같은 일차식의 모형을 精確한다.

$$G = \mu_0 + \mu_1 b + \nu \tag{7}$$

위에서 G는 기업 또는 산업의 성장률이고 b는 학습률이다. μ_0 와 μ_1 은 모수(parameter)이다. ν 는 기대값이 0이고 분산이 σ^2 인 정규분포를 따르는 확률교란항이다.

식 (7)의 추정치가 <표 15>이다. 이 표에 의하면 학습률의 계수 추정값이 -2.08이며 t 값이 -1.61이고 p 값은 0.14이다. 자유도가 (1, 11)인 F 값은 2.58이며 결정계수와 조정된 결정계수는 각각 0.19와 0.11이다. 결정계수가 상당히 낮아 모형의 正當性(validity)이 의심된다. F 검정이나 t 검정은 유의수준 5%에서도 기각에 실패하며 p 값이 이를 보충해 주고 있다. 이 표에 제시된 바는 학습률이 산업의 성장에 기여하는 바가 거의 없다는 의미인 바, 이와 같은 결과는 상당히 중요한 사항이므로 좀 더 고찰해 보도록 한다.

<표 15> 學習率과 成長率

$$G = \mu_0 + \mu_1 b + \nu$$

(G = 성장율; b = 학습률)

계수	$\hat{\mu}_0$	$\hat{\mu}_1$
계수값	142.18	-2.08
t*	1.71	-1.61
p**	0.12	0.14
F	2.58	자유도 (1, 11)
R ²	0.19	\bar{R}^{2***} 0.11

- * t는 t 값임.
- ** p는 p 값(P-value)임.
- *** 조정된 R²임.

다음과 같은 모형으로 고찰해 보면,

$$G = \mu_0 + \mu_1 b + \mu_2 RD + \nu \tag{8}$$

<표 16> 學習率 및 研究開發費와 成長率

$$G = \mu_0 + \mu_1 b + \mu_2 RD + \nu$$

(G = 성장율; b = 학습률; RD = 연구개발비)

계수	μ_0	μ_1	μ_2
계수값	147.01	-2.16	0.02
t*	1.59	-1.49	0.16
p**	0.14	0.17	0.88
F	1.19	자유도 (2, 10)	
R ²	0.19	\bar{R}^{2***} 0.03	

- * t는 t 값임.
- ** p는 p 값(P-value)임.
- *** 조정된 R²임.

위 식에서 RD는 연구개발비이다. <표 3>에 제시된 바와 같이 研究開發費는 企業의 成長에 중요한 役割을 담당하는 要素이다. 연구개발은 기업의 생존과 성장을 위하여 존재한다. 우리나라 정유산업에서 연구개발이 생존에 중점을 두고 진행되고 있는지, 아니면 생존과 성장에 다같이 역점을 두고 진행되고 있는지를 분석하는 것은 기업과 산업의 경영활동을 이해하는데 중요한 情報를 提供한다고 할 수 있다.

식 (8)를 추정한 것이 <표 16>이다. 이 표에 제시된 바와 같이, 학습률과 연구개발비의 계수는 각각 -2.16과 0.02이다. 그리고 t 값은 각각 -1.49와 0.16이고 p 값은 0.14와 0.88이다. t 값은 작고 p 값은 상당히 크다. 따라서 유의수준 5%에서 기각에 실패한다. 자유도 (2, 10)인 F 값이 1.19로서 기각의 실패를 보완해 주고 있다. 결정계수가 0.19로서 낮고 조정된 결정계수는 0.03으로 아주 낮다. 그러므로 模型의 正當性(validity)이 正當化될 수 없다.

이 표를 통하여 알 수 있는 것은 연구개발은 생존을 위하여 전개되고 있다는 결론을 얻게 된다. 이 모형에서도 학습률이 정유산업의 성장에 기여하지 못하고 있다는 점을 제시하고 있다. 우리나라의 정유산업은 외국에서 도입된 기술을 완벽하게 소화하여 우리나라의 技術로 轉換시키고 그 바탕 위에서 생존에 중점을 두는 경영을 수행하고 있다고 할 수 있다.

이와 같은 발견을 보다 구체적으로 검토하기 위하여 정유산업의 연구개발비를 제시하면 <표 17>과 같다. 이 표에서 볼 수 있는 바와 같이, 1982년의 연구개발비가 13억이었고 1994년에 580억이었다. 同期間에 연구개발비 평균은 260억이다. 연구개발비와 매출액의 비율은 1991년이 0.07%이고 1994년이 0.14%이다. 괄목할 만한 증가이지만 매출액 측면에서 볼 때 연구개발비는 성장을 추구하기 위해서는 대폭적인 增額이 필요하다. 연구개발투자는 따라서 산업이나 기업의 성장보다는 생존에 역점을 주어지고 있다고 할 수 있다. 이와 같은 현상은 성장을 위한 기술의 자체개발 보다는 오히려 외국의 高度技術을 도입하는 것이 費用面에서 저렴하고 위험도 적기 때문이 아닌가 생각된다.

또한 <표 18>에서 제시된 바와 같이 각국의 연구개발투자 추이를 살펴 보면, 1990년 우리나라의 경우 GNP 대비율이 1.88%로 47억불에 불과하였으나 1991년 55억불, 1992년 63억불, 1993년 76억불, 1994년 98억불로 꾸준한 증가하였으며, GNP 대비율도 1.94%, 2.09%, 2.32%, 2.61%로 매년 증가추세에 있다. 그러나 선진국의 연구개발비를 보면 투자규모에 있어서 1993년의 경우, 우리나라에 비해 미국은 18배, 일본은 15배, 독일은 6배, 프랑스는 4배, 영국은 3배의 투자규모를 보이고 있다. 따라서 선진국 수준의 기술개발을 위해서는 연구개발에 대한 투자를 적극적으로 확충할 필요가 있다.

<표 17> 精油産業의 研究開發費

(단위: 억원, %)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
연구개발비	1,124	5,090	5,250	8,280	11,198	11,497	20,703	23,975	38,385	51,461	44,015	53,751	57,672
대매출액비율	0.07	0.08	0.12	0.12	0.19	0.20	0.35	0.40	0.39	0.43	0.42	0.47	0.46

자료 : 한국산업기술진흥협회, 「산업기술주요통계요람」, 각년호.

<표 18> GNP 對 研究開發費

(단위 : 억불, %)

	1990		1991		1992		1993		1994	
	연구 개발비	GNP對 比率	연구 개발비	GNP對 比率	연구 개발비	GNP對 比率	연구 개발비	GNP對 比率	연구 개발비	GNP對 比率
한 국	47	1.88	55	1.94	63	2.09	76	2.32	98	2.61
미 국	1,515	2.73	1,601	2.77	1,667	2.77	1,695	2.67	1,726	2.56
일 본	835	2.78	944	2.80	1,010	2.73	1,127	2.66	-	-
프랑스	289	2.42	247	2.42	319	2.44	301	2.41	-	-
독 일	436	2.77	449	2.64	497	2.57	474	2.48	-	-
영 국	215	2.21	215	2.15	223	2.12	206	2.19	-	-

자료 : 科學技術處, '95科學技術年鑑, 1996. p. 463.

國民總生産에 대한과 研究開發費比率는 주요 선진국은 1990년 이후 정체 내지 감소추세인 반면에 우리나라는 계속 상승추세를 보이고 있으며, 경제발전 과정에서 선진국의 기술을 도입하여 이를 효과적으로 활용함으로써 제조업의 생산증대와 부가가치제고 등에 긍정적인 영향을 미친 것으로 평가되고 있다. 그러나 기술도입이 우리 기업의 자체적인 기술개발 능력을 향상시키는데는 크게 미흡하여 기술도입과 기술개발의 조화있는 발전을 이루지 못하고 있다. 또한 외국의 기술을 도입하는데 있어서 도입기술의 적합성에 대한 경제적 평가가 제대로 이루어지지 못하고 있다. 따라서 기술도입의 양적인 팽창 보다는 질적으로 고도화된 기술도입이 될 수 있는 방안이 모색되어야 한다.

산업의 성장률에 영향을 미칠 수 있는 변수들을 보다 많이 점검하기 위하여 아래와 같은 모형을 정립한다.

$$G = \mu_0 + \mu_1b + \mu_2RD + \mu_3CU + \mu_4RI + \nu \tag{9}$$

위에서 CU는 가동률이고 RI는 설비투자증가율이다. 이 모형을 추정한 바 <표 19>와 같다. 이 표에서 학습률, 연구개발비, 가동율과 설비투자증가율의 계수가 각각 -1.14, -0.02, 0.35와 -0.17이다. 이 계수들의 t 값은 각각 -0.74, -0.11, 1.48과 -1.18이다. p 값은 모두 0.27을 넘는다. F 값은 자유도가 (4, 8)로 1.88이다. 유의수준 5%에서 모두 기각에 실패한다. 결정계수 0.48이나 조정된 결정계수는 0.22로써 낮다. 성장모형이 이와 같은 변수들로 구성된다는 것을 뒷받침하고 있지 못하다.

이 모형의 각 계수는 비록 기각에 실패하고 있어 다음과 같은 논의에 이의가 제기될 수 있으나 중요한 經濟的 意義가 있어 규명 하면, 연구개발비와 설비투자증가율의 계수가 음수이다. 이것은 이 변수들이 성장에 逆의 方向으로 영향을 미친다는 것을 의미한다. 반면 가동률은 양수로서 正의 方向으로 성장에 영향을 미치고 있다. 연구개발비증가율과 설비투자증가율이 음의 계수를 갖는 것은 産業의 生存과 外的 成長에 중점을 두었기 때문에 발생한 것이 아닌가 하는 해설이 가능하리라고 본다. 연구개발투자가 생존과 내적 성장에 중점이 두어지면 양의 계수가 추정되어야 하고, 또한 설비투자도 內的 成長에 중점이 주어졌다면 그 계수가 양수이어야 할 것이다.

<표 19> 成長要素

$$G = \mu_0 + \mu_1b + \mu_2RD + \mu_3CU + \mu_4RI + \nu$$

계수	μ_0	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
계수값	51.98	-1.14	-0.02	0.35	-0.17
t*	0.48	0.74	-0.11	1.48	-1.18
p**	0.64	0.47	0.91	0.18	0.27
F	1.88		자유도	(4, 8)	
R ²	0.48		\bar{R}^{2***}	0.22	

* t는 t 값임.

** p는 p 값(P-value)임.

*** 조정된 R²임.

이와 같은 현황을 좀 더 고찰하기 위하여 정유산업의 설비투자액을 제시하면 <표 20>과 같다. 이 표에서 보는 바와 같이 설비투자액은 1982년 1,300억원이며, 1994년 10,982억원이나 엄청난 증가를 이룩해 왔다. 또 1989년에 3,252억원이고 1990년에 10,014억원이다. 1년에 3배 이상의 설비투자의 증가가 있었다. 1990년에 획기적인 投資增加가 이루어졌다.

<표 20> 精油産業의 設備投資額

(단위: 억원, %)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
설비 투자액	1,332	1,032	1,197	1,882	1,356	1,716	1,182	3,252	10,014	14,333	6,192	4,009	10,982
증가율	10.51	-22.52	15.99	57.23	-27.95	12.55	-31.12	175.13	207.93	43.12	-56.79	-35.56	173.93

자료 : 한국산업기술진흥협회, 『산업기술주통계요람』, 각년호.

이와 같은 괄목한 성장이 설비투자에 대한 증가가 대단히 크게 이루어졌음에도 설비투자증가율의 계수가 음수이고 동시에 성장에 영향을 미치지 못하는 요소로 나타난 것은 투자가 외적 성장에 기여하고 내적 성장에는 공헌을 제대로 이룩하지 못하고 있다는 것을 제시하고 있다. 따라서 정유산업의 앞으로 과제는 외적 성장도 동한시하지 않으면서 내적 성장을 이룩할 수 있는 經營戰略을 開發하는데 있다고 할 수 있다.

설비투자는 정유산업의 생산량을 증가시키기 위한 설비투자에 사용되기도 하고 점포의 확충에도 사용된다. 90년대 들어 승용차와 기업의 영업을 위한 차량과 자영업을 위한 업무차량이 급속히 증가하고 이에 대한 정유의 수요를 충족하기 위하여 주요소를 포함한 점포가 대폭적으로 확대되었다. 1990년대에 급격하게 증가된 설비투자액이 정유산업을 위한 시설에 투자된 금액이 점포의 신설을 위한 투자에 비하여 상대적으로 낮았다면, 정유산업의 內的 成長이 아니라 外的 成長에 투자의 중점이 주어 졌다고 할 수 있다. 이와 같은 점은 보다 정밀한 연구가 요청된다고 할 수 있다.

V. 結論

本 論文에서는 우리나라 정유산업의 학습률을 추정하고, 이 추정을 기초로 하여 학습효과가 정유산업의 生産量 및 企業成長에 미치고 있는 영향을 고찰하여, 이 토대위에서 정유산업의 成長方向을 摸索하였다.

기업의 생산량에는 학습률에 따라 생성량 증가의 樣態가 존재할 것이다. 따라서 학습률이 생산량에 영향을 미치게 되고 이 때 학습률은 생산량에 正의 方向으로 영향을 미치게 된다. 학습률이 증가함에 따라 생산량이 증가하며 그 효과는 매우 크다. 또한 학습률과 연구개발비 및 가동률은 생산량과의 관계에서 正의 方向으로 영향을 미치고 있는 반면 설비투자는 영향을 미치지 않고 있다. 그 이유는 신규사업을 위한 설비투자액이 既存設備의 補完·補強을 위한 투자액 보다 상당히 크기 때문이다.

학습률이 정유산업의 성장에 미치는 영향을 분석한 결과, 研究開發은 生存을 위해서 전개되고 있으며, 學習率은 정유산업의 성장에 기여하고 있지 않는 것으로 분석되었다. 그 원인은 우리나라의 정유산업은 외국에서 도입된 기술을 소화하여 우리나라의 기술로 전환하고 그 바탕 위에서 생존에 중점을 두는 경영을 수행하고 있다고 할 수 있다. 또한 學習率 및 研究開發費가 성장의 구성요소로서 작용하는 모형이 정당화될 수 없는 현상은 성장을 위한 기술의 자체개발보다는 오히려 費用面에서 저렴하고 위험도가 적은 외국의 고도 기술을 도입하고 이를 통한 企業의 外的 成長에 중점을 두고 研究開發은 自體 生存에 중점을 두는 보완적 성격에 한정하려는 성향 때문이라고 판단된다. 따라서 연구개발투자는 금액면에서 연도별로 팔목할 만한 증가를 이룩해 온 것도 사실이지만 賣出額 側面에서 볼 때에는 미비하여 정유산업의 성장을 추구하기 위해서는 대폭적인 증액이 필요하다.

精油產業의 成長에 영향을 미치는 변수들을 보다 다각적으로 분석하기 위하여 학습률, 연구개발비, 가동률, 설비투자증가율의 변수들을 사용하여 모형을 정립하여 분석한 결과, 각 변수들의 계수는 기각에 실패하였다. 이의 經濟的 意味를 살펴 보면, 연구개발비와 설비투자증가율의 변수들은 성장에 逆의 方向으로 영향을 미치고 있으며, 가동률은 陽數로서 正의 方向으로 성장에 영향을 미치고 있다. 이 때 연구개발비증가율과 설비투자증가율이 陰의 係數를 갖는 것은 정유산업이 企業의 生存과 外的 成長에 중점을 두고 있기 때문에 발생한 것으로 해석된다. 따라서 연구개발투자는 生存과 內的 成長에 중점을 두는 陽의 係數로 推定되어야 하며 設備投資增加率도 역시 內的 成長에 중점을 두어 그 계수가 陽數로 추정되어야 할 것이다. 실증분석은 이와 같은 논리를 뒷받침하고 있다. 즉, 정유산업의 앞으로의 과제는 外的 成長도 등한시하지 않으면서 內的 成長을 이룩할 수 있는 經營戰略을 開發하는데 있다고 할 수 있다.

參 考 文 獻

- [1]. 科學技術處, '95 科學技術年鑑, 1996.
- [2]. 한국산업기술진흥협회, 「기술도입년차보고서」, 각년호
- [3]. 한국산업은행, 설비투자계획조사, 각년호.
- [4]. 한국석유개발공사, 月刊 石油需給統計, 1995.
- [5]. 에너지경제연구원, 「장기 에너지 수요 2030」, 1994. 11.
- [6]. 한국은행, 기업경영분석, 1995.
- [7]. Argyris, C., "Good Communication that Learning," Harvard Business Review, (Jul.-Aug. 1994), pp. 77-85.
- [8]. Attwood, M. and Beer, N., "Development of a Learning Organization-reflection on a Personal and Organization Workshop in a District Health Authority," Management Education and Development, Vol. 19, pp. 201-214.
- [9]. Cunningham, J. A., "Using the Learning Curve as a Management Tool", IEEE Spectrum, (June 1980), p. 35-53.

- [10]. Devinney, J. M., "Entry and Learning", *Management Science*, Vol. 33, No. 6, (1987), pp. 706-717.
- [11]. Dodgson, M., "Organizational Learning: A Review of Some Literatures," *Organization Studies* Vol. 14, (1993), pp. 375-394.
- [12]. Dutton, J. M., A. Thomas, and J. E. Better, "The History of Progress Functions as a Managerial Technology", *Business History Review* 58, (1984 Summer), pp. 206-225.
- [13]. Garvin, D. A., "Building a Learning Organization," *Harvard Business Review*, (Jul.-Aug. 1993), pp. 78-91.
- [14]. Jaikumar, R., "Contingent Control of Synchronous Lines: A Theory of JIT," *Harvard Business School Working Paper*, (1988), pp. 61-88.
- [15]. March, J. G., "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, " Vol. 2, pp. 71-87.
- [16]. Mody, A., "Firm Strategies for Costly Engineering Learning," *Management Science*, Vol. 135, No. 4, (1989), pp. 496-512.
- [17]. Muth, J. F., "Search Theory and the Manufacturing Progress Function", *Management Science*, Vol. 32, No. 8, (1986), p. 949-978.
- [18]. Senge, P. M., "The Fifth Discipline: The Art and Practice of Building Learning Organization," New York, NY: Doubleday, (1990b), pp. 7-23.
- [19]. Wright, T. P., "Factors Affecting the Cost of Airplanes," *Journal of Cost Aeronautical Accountant Sciences*, Vol. 3, (1936), pp. 122-128.