

TPM 활동요인이 기업성과에 미치는 영향에 대한 메타분석

연경화
청주대학교 경상대학 경영학과

Meta-analysis of the effects of TPM activity factors on Corporate performance

Yeon, Keyong-Hwa
Dept. of Business Administration, Cheongju University

요 약 이 연구의 목적은 TPM을 대한 주제로 작성된 논문 중 검증이 가능한 18편의 논문을 대상으로 메타분석을 실시하는 것이다. 분석을 위해 5개의 가설을 설정하고 각 연구논문에서 제시한 t값을 투입하여 CMA로 메타분석을 실시하였다. 분석 결과 4개 가설에 있어서 I-square 값이 모두 75%이상인 것으로 나타나 이질성이 매우 큰 것으로 분석되었다. 따라서 모든 연구의 모집단 효과크기는 같다는 귀무가설은 기각되었다. 이질성의 원인은 분석에 사용된 개별연구의 응답자분포, 연구조건, 연구시기, 연구지역 등의 연구특성이 다르기 때문이다. 이러한 경우 효과크기의 차이를 분석하기 위해서는 연구특성별로 구분할 수 있는 개별연구들의 요약 통계량이 필요하다. 그러나 개별연구들에서는 효과차이를 분류할 수 있도록 하는 요약통계량이 제시되지 않아서 이질성의 원인에 대한 분석을 실시할 수 없는 것이 아쉬운 점이라 하겠다.

주제어 : 전원참가 생산보전, 기업성과, 효과크기, 메타분석, 이질성검증

Abstract The purpose of this study is to conduct a meta-analysis of 18 papers that can be verified among the papers on the subject of TPM. Five hypotheses were set for the analysis and meta - analysis was carried out with CMA as presented in each research paper. As a result of analysis, I-square value is more than 75% in four hypotheses. Therefore, the null hypothesis that the size of the population effect is the same for all studies was rejected. The reason for the heterogeneity is that the research characteristics such as the distribution of the respondents, the study conditions, the study period, and the study area are different. In this case, a summary statistic of the individual studies that can be classified according to the characteristics of the research is needed to analyze the effect size difference. However, individual studies do not provide a summary statistic that can classify the effect differences, so it is not possible to analyze the causes of heterogeneity.

Key Words : TPM, Corporate performance, Meta-analysis, Effect size, Test of heterogeneity

1. 서론

오늘날 기업경영의 특징은 설비의 자동화와 고도화에 있다. 산업기술의 급격한 발전과 더불어 생산시스템의

기계화·자동화의 정도가 보다 고도화됨으로써 제조공정은 더욱 복잡해졌고, 자동화가 촉진됨으로써 설비투자액의 증대는 물론 설비 고장으로 인한 손실이 훨씬 더 커졌기 때문에 설비의 보전관리가 더욱 더 강조되고 있는

*This research was supported by subsidy from scientific research of Cheongju University Research Institute of Business and Economics in 2016-2017 school year.

*Corresponding Author : Keyong-Hwa Yeon(yknwao@nate.com)

Received January 2, 2018

Revised January 31, 2018

Accepted February 20, 2018

Published February 28, 2018

추세에 있다. 자동화는 작업자중심의 제조형태를 설비중심으로 전환토록 함으로써 작업자의 중요 직무는 점차 설비보전관리를 담당하는 역할로 변화시켰다. 이러한 과정에서 도입된 것이 TPM이다.

TPM은 전원참가의 설비보전활동으로 경영환경의 변화에 적응하기 위하여 TPM을 도입하고 성공적으로 실행하기 위해서는 최고경영자의 리더십, 설비보전 담당자들에 대한 교육 및 기술개발, 설비를 가장 효율적으로 사용한다는 목표를 전제로 설비의 생애에 걸친 예방 보전의 종합시스템을 확립하여 최고 경영자로부터 현장 작업자에 이르기까지 전원이 참여하는 생산경영 합리화를 이루는 것이 가장 중요한 사항이라 할 수 있다. 즉, 사람과 설비의 체질개선을 통한 기업의 체질개선을 추구하고 있는 활동으로 그 중요성이 강조되어 TPM의 주요활동요인들이 기업의 성과에 영향을 미친다는 연구는 다양하게 진행되어 왔다.

한편 사회과학분야의 연구방법은 문제의 제기, 연구목적 및 방법, 기존의 이론에 대한 고찰, 연구설계, 자료수집 및 분석 등의 절차를 걸쳐서 이루어지는 것이 일반적이다. 특정 주제에 대해 기존이론을 검토하고 시대의 흐름에 따라 현상에 대한 인식이 변화하였거나, 새로운 경험을 객관적으로 입증하려는 방법론 때문에 특정 연구주제에 대한 논문들이 아주 많이 발표되어 왔다. 그러나 기존이론을 근거로 연구설계를 하고, 이에 적합한 자료수집과 분석의 과정을 통해 개별적으로 진행되는 요약방법의 연구들은 그 결과의 타당성을 객관적으로 입증할 수 있는 근거가 부족한 것이 대부분이다. 즉, 개별연구마다 특정 주제에 대한 연구결과가 서로 상이하게 제시되는 경우가 많으므로 이들 서로 상이한 결론들이 도출된 근거를 찾고, 개별연구들이 지니고 있는 유사성을 통합할 수 있는 방법의 필요가 제기되고 있다. 이러한 이유 때문에 메타분석을 도구로 활용하게 되는 것이다.

본 연구에서는 TPM을 주제로 실시된 연구논문들 중에서 조사방법론을 이용해 가설검증을 실시한 논문들을 대상으로 각각의 연구결과들을 통합할 수 있는지, 동질성을 나타내고 있는지를 확인하기 위하여 전용프로그램인 CMA 3.3을 이용하여 메타분석을 실시하고자 한다.

2. 연구방법과 가설

2.1 메타분석의 개념

메타 분석은 한 가지 주제를 목적으로 진행된 과거 연구 결과들을 정량적으로 분석하는 다양한 문헌연구 방법을 말한다. 즉, 메타분석법은 수년간에 걸쳐 축적된 특정 주제의 개별 연구논문들을 요약하고 분석하는 분석법으로, 특히 상반되는 결과를 제시하는 수많은 연구들이 계속 누적되어 갈 때 이러한 논문들을 객관적으로 평가하고 종합하는 통계적 방법이다[1]. 즉, 특정주제에 대해 다양하게 실시된 개별연구들의 연구결과로 발표된 결과들을 통합하여 보다 객관적이며 신뢰할 수 있는 강력한 결론을 도출하기 위한 방법이 필요했고, 이러한 노력과 목적으로 도입된 방법이 메타분석이라 할 수 있다[2].

메타분석의 목표는 단순히 효과크기를 도출하는 것이라기보다 효과크기 전체의 패턴을 파악하는데 있다. 일반적으로 개별연구의 결과를 대상으로 메타분석을 실시하게 되면 대부분 각 개별 연구로부터 분석된 효과크기가 서로 다르게 나타나게 되는데, 이러한 효과크기간의 차이를 이질성(heterogeneity)이라 한다. 즉, 효과크기의 이질성이란 각 연구로부터 나타난 효과크기가 어느 정도로 분포를 하는지의 정도를 의미하며, 연구간 효과크기가 일관되지 않은 정도를 말한다.

이질성의 정도를 나타내는 통계량으로는 Q , I^2 , T^2 가 있다[3]. Q 통계량은 각 효과크기들의 총 분산을 의미한다. 이 통계량은 보통 귀무가설인 모든 연구의 모집단 효과크기는 동일하다는 효과크기의 동질성을 검증하는데 사용된다. 그러나 이 통계량은 χ^2 분포를 따르므로 Q 통계량은 메타분석에 사용된 연구의 수(k)가 작으면 Q 통계량은 보다 큰 값으로 산출되기 때문에 단순히 귀무가설을 검증할 따름이다. 그리고 I^2 통계량은 효과크기의 이질성을 $I^2 = ((Q - df) / df) \times 100\%$ 로 산출되는 지수로 총 분산에 대한 실제 분산의 비율을 의미한다. 이 지수를 해석하기 위한 기준은 $0\% \leq I^2 \leq 25\%$: 낮은 이질성, $25\% \leq I^2 \leq 75\%$: 중간 정도의 이질성, $75\% \leq I^2 \leq 100\%$: 상당한 크기의 이질성으로 제시되었지만, 일반적으로 I^2 이 50% 이상이고 동질성 검증의 유의확률(p-value)이 0.1보다 작은 경우 효과크기의 이질성이 상당하다고 판단한다[4].

T^2 (Tau-squared)는 총 분산에서 표본오차분산을 제외한 값으로 연구간 실제 분산을 나타내는 절댓값으로 표준편차와 같은 단위로 표현된다.

2.2 연구가설

TPM 활동의 가장 큰 특색은 생산부문에서 설비가동

작업자와 보전담당자가 소집단으로 함께 하는 종합적인 설비관리활동이었으나, 점차 제품개발부문과 관리측면인 간접부문까지 확대되어 전개되었다. 이와 같은 활동에 대해 KSA(Korean Standards Association)에서는 TPM 추진의 핵심 포인트로 8대 기능별 활동을 제시하고 있다[5]. 본 연구에서는 KSA에서 제시한 활동을 기준으로 본 연구자가 실시한 연구와 다른 연구들에서 설정되었던 가설들을 간략하게 설정하여 여러 연구들의 연구결과가 동질성을 유지하는지를 검증하고자 한다. 다양하게 수행된 연구에서는 하나 또는 그 이상의 종속변수를 도입했으나 본 연구에서는 설비종합효율 향상, 생산성향상, 유연성 증대, 재해건수의 감소, TPM 실행에 관한 이해도 및 활용성과 등 성과관점을 통합하여 이들을 하나의 종속변수인 기업의 경영성장으로 정의한다. 설정하려는 가설은 다음과 같다.

- 가설 1. 자주보전활동은 경영성장에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2. 개별개선활동은 경영성장에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- 가설 3. 계획보전활동은 경영성장에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- 가설 4. 예지보전활동은 경영성장에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- 가설 5. 교육훈련활동은 경영성장에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

3. 자료수집 및 분석

3.1 자료수집

앞에서 설정한 가설을 검증하기 위해서 RISS(학술연구정보서비스), NDSL(한국과학기술정보연구원)에서 TPM을 주제로 학위논문 356건, 학술논문 400여건이 검색되었으나 이 중 Total Productive Management를 내용으로 하는 논문, 그리고 가설검증이 가능한 논문 18편을 연구대상 논문으로 정하였다. 이들 논문에서 사용된 분석방법들은 구조방정식모형이나 회귀분석을 이용하여 결과를 도출하였으며, 제시하고 있는 검증통계량은 모두 t 값뿐이어서 t 값을 활용하여 효과크기를 산출하였다.

먼저 각 논문에서 설정한 동일 가설별로 각 경로별, 회귀계수별 t 값을 $r = \sqrt{t^2/(t^2+df)}$ 의 식을 이용하여 상관

계수 값으로 변환한다. 그리고 이렇게 계산된 각 경로별 상관관계수 값을 $z_r = 0.5 \times \ln((1+r)/(1-r))$ 의 식으로 Fisher의 효과크기를 계산하고, Fisher의 분산 $V_z = 1/(n-3)$, 표준오차 $se = \sqrt{V_z}$ 으로 계산한다[6]. 이렇게 구해진 값들을 이용하여 동질성검증을 위한 Q 통계량과 I^2 값을 도출한다. 본 연구에서는 메타분석 전용프로그램인 CMA 3.3에서 표본의 크기와 t 값을 투입하여 분석하였고, 그 결과를 Table 1, Table 2와 같이 요약, 정리하였다. Table 1은 가설로 설정한 TPM 활동요인들에 대한 효과크기와 가설검증결과를 나타낸 것이고, Table 2는 연구자별로 설정한 가설을 분석한 결과이다.

3.2 분석결과와 해석

효과의 크기는 어떠한 개입에 의한 두 집단의 효과를 비교하는 표준화된 값이거나 두 변수간의 관계 및 방향을 나타내기 위해 사용되기도 한다. 효과크기는 보통 Cohen's d 로 분류하는데 0.2~0.5 일 때는 작은 크기, 0.5~0.8는 보통 크기, 0.8이상은 큰 크기의 효과를 의미한다[7]. Table 1에 나타나 있는 효과크기(ES)는 개별연구들에서 얻어진 효과크기 추정치들에 가중치를 곱해서 합계한, 즉 가중 효과크기의 합을 가중치의 합으로 나눈 평균 효과의 크기이다. 이 중에서 예지보전활동의 효과크기가 0.368로 가장 크지만 $Q=57.191$ 로 작은 값으로 산출되었지만 $I^2=96.503$ 으로 가장 큰 것으로 분석된 이유는 표본의 크기가 작기 때문이다. 전체적으로 평균 효과의 크기가 0.35미만이어서 각각의 TPM 활동요인과 성과 간에는 작은 크기의 효과가 있는 것, 즉 두 변수들 간의 상관관계는 그 정도가 낮지만 I^2 값이 큰 것은 표본의 수(연구의 수)가 작은 것에 기인하는 것이라 할 수 있다.

동질성 검증에 있어서 효과크기의 95% 신뢰구간은 모수가 포함될 추정구간을 의미하는데 표준오차가 작을수록(표본이 클수록) 신뢰구간의 폭이 좁아져 추정치의 정밀성이 커지게 된다. 이때 신뢰구간에 0을 포함하지 않으면 그 값은 통계적으로 유의, 즉 효과크기는 동일하다는 귀무가설을 기각하게 된다[17].

앞에서 언급한 기준들을 근거로 Table 1에 나타난 분석결과들을 보면 개별개선활동($I^2=40.238\%$, $p>0.1$)을 제외한 모든 활동들의 귀무가설이 기각되는 것으로 해석할 수 있다. Table 1에서 보는 것처럼 모든 연구가설에 대한 효과크기의 95% 신뢰구간에는 0이 포함되지 않고 있지만 개별개선활동과 성과 간 효과의 차이는 없다는 귀무

가설은 기각하지 못하는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 나머지 연구가설에 대한 효과크기의 95% 신뢰구간에는 0이 포함되지 않았고, 귀무가설을 검정하기 위해 효과크

기를 공통의 척도로 변환시킨 통계량 z과 p-value들이 모두 $z > 1.96$, $p < 0.01$ 이고, $I^2 \geq 50\%$, $p < 0.1$ 로 나타나 메타분석의 결과 본 연구에서 설정한 동질적이라는 귀무가

Table 1. Effect size and hypothesis test result by TPM activities

variable(Thesis)	k	Effect size and 95% CI				Test of Null		Heterogeneity			Tau-square	
		r	ES	95% CI		Z	P	Q	p	I ² (%)	T ²	Se
Autonomous Maintenance → Performance	9	0.290	0.320	0.256	0.362	11.425	0.000	101.983	0.000	92.156	0.078	0.045
Individual Improvement → Performance	7	0.211	0.217	0.356	0.606	5.722	0.000	10.040	0.123	40.238	0.020	0.029
Planned Maintenance → Performance	6	0.346	0.275	0.327	0.622	6.313	0.000	61.931	0.000	91.926	0.408	0.307
Preventive Maintenance → Performance	3	0.302	0.368	0.342	0.744	5.297	0.000	57.191	0.000	96.503	0.915	0.982
Education and training → Performance	4	0.226	0.239	0.146	0.489	3.622	0.000	10.973	0.012	72.661	0.090	0.109

k : number of research, r : correlation, ES : effect size (Fisher's Z), CI : Confidence Interval

Table 2. The effect size and hypothesis test result by researcher

variable(Thesis)	Researcher	N	t	r	ES	95% CI		Q	P	I ² (%)
Autonomous Maintenance → Performance	Yon-Woo OH, Kee-Chai LEE [8]	117	-1.959	-0.178	-0.180	-0.360	0.000	101.983	0.000	92.156
	Sang-Ki Park, Chang-Ho Lee [9]	216	3.598	0.238	0.242	-0.011	0.201			
	Yeon-Hong Choi, Kim Chang Eun [10]	111	11.757	0.745	0.961	0.276	0.452			
	Yeon-Hong Choi [11]	156	2.427	0.191	0.193	0.246	0.399			
	Jung-Mo Park [12]	31	2.813	0.451	0.486	0.256	0.405			
	Jae-Sik Lee [13]	124	3.725	0.317	0.329	0.262	0.399			
	Keyong-Hwa Yeon [14]	222	3.2761	0.215	0.218	0.245	0.367			
	Hong-Man Yang [15]	153	5.031	0.377	0.396	0.262	0.375			
	Tae-Kyun Kim [16]	156	2.97	0.231	0.236	0.256	0.362			
Individual Improvement → Performance	Yon-Woo OH, Kee-Chai LEE	117	3.9	0.339	0.353	0.347	1.095	10.040	0.123	40.238
	Sang-Ki Park, Chang-Ho Lee	216	2.402	0.161	0.163	0.058	0.595			
	Yeon-Hong Choi	156	3.707	0.285	0.293	0.273	0.914			
	Jung-Mo Park	31	-0.455	-0.081	-0.082	-0.869	0.542			
	Jae-Sik Lee	124	3.149	0.272	0.279	0.207	0.925			
	Keyong-Hwa Yeon	222	2.4251	0.161	0.162	0.061	0.590			
	Hong-Man Yang	153	4.424	0.337	0.350	0.388	1.042			
Planned Maintenance → Performance	Yon-Woo OH, Kee-Chai LEE	117	2.186	0.198	0.201	0.038	0.770	61.931	0.000	91.926
	Yeon-Hong Choi, Kim Chang Eun	111	12.029	0.752	0.978	1.805	2.762			
	Jung-Mo Park	31	0.323	0.058	0.058	-0.589	0.821			
	Jae-Sik Lee	124	2.049	0.752	0.183	0.013	0.723			
	Keyong-Hwa Yeon	222	1.9797	0.181	0.132	0.001	0.530			
	Hong-Man Yang	153	1.177	0.132	0.095	-0.127	0.508			
Preventive Maintenance → Performance	Yeon-Hong Choi, Kim Chang Eun	111	11.133	0.726	0.921	1.649	2.578	57.191	0.000	96.503
	Yeon-Hong Choi	156	2.409	0.189	0.192	0.069	0.702			
	Tae-Kyun Kim	156	-0.12	-0.010	-0.010	-0.333	0.295			
Education and training → Performance	Jung-Mo Park	31	3.061	0.482	0.525	0.344	1.856	10.973	0.012	72.661
	Jae-Sik Lee	124	3.171	0.274	0.281	0.210	0.929			
	Keyong-Hwa Yeon	222	2.5141	0.166	0.168	0.073	0.602			
	Tae-Kyun Kim	156	-0.24	-0.019	-0.019	-0.352	0.275			

설은 기각되었다. 즉, 개별연구들에서 설정된 가설의 검증결과는 이질적이라는 결론을 내리는 것이 가능하였다. 이는 TPM 활동요인들과 경영성과는 유의수준 5%에서 유의하다는 것, 즉 TPM 활동요인들과 경영성과 두 변수간의 효과에는 차이를 나타내고 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

Table 2는 연구자별로 실시한 연구간 효과의 크기와 가설검정결과를 요약한 것이다. 자주보전활동과 성과간의 관계에 있어서는 최연홍과 김창은의 연구가 0.961로 가장 높은 반면 나머지의 연구들에서는 비교적 작은 효과크기를 나타내는 것으로 분석되었다. 그리고 개별개선활동에 있어서는 오연우와 이기채의 연구가 0.353으로 높지만 모든 연구에서 효과의 크기가 낮은 반면 $Q=10.040$, $I^2=40.238\%$, $p>0.1$ 로 나타났다. 계획보전활동과 예지보전활동에서도 최연홍과 김창은의 연구가 0.978, 0.921로 가장 높은 효과크기를 보이는 것으로 나타났다. 각 변수별로 검정통계량 t 가 음(-)의 값을 갖는 것으로 분석된 경우에는 효과크기의 95% 신뢰구간에서 신뢰하한도 음(-)의 값을 갖는 것으로 나타났다. 그러나 박정모의 논문에서 검증된 개별개선활동은 $p=0.117$ 로 결과가 분석되어 귀무가설을 기각할 수 없는 결과를 보였고, 나머지의 논문에서는 효과의 크기가 동일하다는 귀무가설이 기각되는 것으로 나타났다. 이는 박정모의 논문에서 분석에 이용된 표본의 크기가 31로 다른 논문에서보다 지나치게 작은 것에 기인한 결과라 해석할 수 있다.

4. 결론

본 연구의 목적은 2000년 이후 발표된 TPM 관련 선행연구를 바탕으로 TPM 활동요인과 기업성과 간 효과의 크기를 확인하는 것이었다. 이를 위해 TPM 활동요인과 관련되어 검색된 학술논문 및 학위논문을 논문은 356편으로 많았으나 실제로 메타분석 연구에 활용할 수 있는 학술논문은 10편, 학위논문 8편으로 매우 적은 편이었다. 분석결과 대부분의 연구들 사이의 효과크기 검증은 동질성이 기각되었고, 효과크기 간 높은 정도의 이질성이 존재하는 것으로 나타났다.

메타분석에서 이질성이 존재하는 주요 원인은 분석에 사용된 개별연구의 응답자분포, 연구조건, 연구시기, 연구지역 등의 연구특성이 다르기 때문이다. 이처럼 이질성이 존재하는 경우에는 연구들 간 이질성의 원인이 되

는 연구수준의 특성을 분산분석이나 회귀분석 방법으로 검증한다. 이를 위해서는 메타분석을 통해 효과크기의 차이를 유발하는 것으로 판단되는 연구대상자의 일반적 특성, 연구가 수행된 지역적 위치 및 시기 등 연구간 이질성을 야기할 수 있는 여러 조절변수를 고려할 수 있도록 요약 통계량을 도출하는 것이 필요하다. 그러나 본 연구에서 고찰한 선행연구들에서는 효과차이를 분류할 수 있도록 하는 요약통계량이 제시되지 않아서 이질성에 대한 설명을 충분히 할 수 없는 것이 아쉬운 점이라 하겠다.

메타분석은 다양한 개별연구의 결과에 관심을 가질 뿐만 아니라 연구결과의 일반화에 대한 시사점을 제공한다는 장점을 지니고 있다. 반면 메타분석의 결과는 실험연구의 결과와 일치하지 않을 수 있을 뿐만 아니라 동일 주제에 대한 연구결과들도 서로 일치하지 않을 수도 있다는 단점을 지니고 있고, 연구의 질을 판단할 수 있는 통계량이 포함된 충분한 선행연구와 논문 선정범위의 문제가 명확해야 한다는 전제를 필요로 한다. 그러나 기존 연구결과에 대한 체계적 분석방법으로 모든 과정이 분명하게 설명되고 투명하다는 사실 때문에 종합적으로 개괄하기 위한 통계적 방법으로 인식되고 있다. 특히 의사결정자들에게 기존 연구결과에 대한 보다 객관적인 사실 검증을 제공하여 무엇보다 합리적인 의사결정을 하는데 가치가 있다고 하겠다.

REFERENCES

- [1] H. H. Song. (2001). *Meta-analysis of medicine, nursing science, social science research*. Seoul : Cheongmungag.
- [2] L. V. Hedges & I. Olkin. (1983). Regression models in research synthesis, *The American Statistician*, 37, 137-140.
- [3] S. D. Hwang. (2015). *Meta-Analysis Using R*. Seoul : Hagiisa.
- [4] H. Kang. (2015). Statistical Considerations in Meta-Analysis. *Hanyang Med Rev* 35, Hanyang University College of Medicine, 23-32.
- [5] KSA. *The core of how to configure and deploy TPM*. <http://www.q-korea.net>
- [6] Y. A. Jin. (2015). *Meta-analysis using Stata*. Seoul : Korea University Press.
- [7] S. Cohen & T. A. Will. (1998). Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychological Bulletin*, 2, 310-357

- [8] Y. W. OH & K. C. LEE. (2005). The Study on the Utilization of TPM program Affecting the Productivity Increase. *Korean Operations Research And Management Society Conference Proceedings*. (pp. 961-966). Seoul : Korean Operations Research And Management Society.
- [9] S. K. Park & C. H. Lee. (2007). A Study on the Contextual Factors Affect on the TPM Application for Loading and Unloading Equipments of Incheon Port, *Journal of Korea Port Economic Association*, 23(4), 23-47
- [10] R. H. Cui & C. E. Kim. (2007). An Empirical Investigation on the Relationship between TPM, TQM and Production Performance of Manufacturing Industry. *Journal of the Korea safety management & science*, 9(3), 143-151.
- [11] R. H. Cui. (2008). *An Empirical Study on the Relationship Between TQM, TPM Implementation Factors and Manufacturing Performance-Focus on Chinese Manufacturing Industry-*, Doctoral dissertation. Myongji University, Seoul.
- [12] J. M. Park. (2009). *The Effect of TPM Activities on Business Performance*. Master dissertation. Daejeon University, Daejeon.
- [13] J. S. Lee. (2011). The Impact of TPM Activities on the Business Performance of Small and Medium Sized Enterprises, *Journal of Daehan Academy of Management Information Systems* 30(4), 415-440.
- [14] K. H. Yeon. (2012). Impacts of the TPM Activity Factor on Corporate's Performances. *Journal of the Korea Contents Association*, 12(1), 476-484.
- [15] H. M. Yang (2013). *Impacts of TPM Activities on Management Performance in Small-medium Sized Manufacturing Firms*. Doctoral dissertation. Honam University, Gwangju.
- [16] T. K. Kim. *Objective Research on How TPM Key Factor Affects Facility Efficiency - Focus on "B" Small Automobile Components Enterprise*. Master dissertation. Seokeong University, Seoul.
- [17] S. D. Hwang. (2016). *Meta-Analysis*. Seoul : Hagjisa.

연 경 화(Yeon, Keyong Hwa)

[정회원]



- 1977년 2월 : 청주대학교 경영학과 (경영학학사)
- 1993년 8월 : 청주대학교 경영학과 (경영학박사)
- 1995년 4월 ~ 현재 : 청주대학교 경영학과 교수

- 관심분야 : SCM, TOC, AHP, 통계분석
- E-Mail : yknwao@nate.com