

# 제품 디자인의 파급효과와 품질경쟁력의 결정요인에 관한 연구

A Study on a Effect of Product Design and a Primary factor of Quality Competitiveness

주저자 : 임채숙 (Chae-Suk Lim)

한양대학교 디자인대학 산업디자인학과 박사과정  
서울디지털대학교 멀티미디어학부 전임교수

공동저자 : 윤종영 (Jong-Young Yoon)

한양대학교 디자인대학 산업디자인학과 교수

1. 서론

2. 제품 디자인에 관한 선행 연구 개관

- 2-1 제품 디자인에 대한 전통적 및 동시적 접근방법
- 2-2 제품 디자인에 대한 전략적 접근방법
- 2-3 제품 디자인과 제품개발의 동시적 엔지니어링 접근방법
- 2-4 디자인 통합 이론

3. 문제 제기 및 실증적 분석

- 3-1 문제 제기
- 3-2 설문조사와 통계자료
- 3-3 제품 디자인의 파급효과에 관한 가설검정
- 3-4 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 가설검정

4. 결론

참고문헌

(要約)

본 연구의 분석목표는 제품 디자인의 결정요인을 추정하고 품질 경쟁력, 제품 신뢰성, 고객충성에 대한 제품 디자인의 파급효과를 실증적으로 분석함으로써 디자인 경영이론에 유용한 시사점을 도출하는 것이다. 상기한 실증적 분석을 위하여, 한국 제조업 부문의 400개 표본기업에 대한 설문조사(2003년 8월~10월)를 통하여 관련 측정변수들을 추출하였다. 본 연구의 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 제품 디자인의 유의적 결정요인은 연구개발력 수준, 연구개발투자 수준, 혁신활동 수준(5S, TQM, 6Sigma 운동, QC 등)으로 추정되었다. 이 분석결과는 제품 디자인과 제품 개발을 동시적 엔지니어링(CE: concurrent engineering) 개념으로 파악하고 이들의 성과를 평가하기 위한 시스템론적 원리(system-related principle)와 행렬관련 원리(matrix-related principle)로써 서술한 Pawar and Driva(1999)를 실증적으로 뒷받침한다.

둘째, 제품 디자인의 파급효과는 제품 디자인 → 품질경쟁력 → 고객만족 → 고객충성의 인과관계로 나타나는 것으로 추정되었다. 즉, 제품 디자인은 고객만족을 직접적으로 유발하는 것이 아니라 품질경쟁력을 경유하여 간접적으로 고객만족을 유도한다는 것이다. 이 분석결과는 디자인 경영이 통합된 제품 품질의 중요한 결정인자라고 분석한 Flynn et al.(1994), Ahire et al.(1996), Ahire and Dreyfus(2000) 등을 실증적으로 뒷받침한다.

일반적으로 제품 디자인의 접근방법으로써 3가지 즉 ① 제품 개발자(엔지니어, 기술개발담당자, 품질관리팀)를 중심으로 하는 QFD(quality function development)의 접근방법, ② 마케팅 담당자를 중심으로 하는 컨조인트 분석(conjoint analysis), ③ 상기의 2가지 접근방법의 상호보완적 및 동시적 결합 및 피드백의 주장(Pullman, Moore and Wardell, 2002)을 들 수 있다. 그러나 본 연구의 실증적 분석결과에는 품질경쟁력이 제품 디자인과 고객만족 사이에 교량적 역할을 담당한다. 이 분석결과는 제품 디자인에 대한 품질경쟁력의 2가지 접근방법(QFD의 접근방법과 컨조인트 분석)의 조화를 이룰 수 있는 이론적 기초가 될 수 있다. 즉, 제품 디자인의 결정요인 분석결과는 QFD의 접근방법에, 제품 디자인 파급효과 분석결과는 컨조인트 분석에 각각 보완적 기여를 할 수 있다. 이와 동시에, 실증적 분석결과는 Ettlíe(1997)의 디자인 통합(DI) 이론에 대한 실증적 기반을 제공할 수 있다.

마지막으로, 성공적인 디자인 경영(DM)을 위해서는 최고 경영자의 지원뿐만 아니라 부처 간 의사소통의 장애요인을 제거하고 CFT(cross-functional team)를 운영함으로써 동시적 엔지니어링

(CE) 및 제품 및 공정 디자인의 개발이 제품 개발의 속도를 가속화하고 디자인 품질을 높이며 시장 성공을 보증할 수 있도록 해야 한다.

(Abstract)

The purpose of this study is to estimate the determinants of product design and analyze the impacts of product design on quality competitiveness, product reliability, and consumer satisfaction in an attempt to provide a foundation for the theory of design management. For this empirical analysis, this study has derived the relevant measurement variables from a survey on 400 Korean manufacturing firms during the period of August~October 2003. The empirical findings are summarized as follows:

First, the determinants of product design are very significantly (at  $p<0.001$ ) estimated to be the R&D capability, the level of R&D expenditure, the level of innovative activities(5S, TQM, 6Sigma, QC, etc.). This empirical result can support Pawar and Driva(1999)'s two principles by which the performance of product design and product development can be simultaneously evaluated in the context of CE(concurrent engineering) of NPD(newly product development) activities.

Second, the hypothesis on the causality: product design → quality competitiveness → customer satisfaction → customer loyalty is very significantly (at  $p<0.001$ ) accepted. This implies that product design positively affects consumer satisfaction, not directly but indirectly, by influencing quality competitiveness. This empirical result of this study can also support the studies of for example Flynn et al.(1994), Ahire et al.(1996), Ahire and Dreyfus(2000) which conclude that design management is a significant determinant of product quality.

The aforementioned empirical results are important in the following sense: the empirical result that quality competitiveness plays a bridging role between product design and consumer satisfaction can reconcile the traditional debate between QFD(quality function development) approach asserted by product developers and conjoint analysis maintained by marketers. The first empirical result is related to QFD approach whereas the second empirical result is related to conjoint analysis. At the same time, the empirical results of this study can support the rationale of design integration(DI) of Ettlíe(1997), i.e., the coordination of the timing and substance of product development activities performed by the various disciplines and organizational functions of a product's life cycle.

Finally, the policy implication (at the corporate level) from the empirical results is that successful design management(DM) requires not only the support of top management but also the removal of communication barriers, (i.e. the adoption of cross-functional teams) so that concurrent engineering(CE), the simultaneous development of product and process designs can assure product development speed, design quality, and market success.

(Keyword)

Product Design, Design Management, and Quality Competitiveness

## 1. 서론

한국무역협회(KITA)가 발표한 「해외 바이어가 본 한국수출상품의 가격 및 비가격 경쟁력 현황」 보고서(2002년)에 의하면 한국 제품들이 해외수출시장에서 우수한 품질경쟁력을 가지고 있음에도 불구하고 제 값을 받지 못하고 있다고 한다. 그 이유는 브랜드 이미지(3.353점: 5점 기준)가 취약하기 때문인 것으로 밝혀졌다. 또한, 한국수출기업의 강점으로 여겨졌던 가격 경쟁력 역시 낮게 평가되었다. 그 이유는 중국 등 개발도상국의 급성장과 맞물려 한국수출기업의 위협요인으로 등장하였기 때문이다. 이러한 상황에서 출혈적이며 단기적인 저가정책이 아닌 브랜드 경쟁력을 통한 고품질-고가격 전략, 즉 가격 프리미엄 전략이 필요함을 알 수 있다. 국내 수출기업 중 일부 대기업들은 가격 프리미엄 전략을 채택하고 있지만 실제 자금 사정이 좋지 못한 대다수의 중소기업들은 브랜드 가치 제고에 투자할 자본이 부족한 현실 때문에 저가격 전략을 채택하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 산업자원부의 「고유 브랜드 수출동향과 브랜드 경쟁력 모델 개발 연구」(2003. 5)에 의하면 국내 수출기업 중 일부 대기업들은 과거의 OEM 방식에서 탈피하여 현재 40% 이상이 고유 브랜드를 이용한 수출을 하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 대다수의 중소기업들은 제품의 브랜드 이미지가 취약하고 현지 판매망을 확보하기 힘들기 때문에 OEM 방식을 고수하고 있는 것으로 나타났다.

이와 같이, 최근, 디자인이 기업성과에서 매우 중요한 요인으로 인식되고 있음에도 불구하고, 임채숙·임양택(2004) 연구의 품질경쟁력 결정요인 및 상관관계 분석에서 자사의 제품 디자인 수준이 경쟁사와 비교하여 매우 낮게 평가 및 추정되었다. 이는 제품 디자인이 상품의 모양내기(styling) 뿐만 아니라 상품의 개발 및 판매에 이르는 각 기능(제품 개발, 제품 디자인, 생산, 마케팅, 판매 등)을 통합 및 조정하는 역할을 담당하게 되었다는 것을 보여준다. 즉, 디자인 경영(DM: design management)의 시대가 온 것이다.

임채숙(2004)은 경영성과 평가 체계(PMES: performance measurement evaluation system) 하에서 제품 디자인이 어떻게 제반 경영성과 차원(자원경쟁력, 개발경쟁력, 제조경쟁력, 품질경쟁력, 시장경쟁력, 고객성과, 재무성과)들과 기능적으로 연계 및 통합될 수 있는가를 분석하였다. 즉, 실증적으로 제품 디자인을 어떻게 자리매김(positioning)할 것이며, 또한 제품 디자인은 경영성과를 제고하기 위해서 어떠한 기능적 역할을 담당해야 할 것인가를 제시하였다.

임채숙(2004)은 품질경쟁력과 제품 디자인이 포함된 품질경쟁력 평가모형(quality competitiveness evaluation model)을 개발하고 제품 디자인의 경영성과를 어떻게 평가 및 측정할 것인가를 분석하였다. 즉, 디자인 경쟁력(design competitiveness)의 평가기준 및 측정방법으로써 품질경쟁력 지수(QCI: quality competitiveness index)를 도출하였다.

본 연구의 분석목표는 제품 디자인의 결정요인을 추정하고 품

질경쟁력, 제품 신뢰성, 고객만족에 대한 제품 디자인의 파급 효과를 실증적으로 분석하는 것이다.

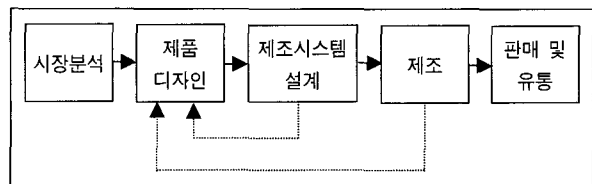
제2장에서는 제품 디자인과 관련된 전통적·동시적·전략적 접근방법, 동시적 엔지니어링 접근방법, 디자인 통합이론에 관한 기존 연구를 개관하고 제3장에서는 본 연구의 문제제기 및 제품 디자인의 파급효과에 관한 가설검정을 실시한다. 마지막으로 제4장에서는 본 연구의 결론을 도출하고자 한다.

## 2. 제품 디자인에 관한 선행 연구 개관

### 2-1 제품 디자인에 대한 전통적 및 동시적 접근방법

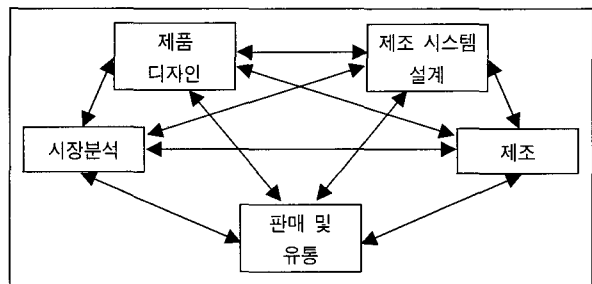
제품 디자인의 기능적 역할 변화 추세를 이론적으로 뒷받침해 보면 다음과 같다. 우선, 제조를 크게 2가지 즉 ① 전통적 제조(traditional manufacturing), ② 동시적 제조(concurrent manufacturing)로 나눌 수 있다. 전통적 제조는 연속적 제조(sequential manufacturing)로써 1960년대 NASA에 의하여 정립되었다고 한다(Griffin, et al., 1990). Vasilash(1987)는 전통적 제조를 시장분석→제품 디자인→생산 시스템 설계→제조→판매 및 유통의 '연계로 정의하였다. 이의 결합은 '시장도달시간'(time-to-market)이 보다 길어지며 일련의 제조활동 과정을 통합하기가 어렵다는 점이다. 한편, 동시적 제조에서는 시장분석과 제품 디자인, 시장분석과 판매, 제품 디자인과 생산 시스템 설계(즉 프로세스 설계), 생산 시스템 설계와 제조, 판매와 생산 시스템 설계, 판매 및 유통과 제조가 각각 동시적으로 상호작용한다는 것이다.

[그림 2-1] 제품 디자인에 대한 전통적 접근방법



자료 : Vasilash(1987).

[그림 2-2] 제품 디자인에 대한 동시적 접근방법



자료 : Vasilash(1987).

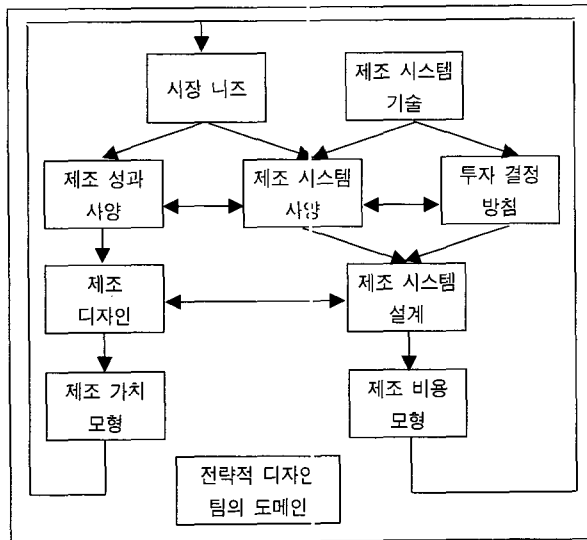
### 2-2 제품 디자인에 대한 전략적 접근방법

제품 디자인 및 제품 개발이 생산, 마케팅 및 공급 체인

(chain)과 어떻게 연계되어 있는가에 대해 많은 선행 연구들이 있다(Clark, 1989 ; Clark and Fujimoto, 1991 ; Griffin and Hauser, 1996 ; Handfield et al. 1999 ; Karlsson et al, 1998 ; Ulrich and Eppinger, 1995).

Whitney(1990)는 제품 디자인이 다른 제조 시스템의 구성요소들과 어떻게 상호작용하며, 이들의 최적화를 위한 '제조 가능성을 위한 디자인'(DfM: design for manufacturability)의 개념을 제시하였으며, Youssef(1994)은 DfM의 이론적 기초를 정립하였다.

[그림 2-3] 제품 디자인에 대한 전략적 접근방법



자료 : Whitney(1990).

### 2-3 제품 디자인과 제품 개발의 동시적 엔지니어링 접근방법

Pawar and Driva(1999)는 제품 디자인과 제품 개발을 동시적 엔지니어링(CE: concurrent engineering) 개념으로 파악하고 이들의 성과를 평가하기 위하여 5가지 변수 즉 시간, 비용, 품질, 신축성, 경영관리를 사용하여 시스템관련 원리(system-related principle)와 행렬관련 원리(matrix-related principle)로 나누어 서술하였다.

Stehn and Bergström(2002)은 고객지향 디자인 및 생산이 통합된 동시적 엔지니어링 원리(concurrent engineering principle)로써 공사 계약자와 진물주를 위한 비용 절감 효과를 분석하였다.

Sroufe, Curkovic, Montabon and Melynyk(2000)은 제품 디자인을 환경과 제조와의 관련성을 사례 연구(case study)로 분석함으로써 '친환경적 제조'(ERM: environmentally responsible manufacturing)와 환경 디자인(DfE: design for environment)이라는 새로운 개념 및 이론의 개발을 시도하였다.

### 2-4 디자인 통합 이론

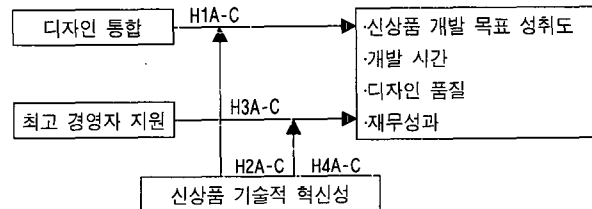
Hill(1991)은 소비자 니즈(needs)가 제품의 기능적 사양(products' functional specification)을 결정하고, 이것이 다시

제품 사양(product specification)을 결정한다고 주장하였다. Singhal and Singhal(2002)은 성공적인 제품 디자인을 위한 기술적 일치성(technological compatibility)과 마케팅 일치성(marketing compatibility)을 결정하는 단계별 전략을 제시하였다.

Souder and Song(1997)은 제품 디자인 및 시장선택 전략의 관계를 미국 및 일본의 전자업체를 대상으로 실증적으로 분석하였다. 분석 결과, 이들 혼합 전략의 성공은 시장 불확실성에 대한 기업의 인지(어떤 상품의 시장에 대한 응답기업의 친밀도, 고객의 니즈에 대한 응답기업의 인지된 이해력, 고객의 니즈를 제품 성능 사양의 변경으로 반영할 수 있는 응답기업의 설계 능력에 의한 측정)에 따라 좌우된다는 것이다. 또한, 이들은 상기의 혼합 전략의 성공이 기업 규모, 산업, 문화에 따라서도 좌우될 수 있다는 것을 인식하고, 시장 불확실성이 낮거나 혹은 높더라도 소규모 기업들은 구매자의 기호에 부합되는 디자인 일치성(design compatibility)을, 시장 불확실성이 낮은 대규모 기업들은 성능 우수성(performance superiority), 기술적 우수성(technical superiority), 과감한 디자인(radical design)을 각각 추구해야 된다고 주장하였다.

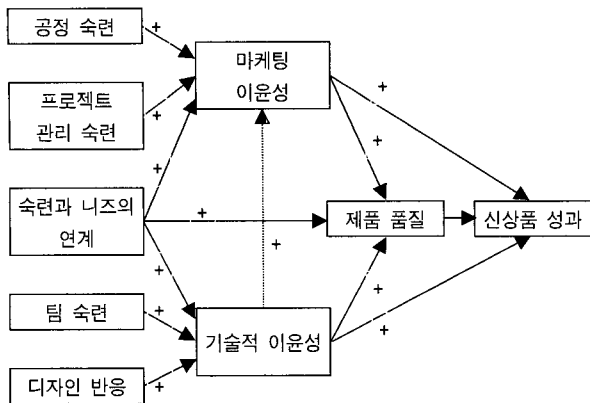
Swink(2000)는, Ettlie(1997)의 디자인 및 신상품 성공의 통합 이론에 기초를 두고, 신상품 개발(NPD: new product development)의 목적을 달성하고자 하는 과정에서 디자인 통합(DI: design integration)의 파급효과를 분석하였다.

[그림 2-4] Swink(2000)의 개념도



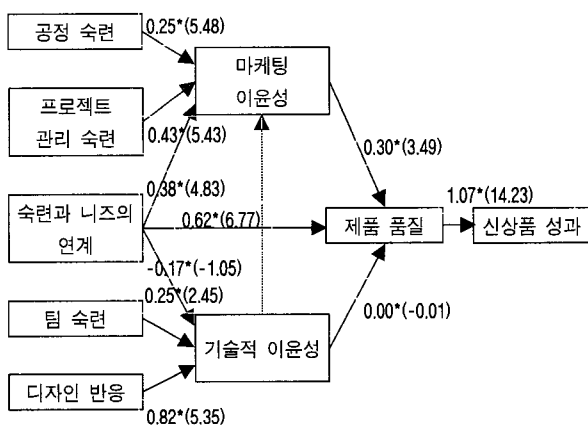
구체적으로 제품 디자인과 공정 디자인 활동에 있어서 시간(timing)과 개발활동 본질의 조정, 최고경영자(CEO)의 지원, 그리고 신상품의 기술적 혁신의 직접적인 효과 및 이들 사이의 상호작용 효과를 분석하였다. 그의 분석 결과는 다음과 같다. 즉, 디자인 통합(DI)은 신상품 개발(NPD)에서 디자인 품질과 유의적인 관계를 갖고 있다. 그러나 디자인 통합(DI)과 재무성과는 비(非)유의적인 관계를 보였다. 특히, 디자인 통합(DI)은 첨단기술 분야의 신상품 개발 목표 시간을 맞추는데 있어서 상당한 영향력을 갖고 있는 것으로 나타났다. 신상품 개발 프로세스가 매우 불확실할 경우, 디자인 통합(DI)은 더 큰 영향력을 발휘할 수 있는 것으로 추정되었다. 최고경영자(CEO)의 지원은 '시간기반 성과'(time-based performance), 디자인 품질, 재무성과를 높이는 데 기여할 수 있는 반면에 첨단기술 혁신활동에 의한 재무성과를 높이는 데에는 비(非)효과적인 것으로 나타났다.

[그림 2-5] 신제품 성과를 위한 사전적 관계의 개념적 모형



자료 : Song, Souder and Dyer(1997).

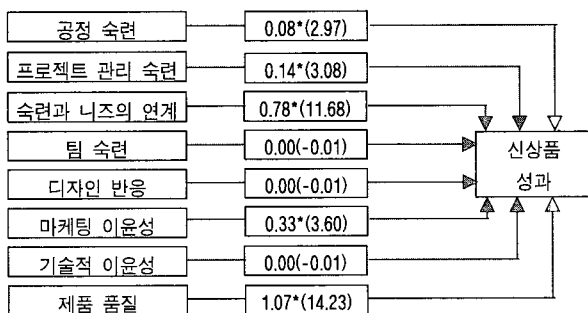
[그림 2-6] 기능적 최종 모형에 대한 경로 계수



주 : ( )내의 숫자는 통계량; 진한 선은 가설을 나타냄.

자료 : Song, Souder and Dyer(1997).

[그림 2-7] 신제품 성과에 대한 전체 효과



주 : ( )내의 숫자는 t 통계량, 진한 선은 가설을 나타냄.

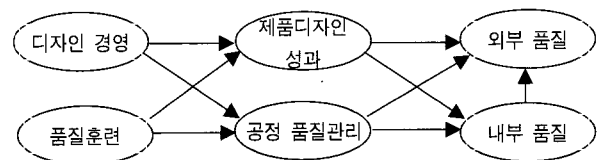
자료 : Song, Souder and Dyer(1997).

Song, Souder and Dyer(1997)는 신상품 성과에 대한 프로세스·프로젝트 관리·팀의 속련(skills)·숙련과 니즈(needs)의 연계 및 디자인 반응(design sensitivity)의 영향력을 인과모형 하에서 분석하였다. 이들은 마케팅 이윤성(marketing proficiency)과 기술적 이윤성(technical proficiency)이 상품의

품질을 결정하고, 이것은 다시 신상품의 성과 수준을 결정하는 것이라고 결론지었다.

Ahire and Dreyfus(2000)는 디자인 경영과 프로세스 경영이 전체 품질관리(TQM: total quality management)에 대한 영향력을 실증적으로 분석하였는데, 이들의 결론은 다음과 같다. 즉, 전체 품질관리(TQM)를 수행하는데 있어서 디자인 경영과 프로세스 경영은 모두 매우 중요한 요소이라는 것이다. 또한, 상기의 결론은 기업의 규모·각 기업의 전체 품질관리(TQM)의 수준·산업의 경쟁력 수준·생산의 물류 복잡성·제조공정의 특성에 관계없이 성립되며, 품질성과를 높이기 위해서는 디자인 경영과 프로세스 경영의 균형 유지와 이러한 지속적인 노력이 필요하다고 주장하였다.

[그림 2-8] 품질에 대한 디자인 및 프로세스 경영의 효과 모형



자료 : Ahire and Dreyfus(2000).

### 3. 문제 제기 및 실증적 분석

#### 3-1 문제 제기

선행연구 내용을 바탕으로 본 연구에서 목적으로 하는 제품 디자인의 품질경쟁력에 대한 내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 종합경쟁력 인과모형 하에서 제품 디자인의 위치(positioning)와 기능적 역할에 관한 본 연구의 경로도형은 [그림 2-9]와 같다.

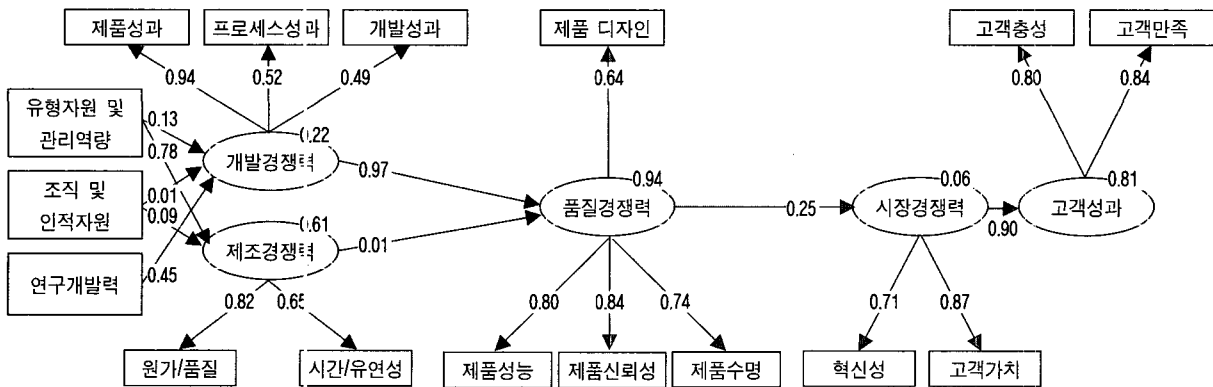
둘째, 본 연구의 제품 디자인의 기능에 대한 기본 시각은 Varilash(1987)가 주장하는 [그림 2-2]의 동시적 제조(concurrent manufacturing)와 일치한다. 그리고 Whitney(1990)와 Youssef(1994)의 '제조 가능성을 위한 디자인'(DFM: design for manufacturing)의 개념은 본 연구에게 주는 시사점이 크다. 그러나 Whitney(1990)와 Youssef(1994)의 연구가 제품 디자인과 다른 제조 시스템의 구성요소들의 상호작용에 관한 것인 반면에 본 연구는 제품 디자인과 다른 기능 즉 제품개발, 생산, 마케팅, 판매의 상호작용에 관한 연구이다. 셋째, 본 연구는, Pauer and Driva(1999)와 Stehn and Bergström(2002)의 동시적 엔지니어링 모형(concurrent engineering model)과는 달리, '품질경쟁력' 평가 모형 하에서 제품 디자인이 어떻게 품질경쟁력에 영향을 주는가를 분석하는 것이다. 상기의 두 연구들은 제품 디자인과 제조과정 사이의 관계에 초점을 맞춘 반면에 본 연구는 제조과정 뿐만 아니

1) 전체 품질관리(TQM)의 대상은 내부 품질(internal quality)과 외부 품질(external quality)을 모두 포함한다. 전자는 운송 전에 평가된 완제품의 품질을 의미하는 것으로 프로세스 품질(process quality)과 관련되며 파손, 재작업, 결함, 성능으로써 측정할 수 있다. 후자는 소비자 관점에서 평가된 완제품의 품질을 의미하는 것으로 고객 불만, 보증, 법정소송, 시장점유율로써 측정할 수 있다.

라 개발과정을 분리하여 분석한다. 또한, 상기의 두 연구들은 설문조사 결과를 바탕으로 서술적 분석의 수준에서 머물고 있지만, 본 연구는 제조업 전체를 대상으로 하는 설문조사 결과를 통계자료로 변환시켜 품질경쟁력의 결정요인을 추정한다. 넷째, Song, Souder and Dyer(1997)의 연구는, 분석의 범위 및 수준을 제외하고서는, 본 연구의 분석 목표와 매우 근접해 있다. 이들의 연구와 본 연구와의 차이점은 다음과 같다. 그들의 모형에서 디자인 감응도는 기술적 이윤성을 경유하여 상품 품질에 간접적으로 영향을 주는 것이지만 본 연구에서는

품질경쟁력이 제품 디자인에게 직접적으로 영향을 주는 것이다. 또한, 그들의 모형에서는 마케팅 이윤성이 직접적으로 상품 품질에 영향을 주는 반면에 본 연구에서는 품질경쟁력이 시장경쟁력에게 직접적으로 영향을 주는 것이다. 이를 바탕으로 본 연구는 5점 척도 설문지법을 이용해서 제품 디자인이 어떻게 제품개발, 제조, 마케팅, 판매 등의 기능들과 통합과 조정을 통하여 성공적인 제품 디자인을 추구할 수 있는가를 분석하고자 한다.

[그림 2-9] 제품 디자인이 포함된 종합경쟁력 인과모형의 단순 경로도형



N=400, GFI=0.772, AGFI=0.683, RMR=0.063, P=0.000

자료 : Chae-Suk Lim(2004), 임채숙(2)04).

### 3-2 설문조사와 통계자료

#### A. 설문조사

본 연구는 다음과 같은 설문조사를 실시하였으며 필요한 통계 자료를 추출하였다.

- 조사방법: 구조화된 설문지를 통한 우편조사 및 인터뷰
- 조사대상: 부품/소재 제조기업, 또는 부품/소재를 납품 받아 조립 가공하는 기업
- 표본추출 방법: 리스트에 의한 무작위 추출
- 표본 크기: 400개 업체
- 조사 기간: 2003년 8~10월

설문서의 회수 현황을 산업부문별로, 또한 제품유형별로 각각 요약하면 [표 3-1]과 [표 3-2]와 같다.

[표 3-1] 산업부문별 설문서 회수 현황

7개 주요 산업	산업 분류		표본 수	백분율(%)
	산업 분류	산업 분류		
7개 주요 산업	화학관련	(1) 화학 및 의약품 산업	43	10.8
	금속관련	(2) 1차 금속/제철/제강 산업	27	6.8
	기계관련	(3) 조립 금속 산업	28	7.0
		(4) 기계 및 장비 산업	68	17.0
	전기전자 관련	(5) 전기기계/변환장치 산업	25	6.2
		(6) 전자부품/영상/음향/통신산업	49	12.2
	자동차 관련	(7) 자동차/트레일러 부품 제조업	42	10.5
소계			282	70.5
기타 산업			118	29.5
총계			400	100.0

[표 3-2] 제품유형별 설문서 회수 현황

5개 제품유형	제품유형 분류		표본 수	백분율(%)	
	제품유형 분류	제품유형 분류			
	5개 제품유형	원재료 / 소재	부품	76	19.0
		시스템	최종 소비자재	92	23.0
		최종 소비자재	최종 산업재	25	6.3
최종 산업재			115	28.7	
소계			92	23.0	
소계			400	100.0	

#### B. 통계자료

본 연구의 실증적 분석을 위한 통계자료(측정변수)는 모두 19개 측정변수들이 수집되었다. 이들은 크게 2가지 종류 즉 정성자료와 정량자료로 나눌 수 있으며, 또한 2가지 분야 즉 ①

품질경쟁력 관련 측정변수[표 3-3], ② 고객성과 관련 측정변수[표 3-4]로 편집되었다.

[표 3-3] 품질경쟁력 관련 측정변수

No	본 연구의 측정변수	변수	측정단위	측정치표	자료 구분
1	제품성능의 기술적 성과 수준	V117	5점 척도	제품경쟁력 (설계제품품질)	정성
2	제품의 신뢰성 수준 (수명시험 시 고장률)	V118	"	"	"
3	제품의 핵심요소 기술력 수준	V119	"	"	"
4	제품의 생산 용이성 수준	V120	"	"	"
5	제품의 서비스 용이성 (분해 및 수리) 수준	V121	"	"	"
6	제품의 기본성능 수준 (TV화질, 차량용 에어컨 출력, 냉각속도 등)	V122	"	"	"
7	제품의 기능성 수준	V123	"	"	"
8	제품 디자인 수준	V124	"	"	"
9	제품 수명(내구성) 수준	V125	"	"	"
10	사용 편의성 수준	V126	"	"	"
11	설계변경 건수 또는 시방변경 건수	V76	건	설계공정품질	정량
12	양산 후, 품질 안정화 능력 수준	V111	5점 척도	"	정성
13	신제품 양산 후, 품질 안정화 일수(일)	V139	일	"	정량
14	신제품 양산 후, 품질 안정화 일수(시간)	V140	시간	"	"
15	공정품질 수준	V147	5점 척도	일치품질	정성
16	공정 불량률 (총합 불량률)	V132	%	"	정량
17	자사 제품의 시장품질 수준 (주력제품 기준)	V32	"	제품경쟁력 (시장품질)	"

[표 3-4] 고객성과 관련 측정변수

No	본 연구의 측정변수	변수	측정단위	측정치표	자료 구분
1	종합 고객 만족도 수준(주력제품 기준)	V39	5점 척도	고객성과 (고객 만족도)	정성
2	기존 고객 유지율 수준(주력제품 기준)	V38	"	"	"

본 연구는 다항목 측정변수들에 대한 신뢰도 분석을 하기 위하여 각 측정지표의 Cronbach(1987)의 Alpha 즉 신뢰도 계수를 추정하였고, 그 값은 0.9334로 나타났다.<sup>4)</sup> 이것은 설문서의 문항 즉 다항목 측정변수 사이에 내적 일관성(internal consistency) 즉 신뢰도 (reliability)가 높다는 것을 의미한다. 또한 개념 타당성 여부를 요인분석을 통하여 검증하였다. 품질경쟁력 지수의 요인분석 결과, 고유치가 6.288로 추정됨으로써 높은 개념 타당성을 보였다.<sup>5)</sup>

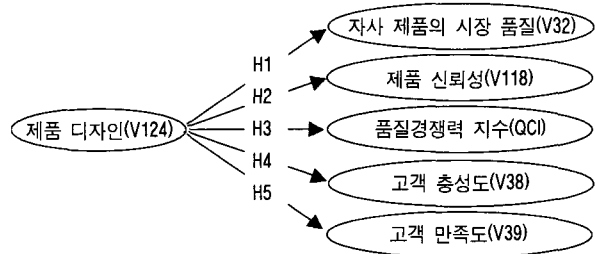
4) 신뢰도 분석에서 측정지표의 Cronbach Alpha 가 0.6 이상인 것은 내적 일관성이 높다는 것을 의미하는 것으로 신뢰성이 높음을 보여준다. 일반적으로 Cronbach Alpha 값이 0.7 ~ 0.9이어야만 설문서의 신뢰성이 보장된다(Van de Van and Ferry, 1979). 하지만 새로 개발된 설문서의 경우에는 0.6을 최저 허용치로 사용하기도 한다(Nunnally, 1978).

5) 개념 타당성 분석은 측정도구가 실제로 무엇을 측정하였는가, 또는 조사자가 측정하고자 하는 추상적인 개념이 실제로 측정도구에 의해서

### 3-3 제품 디자인의 파급효과에 관한 가설검정

우선, 제품 디자인의 파급효과를 분석하기 위하여, 본 연구는 [그림 3-1]과 같은 가설을 세웠으며, 이들의 검정 결과는 [표 3-5]에 요약되어 있다.

[그림 3-1] 제품 디자인의 파급효과에 대한 가설 검정



- H<sub>1</sub>: 제품 디자인(V124)이 좋을수록 자사 제품의 시장품질수준(V32)이 높다.
- H<sub>2</sub>: 제품 디자인(V124)이 좋을수록 제품 신뢰성 수준(V118)이 높다.
- H<sub>3</sub>: 제품 디자인(V124)이 좋을수록 품질경쟁력 지수(QCI)가 높다.
- H<sub>4</sub>: 제품 디자인(V124)이 좋을수록 고객 충성도(V38)가 높다.
- H<sub>5</sub>: 제품 디자인(V124)이 좋을수록 고객 만족도(V39)가 높다.

[표 3-5] 제품 디자인의 파급효과에 관한 가설 검정

가설(종속변수) <sup>1)</sup>	H1	H2	H3	H4	H5
산업 및 제품 유형	(V32)	(V118)	(QCI)	(V38)	(V39)
제조업 전체	○	●	●	x	x
(1) 화학 및 의약품	x	○	●	x	x
(2) 1차 금속	○	●	●	x	●
(3) 조립 금속	x	●	●	x	x
(4) 기계 및 장비	x	●	●	x	x
(5) 전기 기계	x	x	●	x	x
(6) 전자	x	○	●	x	x
(7) 자동차 부품	○	●	●	x	x
(8) 원재료 소재	x	●	●	x	x
(9) 부품	○	●	●	x	x
(10) 시스템	x	x	x	x	x
(11) 최종 소비자재	x	●	●	x	x
(12) 최종 산업재	x	●	●	x	x

주 : V32=자사 제품의 시장 품질 ; V118=제품 신뢰성  
QCI=품질경쟁력 지수 ; V38=고객 충성도 ; V39=고객 만족도

가설검정 결과를 제조업 전체의 측면에서 보면 제품 디자인(V124)은 자사 제품의 시장 품질(V32), 제품 신뢰성(V118), 품질경쟁력 지수(QCI)를 각각 높일 것이라는 가설(H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>)

적절하게 측정되었는가의 문제와 관련된 것이다. 주어진 개념이 타당하기 위해서는 요인분석(factor analysis)을 통해서 나타난 모든 요인들의 고유치(eigen value)가 1보다 커야 한다(Hair et al., 1995).

6) 품질경쟁력 지수(QCI)의 산업부문별 및 제품유형별 추정치는 임체숙(2004)에 도출 및 비교되어 있으며 이의 이론적 모형 및 실증적 분석은 Chae-Suk Lim(2004)에 수록되어 있다.

$$QCI=0.114 \times V123+0.112 \times V122+0.104 \times V117+0.104 \times V126+0.104 \times V125+0.103 \times V118+0.097 \times V119+0.095 \times V121+0.084 \times V120+0.084 \times V124 \dots (1)$$

은 매우 높은 유의수준 하에서 채택되었다. 특히 제품 신뢰성(V118)과 품질경쟁력 지수(QCI)에 대한 제품 디자인(V124)의 긍정적 기여에 관한 가설(H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>)은 7개 산업부문에서나 시스템을 제외한 4개 제품유형에서도 거의 모두 높게 채택되었다. 반면에 고객 충성도(V38)와 고객 만족도(V39)를 높일 것이라는 가설(H<sub>4</sub>, H<sub>5</sub>)은 모두 기각되었다.

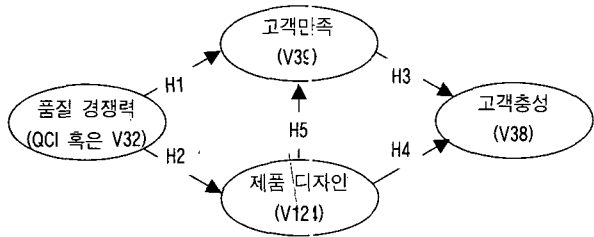
### 3-4 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 가설검정

다른 성과와 마찬가지로 디자인 수준을 높이고자 하는 기업의 궁극적 목적은 고객만족과 고객충성을 통하여 재무성과를 높이고자 하는 것이다. 그러나 견실한 제품 디자인의 파급효과에 관한 가설검정 결과를 보면 제품 디자인(V124)이 고객만족(V39) 및 고객충성(V38)을 높일 것이라는 가설을 제조업 전체에서나 7개 산업부문 및 5개 제품유형에서도 모두 기각되었다. 이러한 이유를 규명하고 디자인과 다른 성과(제품 개발, 제조, 마케팅, 판매 등)와의 기능적 관계를 분석하기 위하여, 본 연구는 다음과 같이 품질경쟁력과 제품 디자인, 고객만족, 고객충성과의 관계를 규명하고자 한다.

가설은 2가지 즉 [그림 3-2]와 [그림 3-3]으로 나눌 수 있다. 이들의 차이점은 제품 디자인의 기능적 역할에 있다. 즉, [그림 3-2]에서는 제품 디자인(V124)이 품질경쟁력(QCI 혹은 V32)에 영향을 받아 고객만족(V39)과 고객충성(V38)에게 영향을 주는 것인 반면에, [그림 3-3]에서는 제품 디자인(V124)이 품질경쟁력(QCI)으로부터 영향을 받는 것이 아니라 오히려 품질경쟁력(QCI)에게 영향을 끼치며, 제품 디자인(V124)이 고객만족(V39)에게 직접적으로 영향을 끼치는 것이 아니라, 우선, 품질경쟁력(QCI)을 통하여 간접적으로 고객만족(V39)에게 영향을 끼치고, 이어서 고객만족(V39)이 고객충성(V38)을 야기한다는 것이다.

#### A. 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 모델 I

[그림 3-2] 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 모델 I



- H<sub>1</sub>: 제품의 품질경쟁력(QCI 혹은 V32)은 고객 만족도(V39)에 긍정적인 효과를 산출한다.
- H<sub>2</sub>: 제품의 품질경쟁력(QCI 혹은 V32)은 제품 디자인(V124)에 긍정적인 효과를 산출한다.
- H<sub>3</sub>: 고객 만족도(V39)는 고객 충성도(V38)에 긍정적인 효과를 산출한다.
- H<sub>4</sub>: 제품 디자인(V124)은 고객 만족도(V39)에 긍정적인 효과를 산출한다.
- H<sub>5</sub>: 제품 디자인(V124)은 고객 충성도(V38)에 긍정적인 효과를 산출한다.

[표 3-6] 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할 I 에 관한 가설검정

산업 및 제품 유형	H1		H2		H3	H4	H5
	QCI→V39	V32→V39	QCI→V124	V32→V124	V39→V38	V124→V39	V124→V38
제조업 전체	◎	◎	◎	○	◎	x	x
(1) 화학 및 의약품	x	◎	◎	x	◎	x	x
(2) 1차 금속	◎	◎	◎	○	◎	x	◎
(3) 조립 금속	x	◎	◎	x	◎	x	x
(4) 기계 및 장비	x	◎	◎	x	◎	x	x
(5) 전기 기계	x	◎	◎	x	◎	x	x
(6) 전자	○	◎	◎	x	◎	x	x
(7) 자동차 부품	x	◎	◎	○	◎	x	x
(8) 원재료 소재	○	◎	◎	x	◎	x	x
(9) 부품	x	◎	◎	○	◎	x	x
(10) 시스템	x	◎	x	x	◎	x	x
(11) 최종 소비재	x	◎	◎	x	◎	x	x
(12) 최종 산업재	○	◎	◎	x	◎	x	x

주 : 주어진 가설의 \*\*\*p<0.001 하에서 채택은 ◎로, \*\*p<0.01 하에서 채택은 ◎로, \*p<0.05 하에서 채택은 ○로, 또한 기각은 x로 각각 표시함.

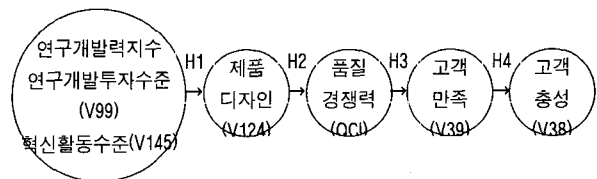
분석 결과를 제조업 전체의 측면에서 보면, 품질경쟁력(QCI 혹은 V32)이 고객만족(V39)을 높일 것이라는 가설(H<sub>1</sub>)과 품질경쟁력(QCI 혹은 V32)이 제품 디자인 수준(V124)을 높일 것이라는 가설(H<sub>2</sub>), 그리고 고객만족(V39)이 고객충성(V38)을 높일 것이라는 가설(H<sub>3</sub>)은 모두 매우 유의적으로 나타나서 채택되었다. 이와 반면에, 제품 디자인(V124)은 고객만족(V39)을 높일 것이라는 가설(H<sub>4</sub>)과 제품 디자인(V124)은 고객충성(V38)을 높일 것이라는 가설(H<sub>5</sub>)은 모두 비(非)유의적으로 나타나서 기각되었다.

한편, 본 연구의 분석에서 흥미로운 것은 가설 H<sub>1</sub>에서 고객만족(V39)에 대하여 더 높은 유의수준을 보인 품질경쟁력은 자사 제품의 시장품질 수준(V32)인 반면에 가설 H<sub>2</sub>에서 제품 디자인(V124)에 대하여 더 높은 유의수준을 보인 품질경쟁력은 본 연구가 도출한 품질경쟁력 지수(QCI)라는 점이다. 이것은 매우 논리적인 결과라고 볼 수 있다. 왜냐하면 고객만족(V39)은 소비자가 해당 제품의 시장품질 수준에 대한 평가의 결과인 반면에 제품 디자인(V124)은 품질경쟁력 지수(QCI)의 복합요인들로부터 영향을 받는 것으로 해석될 수 있기 때문이다.

#### B. 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 모델 II

품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 모델 I 으로부터 제품 디자인(V124)이 고객만족(V39)이나 고객충성(V38)에게 직접적으로 영향을 끼치지 않는다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 [그림 3-3]과 같은 가설을 세웠다. 이 가설의 검정 결과는 [표 3-7]과 같다.

[그림 3-3] 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할에 관한 모델 II





[표 3-7] 품질경쟁력에 대한 제품 디자인의 역할Ⅱ에 관한 가설검정<sup>7)</sup>

가설 종속변수 설명변수	H1			H2	H3	H4
	종속변수 V124(제품디자인)			V124	QCI	V39
	연구개발 발력지 수 <sup>2)</sup>	연구개발 투자 지수 <sup>3)</sup>	혁신활동 동수준 4)	→ QCI	→ V39	→ V38
산업 및 제품 유형						
제조업 전체	◎	◎	◎	◎	◎	◎
(1) 화학 및 의약품	x	x	x	◎	x	◎
(2) 1차 금속	x	x	x	◎	◎	◎
(3) 조립 금속	◎	◎	x	◎	x	◎
(4) 기계 및 장비	◎	◎	x	◎	x	◎
(5) 전기 기계	○	◎	◎	◎	x	◎
(6) 전자	◎	○	x	◎	○	◎
(7) 자동차 부품	x	x	x	◎	x	◎
(8) 원재료 소재	◎	◎	x	◎	○	◎
(9) 부품	◎	◎	x	◎	x	◎
(10) 시스템	x	x	x	x	x	◎
(11) 최종 소비자	◎	◎	x	◎	x	◎
(12) 최종 산업재	◎	◎	○	◎	○	◎

주 1) [표 3-6]과 동일.

- 2) Chae-Suk Lim(2004)으로부터 연구개발력 지수 :  $V99 \times 0.387 + V100 \times 0.346 + V101 \times 0.267$
- 3) V99 : 연구개발 투자 수준
- 4) V145 : 혁신활동 수준

제조업 전체의 경우를 보면, 제품 디자인(V124)에게 영향을 끼치는 유의적인 변수로써 연구개발력 지수<sup>8)</sup>, 연구개발투자 수준(V99), 5S, TQM, 6Sigma 운동, QC 등 혁신활동 수준(V145)으로 나타났으며,<sup>9)</sup> 또한 제품 디자인→품질경쟁력→고객만족→고객충성의 각 인과관계가 높은 유의수준에서 채택되었다. 이 분석결과는 다음과 같은 명제가 성립된다.

< 명 제 >

- 연구개발력, 연구개발 투자수준, 혁신활동 수준(5S, TQM, 6Sigma 운동, QC 등)은 제품 디자인을 결정한다.
- 제품 디자인은 우선 품질경쟁력에 영향을 줌으로써 간접적으로 고객만족과 고객충성을 유발한다.

본 연구가 강조하고자 하는 것은 제품 디자인의 기능적 역할과 고객만족 사이에는 품질경쟁력이 교량적 역할을 담당한다는 것이다.

7) 연구개발 투자 수준(V99), 연구개발 특허 및 논문발표 수(V100), 연구개발 관련 기술, 정보, 지식의 공유 및 확보 수준(V101)의 복합 지수(고유치=1.372, 신뢰도=0.788)로써 Chae-Suk Lim(2004)은 PLS(partial least square) 추정방법과 요인분석을 통하여 연구개발력 지수를 도출하였다.  
 8) 연구개발 투자 수준(V99), 연구개발 특허 및 논문발표 수(V100), 연구개발 관련 기술, 정보, 지식의 공유 및 확보 수준(V101)의 복합 지수(고유치=1.372, 신뢰도=0.788)로써 Chae-Suk Lim(2004)은 PLS(partial least square) 추정방법과 요인분석을 통하여 연구개발력 지수를 도출하였다.  
 9) 본 연구는 제품 디자인(V124)의 결정요인을 규명하기 위하여 가능한 모든 설명변수들을 적용시켜 보았다. 예로써 V11(식탁사 인력 수), V12(연구 및 제품개발 기술인력 수), V71(최근 3년간 연구개발 총 투자비용), V86(기초 연구과제 건수), V93(기초연구 투자금액 비중), V94(응용연구 투자금액 비중)이다. 그러나 이 6가지 변수는  $p > 0.05$ 로써 모두 기각되었다.

디자인 경영의 입장에서 보면, 상품 가치는 기업이 얼마나 효율적으로 제품을 생산하느냐가 아니라 소비자의 욕구와 기업의 가치를 얼마나 구체적인 상품으로 구현할 수 있도록 상품 구성 요소를 통합 및 조정하는 가에 따라 결정된다. 디자인 경영은 2가지 즉 내부적 차원과 외부적 차원으로 구분된다. 우선, 디자인 경영의 내부적 차원은 상품 자체의 형태 요소를 염두에 두고 내·외부 구조의 설계를 다루게 되는 것이다. 설계 부분에서 고려할 사항은 제품 디자인과 제품 기능 간의 조화이다. 상품의 내부 구조의 설계는 제품 기능의 원활한 작동과 효율적인 생산 과정에 초점을 둔다. 다음으로, 디자인 경영의 외부적 차원은 상품의 설계에서 판매에 이르기까지 기업 활동의 모든 기능의 조정과 통합을 다루는 것이다. 디자인 경영으로써의 디자인 활동은 상품개념의 설정 단계에서부터 제품 개발, 제조, 그리고 마케팅과 지속적인 커뮤니케이션을 통하여 상품 개념을 확정하며, 그리고 이들 기능간의 공유된 정보를 중심으로 상품을 디자인하고 제조 프로세스를 설계하고 마케팅 활동을 기획하는 것에 관여한다.

4. 결 론

본 연구의 분석 목적은 제품 디자인의 결정요인을 추정하고 품질 경쟁력·제품 신뢰성·고객만족에 대한 제품 디자인의 파급효과를 실증적으로 분석하는 것이다. 실증적 분석을 위하여, 본 연구는 한국 제조업 부문의 400개 표본기업에 대한 소정의 설문조사(2003년 8월~10월)를 통하여 관련 측정변수들을 추출하였다. 본 연구의 분석결과는 다음과 같다.  
 첫째, 제품 디자인의 유의적 결정요인은 연구개발력 수준, 연구개발투자 수준, 혁신활동 수준(5S, TQM, 6Sigma 운동, QC 등)으로 추정되었다. 이 분석결과는 제품 디자인과 제품 개발을 동시적 엔지니어링(CE: concurrent engineering) 개념으로 파악하고 이들의 성과를 평가하기 위한 시스템 관련 원리(system-related principle)와 행렬관련 원리(matrix-related principle)로써 서술한 Pawar and Driva(1999)를 실증적으로 뒷받침할 수 있다.  
 둘째, 제품 디자인의 파급효과는 제품 디자인 → 품질경쟁력 → 고객만족 → 고객충성의 인과관계로 나타나는 것으로 추정되었다. 즉, 제품 디자인은 고객만족을 직접적으로 유발하는 것이 아니라 품질경쟁력을 경유하여 간접적으로 고객만족을 유도한다는 것이다. 이 분석결과는 디자인 경영이 통합된 제품 품질의 중요한 결정인자라고 분석한 Flynn et al.(1994), Ahire et al.(1996), Ahire and Dreyfus(2000) 등을 실증적으로 뒷받침한다고 말할 수 있다.  
 위의 2가지 분석결과는 제품 디자인의 3가지 접근방법 즉 ① 제품 개발자(엔지니어, 기술개발담당자, 품질관리팀)의 QFD(quality function development), ② 마케팅 담당자의 컨조인트 분석(conjoint analysis), ③ 상기의 2가지 접근방법의 상호보완적 및 동시적 결합 및 피드백의 주장(Pullman, Moore and Wardell, 2002)과는 다음과 같은 점에서 대조적이다. 즉, 본 연구의 실증적 분석결과는 제품 디자인과 고객만족 사이에는 품질경쟁력이 교량적 역할을 담당한다는 것이다. 이 분석결과는 품질경쟁력으로써 전문적인 QFD와 컨조인트 분석의 조화를 이루어 낼 수 있는 중요한 발견이라고 말할 수 있

다. 즉, 본 연구의 제품 디자인의 결정요인 분석결과는 QFD의 접근방법에, 본 연구의 제품 디자인 파급효과 분석결과는 컨조인트 분석에 각각 보완적 기여를 할 수 있을 것이다. 이와 동시에, 본 연구의 실증적 분석결과는 Ettlíe(1997)의 디자인 통합(DI) 이론에 대한 실증적 기반을 제공할 수 있다. 마지막으로, 성공적인 디자인 경영(DM)을 위해서는 최고 경영자의 지원뿐만 아니라 부처 간 의사소통의 장애요인을 제거하고 CFT(cross-functional team)를 운영함으로써 동시적 엔지니어링(CE), 제품 및 공정 디자인의 개발이 제품개발의 속도, 디자인 품질, 시장 성공을 보증할 수 있도록 해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 산업자원부: 고유 브랜드 수출동향과 브랜드 경쟁력 모델 개발 연구, 2003
- 임채숙·임양택, 품질경쟁력 평가모형에서 제품 디자인의 인과관계와 디자인 경영에 관한 실증적 분석: 한국 제조업 부문을 중심으로, 기술경영경제학회, 2004. 6.
- 임채숙, 품질경쟁력 인과모형 하에서 산업 디자인의 기능적 역할에 관한 실증적 분석: 한국 제조업부문을 중심으로, 한국디자인학회, 2004.
- 한국무역협회: 해외 바이어가 본 한국수출상품의 가격 및 비가격 경쟁력 현황, 2002
- Ahire, Sanjay L. and Dreyfus, Paul, The impact of design management and process management on quality: an empirical investigation, *Journal of Operations Management*, Vol. 18, pp. 549~575, 2000.
- Clark, K. B. and Fujimoto, T., *Product-development Performance*, Boston: Harvard Business school Press, pp. 67~96, 1991.
- Ettlíe, J. E., Integrated design and new product success, *Journal of Operations Management*, Vol. 15, pp. 33~55, 1997.
- Flynn, B. B., Schroeder, F. G. and Sakakibara, S., A framework for quality management research and an associated instrument, *Journal of Operations Management*, Vol. 11, pp. 339~366, 1994.
- Griffin, A., Evaluating QFD's use in US firms as a process for developing products, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 5, pp. 171~187, 1992.
- Handfield, R. B., Ragatz, G. L., Petersen, K. J. and Monczka, R. M., Involving suppliers in new product-development, *California Management Review*, Vol. 42, No. 1, pp. 59~83, 1999.
- Hill, T., *Production/Operations Management: Text and Cases*, 2nd Edition, University Press. Cambridge, UK, 1991.
- Lim, Chae-Suk, An Empirical Study on Corporate Comprehensive Competitiveness Evaluation Model: Korean Manufacturing Sector, paper presented to the PICMET (Portland International Conference Management of Engineering and Technology) '04 Conference (July 31~August 04) in Seoul for the consideration of Outstanding Student Paper Award, 2004.
- Moore, W. L., Louviere, J. J. and Verma, R., Using conjoint analysis to help design product platforms, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 16, No. 1, pp. 27~39, 1999.
- Pawar, Kulwant S. and Driva, Helen, Performance measurement for product design and development in a manufacturing environment, *International Journal of Production Economics*, Vol. 60-61, pp. 61~68, 1999.
- Pullman, Madeleine E., Moore, William L., Don and Wardell, G., A comparison of quality function development and conjoint analysis in new product design, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 19, pp. 354~364, 2002.
- Singhal, Jaya and Singhal, Kalyan, Supply chains and compatibility among components in product design, *Journal of Operations Management*, Vol. 20, pp. 289~302, 2002.
- Song, X. Michael, Souder, William E. and Dyer, Barbara, A Causal Model of the Impact of Skills, Synergy, and Design Sensitivity on New Product Performance, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 14, pp. 88~101, 1997.
- Sroufe, Robert, Curkovic, Sime, Montabon, Frank and Melynyk, Steven A., The new product design process and design for environment, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 20, No. 2, pp. 267~291, 2000.
- Stehn, Lars and Bergström, Max, Integrated design and production of multi-stored timber frame houses - production effects caused by customer-oriented design, *International Journal of Production Economics*, Vol. 77, pp. 569~269, 2002.
- Swink, Morgan, Technological Innovativeness as a Moderator of New Product Design Integration and Top Management Support, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 17, pp. 208~220, 2000.
- Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D., *Product Design and Development*, McGraw-Hill, New York, 1995.
- Vasilash, G. S., Simultaneous Engineering, *Production*, July, pp. 36~41, 1987.
- Whitney, D. E., *The Strategic Approach to Product Design: Use of Product Design Teams in Manufacturing*, in Cleland and Bidanda (Eds), *Automated Factory Handbook*, TRP. 1, 1990.
- Youssef, Mohamed A., Design for Manufacturing and Time-to-Market, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 14, No. 12, pp. 6~21, 1994.