

공급사슬 관점에서 기업 위험의 계량적 추정

박근영* · 한현수**

Quantitative Estimation of Firm's Risk from Supply Chain Perspective

Keun-Young Park* · Hyun-Soo Han**

Abstract

In this paper, we report computational testing result to examine the validity of firm's bankruptcy risk estimation through quantification of supply chain risk. Supply chain risk in this study refers to upstream supply risk and downstream demand risk. To assess the firm's risk affected by supply chain risk, we adopt unit of analysis as industry level. since supply and demand relationships of the firm could be generalized by the industry input-output table and the availability of various valid economic indicators which are chronologically calculated. The research model to estimate firm's risk level is the linear regression model to assess the industry bankruptcy risk estimation of the focal firm's industry with the independent variables which could quantitatively reflect demand and supply risk of the industry. The publicly announced macro economic indicators are selected as the candidate independent variables and validated through empirical testing. To validate our approach, in this paper, we confined our research scope to steel industry sector and its related industry sectors, and implemented the research model. The empirical testing results provide useful insights to further refine the research model as the valid forecasting mechanism to capture firm's future risk estimation more accurately by adopting supply chain industry risk aspect, in conjunction with firm's financial and other managerial factors.

Keywords : Firm risk, Supply Chain, Industry Input-Output, Big Data Application, Steel industry, Quantitative Analysis

논문접수일 : 2015년 05월 18일

논문수정일 : 2015년 06월 25일

논문게재확정일 : 2015년 06월 25일

※ 본 논문은 2014년 한양대학교 교내연구비지원사업으로 연구되었음(HY-2014).

* 한양대학교 일반대학원 경영학과 박사과정, e-mail: flyingnedy@naver.com

** 교신저자, 한양대학교 경영대학 교수, e-mail: hshan@hanyang.ac.kr

1. 서 론

최근 정보통신 기술의 발달로 대용량의 데이터 축적과 이를 분석하는 빅데이터 응용이 확산되고 있다. 빅데이터 활용이 활발한 분야 중 하나는 금융 영역이며, 빅데이터 응용은 기업의 위험을 미리 파악하는 것을 가능하게 하여 위험 대처에 효과적일 수 있다[조영임, 2013]. 일반적으로 금융권에서는 고객기업의 채무상태, 신용도 평가와 더불어 기업의 도산위험을 예측하기 위해서 빅데이터 분석 활용의 효과성이 강조된다[이상수, 2013]. 예를 들어, 씨티그룹에서는 빅데이터 분석을 활용하여 미국 비영리 신용협동조합 회사들의 대출 상환 가능 여부를 판단하였으며, 정확도를 50% 이상 향상시켰다[김지웅 등, 2013].

본 연구에서는 금융 분야에 활발한 빅데이터 응용과 관련하여 기업 도산위험 수준 예측에 대한 가능성에 주목하였다. 기업 도산위험의 조기 예측은 기업 내부와 외부의 다양한 이해관계자들에게 신용위험도를 평가하는 데 매우 효과적이다. 따라서 도산 위험 예측의 정확성을 높이는 것은 빅데이터 응용으로 가능한 유용성 향상이라 할 수 있다. 기존의 기업 부도예측 연구는 재무제표의 항목 별 데이터를 이용하여 로지스틱 회귀 분석, 선형 판별분석, 또는 다중판별분석 등 다변량 분석과 함께 인공지능경망[김락상, 2004], 의사결정나무 등의 데이터마이닝[이기동, 2003] 예측 모델이 주로 사용되어 왔다. 이러한 연구는 도산 예측 방법론 모형을 설정하고 기업의 재무 데이터를 입력하여 회사의 도산 위험을 예측하고 피해를 줄이고자 하는데 목적이 있다.

그러나 이러한 기존 연구는 근본적으로 재무 관점 분석이며, 재무 데이터의 파악 시점이 결산이 진행된 이후에 가능한 제약이 있다. 일반적으로 균형성과지표 이론[Kaplan and Norton, 1992]

에 의하면 재무 실적은 후행 성과지표(lagging indicator)로 기업의 위험을 선행적으로 파악하는데는 한계점이 있으며 또한 회계방식에 따라 실제 기업의 위험이 재무상황에 반영되는 것은 보통 상황이 악화된 이후시점이다.

일반적으로 특정 기업의 공급사슬관점에서의 위험은 공급위험, 수요위험, 환경위험 등으로 구분되어 설명할 수 있다[Jüttner, 2005; Mason-Jones and Towill, 1998]. 공급위험은 공급 업체와의 활동 및 관계에서 발생하는 문제를 포함하고[Zsidisin et al., 2000], 수요위험은 출고되는 물류 흐름과 제품의 수요와 관련된 위험이다[Svensson, 2002]. 하지만 기존의 연구는 분석의 단위가 기업 단위로 기업이 속한 산업 자체에 구조적으로 영향을 미치는 공급사슬상의 공급위험과 수요위험[Porter, 1980]은 반영되지 않는다는 한계점을 가지고 있다. 하지만 공급사슬에서의 위험은 기업 경쟁력의 초점인 하나의 목표 기업에 머무는 것이 아니라 기업 간 연계 네트워킹으로 구성된 산업 가치사슬(공급사슬)의 경쟁력[Simchi-Levi et al., 2007]으로 확대되는 것에 착안하여, 특정 산업 또는 기업의 공급사슬 관점에서 위험의 발생을 분석해야 할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 기존 연구에서 고려하지 않은 산업단위 자체의 위험 요인을 기업의 위험 분석 접근법을 택하였다. 산업 단위 위험 분석 접근은 Porter의 5가지 경쟁요인(공급 위험, 경쟁자 위험, 수요 위험, 신규진입자 위험, 대체재 위험)중 공급사슬과 관련된 공급위험과 수요위험을 포함하였다. 본 연구는 기존의 기업 단위의 재무제표 항목을 이용한 도산위험 연구를 빅데이터 응용 프레임워크를 접목하여 산업 단위의 위험으로 확장 할 수 있는지에 대한 타당성을 파악하기 위하여 진행하였으며, 이러한 관점에서 철강 산업과 관련 공급사슬 기업 단위를 연구 범위로 하여 실증분석 결과를 제시하였다.

2. 철강산업 위험 영향 산업 파악

철강산업의 공급사슬구조는 ‘원료투입(전방) → 생산 → 배분(후방)’으로 나타낼 수 있다[최동용, 2007]. 전방의 원료 부문은 철강의 제조공정에 따라 투입되는 원료를 달리한다. 철강의 제조공정은 크게 고로법과 전기로법으로 분류되는데 고로법의 원료에는 석탄(유연탄), 철광석이 사용되며, 전기로법을 활용한 제조공정에서는 원료로 고철(철스크랩)이 사용된다. 생산부문에서는 제조공정을 통해 철강재를 생산하며 품목별로 봉형강류, 판재류, 강관류 등으로 분류된다. 봉형강류의 종류로는 형강, 봉강, 철근, 선재, 케조로 구분되며 건축 및 토목산업과 일반기계산업의 소재로 사용되어지며, 판재류는 중후판, 열연강판, 냉연강판, 전기강판, 석도강판, 표면처리강판으로 구분되며 자동차, 조선, 가전산업의 소재로, 강관류는 무게목강관, 용접강관으로 구분되며 고압가스, 석유시추 등과 같은 특수용도와 수도관 가스관과 같은 배관용으로 사용되고 있다. 후방의 배분부문에서는 생산된 철강재가 여러 산업들로 공급되는 과정이며, 주요 공급 산업으로는 건설, 조선, 자동차, 전기전자, 조립금속, 일반 기계산업 등이 있으며, 철강재의 출하 비율은 건설업 27.3%, 조선업 24.9%, 자동차산업 22.5%, 전기전자산업 8.4%, 조립금속산업 4.2%, 일반 기계산업 3.4%로 나타났다. 특히 건설, 조선, 자동차산업의 비중 합계는 74.7%로 절반이상을 차지하고 있다[한국철강협회, 2011].

이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구에서는 철강산업의 전·후방 산업의 거래액과 구조를 파악하고자 2011년 산업연관표를 활용하였으며, 기타 문헌을 통해 철강산업의 전·후방 연관효과 파악을 실시하였다.

2.1 철강산업의 공급위험

2.1.1 국내 공급 위험

철강산업의 공급 위험은 제품을 생산하기 위한 원재료와 시설을 가동하기 위한 에너지원의 두 가지 측면으로 분석이 가능하다. 철강재를 제조하기 위한 공정은 고로법과 전기로 법이 있는데, 고로법의 주원료는 철광석과 원료탄(유연탄)이 사용되며 99% 이상 수입에 의존하고 있다. 전기로법의 주원료는 고철(철스크랩)이 사용되며 전기로 제강업체의 제조원가의 40%를 차지하고 있으며, 국내 자급률은 71%이며, 나머지는 수입을 통해 채우고 있다[김유진, 2010]. 이 밖에 시설가동을 위해서 전력, 석탄, 석유, 도시가스 등과 같은 에너지원을 소비하고 있다. 각 에너지원의 점유비는 석탄 78%, 전력 14%, 도시가스 6%를 나타내고 있으며[황규희 등, 2010]. 한기주 등[2006]은 철강산업에 대해 대표적인 에너지 다소비 산업으로 에너지 비용이 증가함으로 인해 경영에 어려움을 겪을 수 있다고 한다. 이러한 요인들은 철강산업의 공급 위험을 구성하는 요소가 될 수 있으며 산업별로 철강산업의 중간재로 얼마나 투입 되었는지를 산업연관표를 통해 파악하고 투입 비중이 높은 전방공급 산업을 <표 1>에 제시하였다.

<표 1>에 제시된 내용을 보면 동종 산업에 포함되는 부문(선철 및 합금철, 조강, 열간압연강재, 냉간압연강재, 기타 철강 1차 제품)에서의 중간투입률이 72.22%를 차지하며 가장 많이 투입되었다. 동종 산업 간의 거래액을 제외한 타 산업과의 거래액을 살펴보면 원료로 사용되는 철광석과의 거래액이 전체 투입액 대비 6.61%로 가장 높았으며, 원료와 에너지원 모두에서 사용되는 석탄제품의 거래액이 전체 투입액 대비 3.74%로 나타났다.

연구 분석을 위한 철강산업의 주요 공급위험 산업은 동종 산업인 철강산업과 원료 부문인 철광석산업, 석탄제품산업으로 채택하였다.

〈표 1〉 철강산업의 주요 공급위험 산업

(단위 : 십억 원, %)

대분류	중분류	소분류	중간투입액	중간투입율
광산품(02)	금속광석(07)	철광석(015)	12,731	6.61
석유 및 석탄제품(07)	석탄제품(22)	석탄제품(052)	7,207	3.74
제1차 금속제품(10)	선철 및 조강(36)	선철 및 합금철(076)	40,458	21.00
		조강(077)	60,517	31.41
	철강 1차 제품(37)	열간압연강재(078)	26,971	14.00
		냉간압연강재(079)	6,814	3.54
		기타 철강 1차 제품(081)	4,391	2.28
그 외			33,576	17.43
중간투입계			192,666	100.0

* ()는 산업연관표의 부분분류코드를 나타냄.

2.1.2 해외 공급 위험

환율은 철강산업의 전·후방 산업 이외에 영향을 줄 수 있는 요인으로 보통 제조업의 수출과 수입에 직접적인 영향을 미친다. KB경영연구소[2011]의 연구에 의하면 환율은 수출 매출액의 감소로 인한 영업이익의 하락과 동시에 수입비용의 감소로 영업이익의 하락을 완화시켜준다고 한다. 이에 본 연구의 대상인 철강산업은 원재료의 수입비중이 크고 수출비중이 적어, 환율이 내려감으로 인해 생기는 긍정적인 효과가 더 크다고 보고 있다. 철강산업에서의 환율 하락은 수입 원재료 가격이 떨어져 원가율이 감소하는 효과를 기대할 수 있으며, 원재료 수입비중이 약 75%, 수출비중은 약 25%로 구성되어 있는 철강산업의 수출입 구조상 영업이익에 긍정적인 효과를 나타낸다[김유진, 2010]. 반대로 환율이 높아지면 철강산업의 주요 수요산업인 조선과 자동차산업이 수출에 어려움을 겪음으로써 간접적으로 철강산업에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 윤성훈[2005]은 환율충격이 철강산업(1차 금속산업)에 유의한 영향을 미치며, 환율이 10%하락할 때, 철강산업의 경우 3% 이내로 수출이 감소하는 것으로 분석하였다. 김무형과 임대봉[2007]의 연구에서도 환율변동이 철강수출입의 둔화에 유의한 파급효과

가 있음을 파악하였다. 이러한 선행연구들을 바탕으로 하여 본 연구에서는 환율을 전방 위험요인 중 해외 공급 위험으로 분류하여 채택하였다.

2.2 철강산업의 수요위험

국내 철강산업에서 생산되는 제품들은 최종제품으로 사용되기보다 중간소재로 사용되는 경우가 많다. 전용덕[2011]은 철강산업에 영향을 주는 수요산업을 6대 수요산업(산업건설, 자동차, 조선, 가전, 조립금속, 기계)으로 설명하고 있다. Global steel[2013]은 한국의 조선 산업과 부동산 산업은 철강산업에 긴밀한 영향을 줄 것이라고 말하고 있으며, 최동용[2007]은 배분부문의 산업으로 자동차, 조선, 건설 등으로 분류하고 있다. 이를 종합해보면 철강산업의 공급사슬의 후방에 위치한 산업은 주로 철강재를 중간소재로 활용하여 최종제품을 생산하는 산업임을 알 수 있다. 이러한 선행 연구와 더불어 철강산업의 수요위험에 영향을 주는 산업을 도출하기 위해 2011년 산업연관표에서 생산자가격을 바탕으로 한 총 거래표를 활용하여 철강산업의 배분구조에 영향을 주는 산업을 조사하여 이를 <표 2>에 제시하였다. 이는 산업연관표의 가로 열에 해당하는 수치로, 철

〈표 2〉 철강산업의 주요 수요위험 산업

(단위 : 십억 원, %)

대분류	중분류	소분류	중간 수요액	중간 수요율
제1차 금속제품 (10)	선철 및 조강(36)	조강(077)	36,352	16.03
		열간압연강재(078)	66,261	29.22
	철강 1차 제품(37)	냉간압연강재(079)	12,683	5.59
		주단강품(080)	7,404	3.27
		기타 철강 1차 제품(081)	15,011	6.62
금속제품 (11)	금속제품(39)	건설용 금속제품(084)	8,660	3.82
		금속제 용기(085)	2,432	1.07
		공구 및 철선제품(086)	4,906	2.16
		기타 금속제품(087)	5,792	2.55
일반기계 (12)	일반목적용 기계 및 장비(40)	기타 일반목적용 기계(092)	3,274	1.44
	특수목적용 기계 및 장비(41)	기타 특수목적용 기계(095)	5,567	2.46
수송장비 (15)	자동차(48)	자동차(109)	2,173	0.96
		자동차엔진 및 부분품(110)	8,643	3.81
	선박(49)	선박(112)	10,612	4.68
건설 (18)	건축건설(55)	주택건축(123)	2,894	1.28
		비주택건축(124)	7,658	3.38
	토목 및 특수건설(56)	교통시설건설(126)	2,304	1.02
		일반토목(127)	2,989	1.32
그 외			21,109	9.31
중간수요계			226,733	100.0

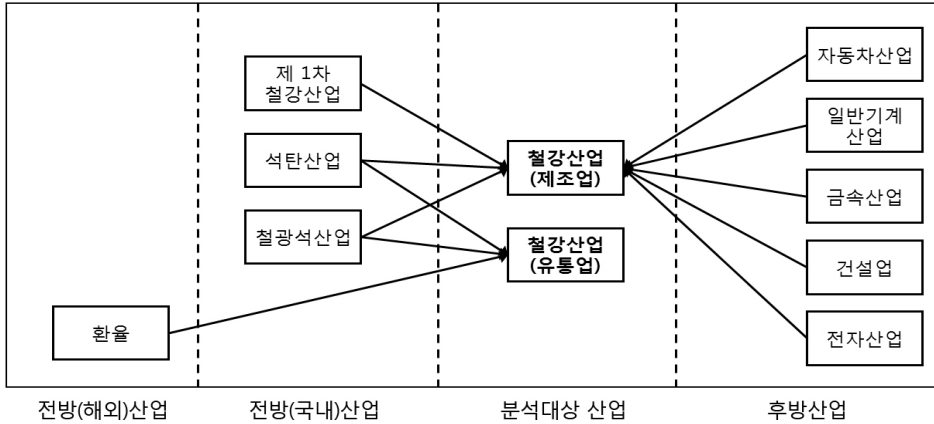
*()는 산업연관표의 부문분류코드를 나타냄.

강산업의 생산물이 다른 산업의 중간재로 얼마만큼 거래되었는지를 조사한 항목이다. 전방산업구조와 마찬가지로 동종 산업(조강, 열간압연강재, 냉간압연강재, 주단강품, 기타 철강 1차 제품)에서의 중간수요율이 60.74%로 절반이상을 차지하였다. 동종 산업 이외의 산업으로는 선박 산업의 중간수요율이 전체 대비 4.68%로 가장 높았으며, 건설용 금속제품이 3.82%, 자동차엔진 및 부분품 산업이 3.81%, 비주택건축 산업이 3.38%의 중간수요율을 나타냈다.

연구 분석을 위한 철강산업의 주요 수요산업은 산업연관표와 기존의 선행연구를 고려하여 금속산업, 일반기계산업, 건설업, 자동차산업과 전자(가전)산업 등 총 5개의 산업을 채택하였다.

2.4 철강산업 공급사슬 연계산업

산업연관표 분석 및 기존 철강산업 연구를 바탕으로 철강산업에 위험을 주는 종합적인 산업구조는 다음과 같다. 공급측면에서의 위험은 국내 공급위험과 해외공급위험으로 구분하였다. 국내 공급위험으로는 원료산업인 철광석산업과 석탄산업과 제조산업인 1차 철강제품 제조업을 채택하였으며, 해외공급위험으로는 환율을 채택하였다. 수요측면에서의 위험은 제조 산업들로부터 구성되었으며, 그 내역으로 금속가공품제조업(금속산업), 전자부품·컴퓨터·영상음향 및 통신장비 제조업(전자산업), 기타 기계 및 장비 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업(일반기계산업), 자동차



〈그림 1〉 철강산업 공급사슬 구조

및 트레일러 제조업(자동차산업)과 건설업이 채택되었다. 또한 목표산업인 철강산업을 제조기반 철강산업과 유통기반 철강산업으로 구분하였다. 이를 종합하면 <그림 1>과 같이 철강산업 공급사슬 구조를 나타낼 수 있다.

3. 철강산업 위험 영향요인의 계량화

철강산업의 전·후방 위험요인의 시점별 상황을 잘 나타내주며, 철강산업의 위험(부도율)과 논리적으로 연결을 하여 위험 정도에 대해 분석을 가능하게 하는 각 위험요인을 계량화하기 위하여 본 연구에서는 정부에서 발간하는 거시경제지표를 이용하였다.

우선 공급위험 중 해외 공급 위험요인에 포함되는 환율은 원화와 달러와의 환율을 거래량으로 가장 평균한 시장평균환율을 분석지표로 선정하였다. 다음 공급위험의 원료산업인 철광석산업과 석탄산업의 경우 원료 수입비중이 각각 99%와 100%를 나타내는 산업 특성상[김유진, 2001], 원료에 대한 수입 부담을 나타내는 분석지표를 선정하였다. 이에 석탄산업의 주 수입물인 유연탄의 월별 판매 가격을 분석지표로 채택하였으며, 철광석산업의 경우 철광석에 대한 정확한 수입가

격의 파악이 어려워 정확한 가격수치를 대신할 수 있는 수입물가지수를 채택하였다. 수입 물가지수는 수입 상품에 대한 가격변동을 측정하는 지표로서 수입물가가 국내물가에 미치는 영향을 사전에 측정하기 위하여 작성되기에 연구의 의도에 적합하다고 판단하였다.

산업연관표 분석에서 철강산업과 가장 많은 거래액을 나타낸 산업이면서, 본 연구에서 공급위험에 포함되는 산업인 1차 철강제품 제조업과 수요위험산업인 금속, 전자, 일반기계, 자동차 제조업은 특정 시점에서 해당산업이 호황인지 불황인지를 파악할 수 있는 가동률지수를 채택하여 분석의 경제지표로 사용하였다. 가동률지수는 제조업의 생산실적과 생산능력의 비율을 나타내는 공장 설비이용도에 대해 지수화한 것으로 경기동향 분석의 기초 자료로 활용된다[통계청, 2009]. 일반적으로 산업의 경제상황이 악화되면 가동률은 떨어지고, 그 반대라면 가동률은 높아진다. 또한 가동률지수는 경기동행지수에 포함되어 현재의 경기상태를 나타내는 지표로도 활용되어지고 있어 분석의 경제지표로 적합하다고 판단하였다. 마지막으로 수요위험 중 건설업은 건설 경기 동향을 나타내며, 건설업체가 해당 시점에 실제로 시공한 건설 실적을 금액으로 평가한 건설기성액을

<표 3> 철강산업 위험요인과 연계된 분석지표

구 분		산업 및 요인	분석지표
공급 위험	해외 원료공급	환율	월별 시장평균환율
	국내 원료산업	석탄산업	월별 유연탄 가격
		철광석산업	철광석 수입물가지수
수요 위험	국내 후방산업	1차 철강제품 제조업	가동률지수
		금속가공제품 제조업	
		전자부품, 컴퓨터, 영상음향 및 통신장비 제조업	
		기타 기계 및 장비 제조업	
		자동차 및 트레일러 제조업	
		건설업	

분석지표로 선정하였다. 분석에 활용되는 산업 및 요인과 분석지표를 종합하여 다음 <표 3>에 나타냈다.

4. 실증 분석

철강산업의 위험수준을 측정하기 위해 한국기업데이터에서 연구 목적으로 수집한 2007년 01월부터 2011년 12월까지의 총 5년간, 60개월의 월별 자료로 구성된 철강산업의 부도기업 데이터를 활용하였으며, 이를 통해 철강산업의 월별 부도율 데이터를 산출하였다.

경제지표 중 가동률지수, 수입물가지수, 건설기성액은 국가통계포털[www.kosis.co.kr]에서, 월별 유연탄 가격은 대한석탄공사[www.kocoal.or.kr]을 통해 수집하였다. 가동률지수는 2005년을 기준 년으로 한 자료를 수집하였다. 독립변수를 요인별 경제지표들로 구성하고, 종속변수를 목표산업인 철강산업의 월별 부도율로 입력하여 분석을 실시하였다. 앞서 경제지표 데이터를 수집할 때 계절조정지수가 제공되어 있는 경우 전·후방 연

계산업들의 계절성이 제거된 계절조정지수를 분석에 사용함으로써 위험에 미치는 계절적 요인을 제거함으로써 분석의 신뢰성을 높였다. 또한 철강산업의 부도율과 위험요인 별 경제지표는 3개월 이동 평균을 적용하여 분석단위가 월별로 구성됨으로서 발생하는 비체계적 오차(random error)를 최소화하고 인과 관계의 현실성을 높이도록 시도하였다. 이동평균법은 시계열 자료에서 추세나 계절성분과 같은 불규칙한 성분들을 조정하여 예측을 높이는데 사용되는 기법이다[박상규, 오정현, 2009].

본 연구의 주된 연구방법인 회귀분석을 실시하기 전에 예측의 유효성을 파악하기 위하여 철강산업의 부도율의 현재 시점으로부터 위험요인의 경제지표의 시차(time lag)를 t-1시점부터 t-12시점 까지 각 위험요인별로 총 12회씩 분석함으로써 여러 시차별로 존재할 수 있는 위험 예측을 시도하였다.

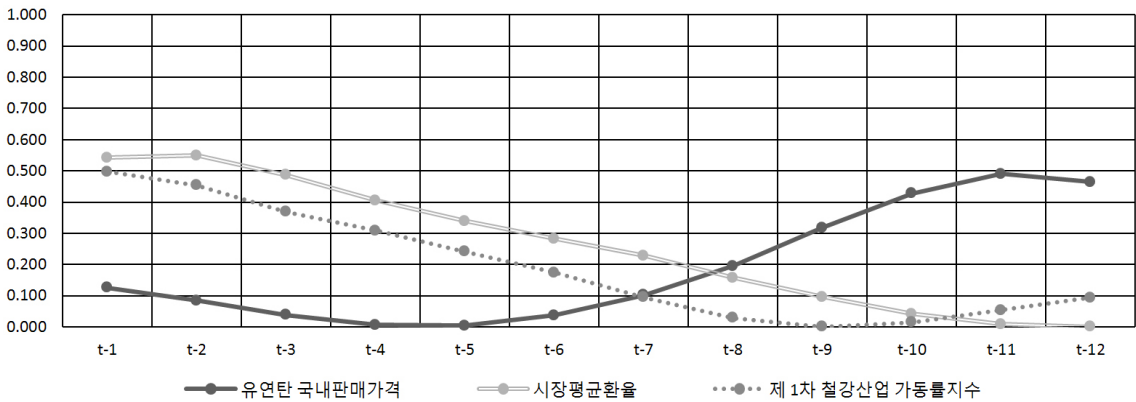
4.1 철강산업 제조업 공급위험 분석

철강산업 제조업의 전방위험을 알아보기 위한 분석을 실시하였다. 독립변수로는 외부환경위험인 환율과 공급위험 요인인 석탄산업의 유연탄 국내 판매가격과 철강산업의 1차 철강제품 제조업 수입물가지수가 투입되었다. 종속변수는 제1차 철강산업의 부도율이 사용되었으며, 독립변수별 단순회귀분석을 실시하여 위험요인별 결과를 도출하였다. <표 4>에 각 위험요인별로 t-1시점부터 t-12시점까지의 결과를 정리하였다. 이를 살펴보면 유연탄 국내 판매가격은 t-11시점($R^2 = 0.490, \beta = 0.700$)에서 가장 큰 위험을 나타냈으며, 환율은 t-2시점($R^2 = 0.550, \beta = 0.742$), 1차 철강제품 제조업 가동률지수는 t-1시점($R^2 = 0.498, \beta = -0.706$)에서 철강산업의 부도율에 가장 큰 유의한 영향을 주는 시점으로 나타났다.

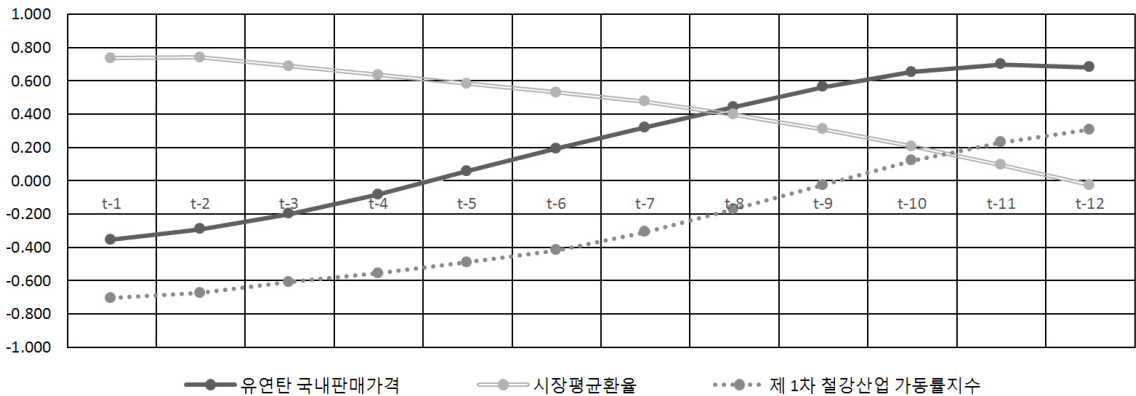
〈표 4〉 철강산업 제조업의 전방위험 요인 단순회귀분석 결과

위험요인		석탄산업		환율		철강산업(제조업)	
경제지표		유연탄 국내 판매가격		시장 평균 환율		제1차 철강산업 가동률지수	
		R^2	β	R^2	β	R^2	β
시점	t-1	0.126	-0.355***	0.543	0.737***	0.498	-0.706***
	t-2	0.084	-0.290**	0.550	0.742***	0.454	-0.674***
	t-3	0.039	-0.198	0.487	0.689***	0.369	-0.607***
	t-4	0.007	-0.083	0.406	0.637***	0.309	-0.556***
	t-5	0.004	0.059	0.340	0.583***	0.242	-0.491***
	t-6	0.037	0.193	0.283	0.532***	0.174	-0.417***
	t-7	0.102	0.320**	0.228	0.477**	0.095	-0.308**
	t-8	0.196	0.443***	0.158	0.397**	0.029	-0.171
	t-9	0.318	0.564***	0.096	0.310	0.001	-0.024
	t-10	0.428	0.654***	0.042	0.206	0.015	0.121
	t-11	0.490	0.700***	0.009	0.095	0.054	0.231
	t-12	0.465	0.682***	0.001	-0.024	0.094	0.307**

- 종속변수 : 제1차 철강산업 부도율 * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$



〈그림 2〉 철강산업 제조업의 공급위험 요인의 시점별 R^2



〈그림 3〉 철강산업 제조업의 공급위험 요인의 시점별 β

<그림 2>와 <그림 3>은 각 위험요인들의 철강산업 부도율에 대한 설명력(R^2)의 크기와 방향성을 나타내는 β 값을 시점별로 나타내어 위험 발생의 패턴을 파악하였다. 유연탄의 국내 판매가격은 먼 시점에서 부도율에 정(+의 관계를 나타내고 있으며, 시장 평균 환율은 가까운 시점에서 정(+의 관계를, 제 1차 철강산업의 가동률은 가까운 시점에서 음(-)의 관계를 나타내고 있다.

4.2 철강산업 제조업 수요위험 분석

철강산업 제조업의 수요위험 영향 분석을 실시하기 위해, 철강산업의 후방산업에 속하는 금속산업, 일반기계산업, 자동차산업, 전자산업 자동차의 가동률지수와 건설업의 경기 동향을 나타내주는 건설기성액을 독립변수로 투입하였으며, 종속변수로는 제 1차 철강산업 제조업의

부도율을 투입하여 단순회귀분석을 실시하였으며 분석결과를 <표 5>에 제시하였다. 이를 살펴보면 금속산업은 t-1시점($R^2 = 0.395, \beta = -0.629$), 일반 기계산업은 t-1시점($R^2 = 0.327, \beta = -0.527$), 자동차산업은 t-6시점($R^2 = 0.305, \beta = -0.552$), 전자산업은 t-7시점($R^2 = 0.225, \beta = -0.474$), 건설업은 t-9시점($R^2 = 0.236, \beta = -0.486$)에서 가장 유효한 위험 수준의 조기에측력을 나타낸다.

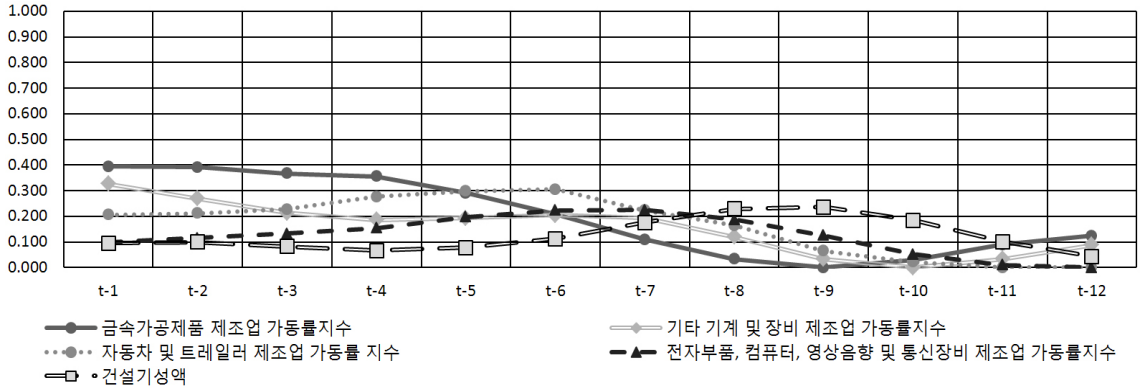
또한 <그림 4>와 <그림 5>를 통하여 수요위험요인의 시점별 패턴과 방향성을 정리하면, 금속제조업과 일반기계제조업은 철강제조업의 위험이 높은 시점과 상대적으로 시간 갭이 높지 않은 시점에서 음(-)의 높은 설명력을 나타내고 있으며, 자동차 제조업과 전자산업의 가동률 지수와 건설기성액은 중간 시점에서 음(-)의 높은 설명력을 나타내고 있다.

<표 5> 철강산업 제조업의 수요위험 요인 단순회귀분석 결과

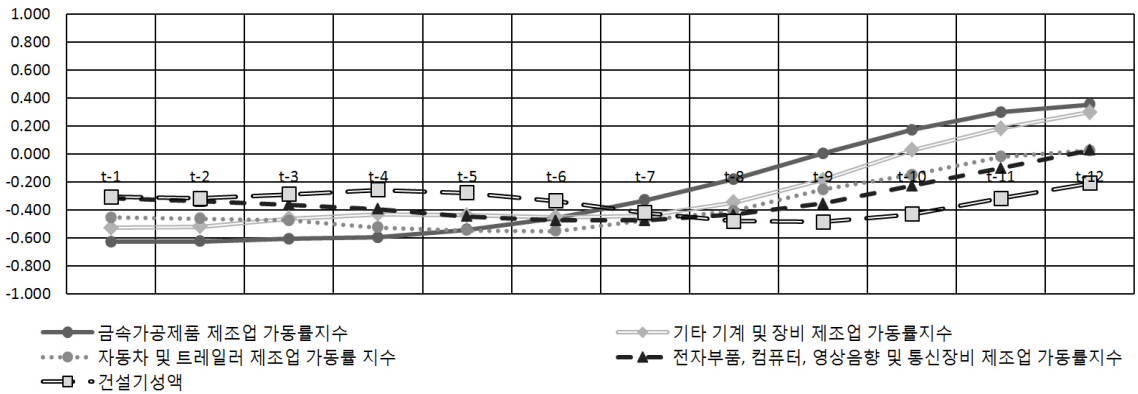
위험요인	금속산업		일반 기계산업		자동차산업		전자산업		건설업		
	R^2	β	R^2	β	R^2	β	R^2	β	R^2	β	
경제지표	금속가공제품 제조업 가동률지수		기타 기계 및 장비 제조업 가동률지수		자동차 및 트레일러 제조업 가동률 지수		전자부품, 컴퓨터, 영상음향 및 통신장비 제조업 가동률지수		건설기성액		
	t-1	0.395	-0.629***	0.327	-0.527***	0.206	-0.454***	0.100	-0.317**	0.095	-0.308**
	t-2	0.392	-0.626***	0.269	-0.519***	0.212	-0.461***	0.115	-0.339**	0.100	-0.316**
	t-3	0.367	-0.606***	0.214	-0.463***	0.227	-0.476***	0.132	-0.363***	0.083	-0.289**
	t-4	0.356	-0.597***	0.186	-0.431***	0.276	-0.525***	0.154	-0.393***	0.066	-0.257*
	t-5	0.291	-0.540***	0.193	-0.439***	0.298	-0.546***	0.198	-0.445***	0.078	-0.279**
	t-6	0.208	-0.456***	0.204	-0.452***	0.305	-0.552***	0.224	-0.474***	0.113	-0.336**
	t-7	0.109	-0.331**	0.194	-0.441***	0.223	-0.472***	0.225	-0.474***	0.176	-0.420***
	t-8	0.033	-0.181	0.120	-0.346**	0.165	-0.406***	0.188	-0.434***	0.229	-0.479***
	t-9	0.000	0.003	0.034	-0.185	0.065	-0.255*	0.125	-0.354**	0.236	-0.486***
	t-10	0.030	0.173	0.001	0.026	0.022	-0.148	0.052	-0.228	0.185	-0.430***
	t-11	0.089	0.299**	0.033	0.182	0.000	-0.021	0.010	-0.101	0.101	-0.318**
t-12	0.124	0.353**	0.088	0.297**	0.001	0.024	0.001	0.028	0.044	-0.209	

- 종속변수 : 제1차 철강산업 부도율

* $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$



<그림 4> 철강산업 제조업 수요위험 요인의 시점별 R²



<그림 5> 철강산업 제조업 수요위험 요인의 시점별 β

4.3 철강산업 제조업 공급·수요위험 종합분석

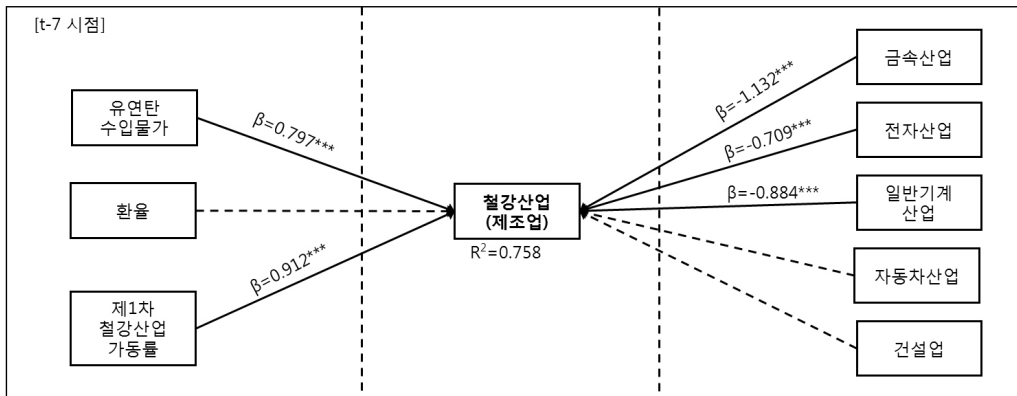
다음으로 철강산업 제조업의 공급·수요위험 요인을 종합하여 어떤 시점에서 가장 큰 위험이 발생하는지를 분석하였다. 각 위험 요인들은 독립적으로 발생하는 것이 아니라, 종합적 또는 복합적으로 발생하여 위험을 발생시키기에 여러 요인들이 동시에 발생하였을 때 어떤 시점에서 가장 큰 위험이 발생하는지를 파악하고 이를 예측하기 위함이다. 이를 분석하기 위해 독립변수로는 철강산업 제조업의 공급사슬상 공급·수요산업에 포함되는 석탄산업, 철강산업, 금속산업, 전자산업, 기계산업, 자동차산업, 건설업과 외부환경요인인 환율의 경제지표들을 독립변수로 투입하였으며, 종속변수로 제 1차 철강산업 부도율을

투입하여 다중회귀분석(multiple regression)을 실시하였으며, 결과는 <표 6>에 제시되었다. 또한 <그림 6>에 종합요인의 최대 위험 시점을 제시하였다. 이를 살펴보면 t-7시점에서 위험에 대한 초기 예측력에 대한 통계적 R² 수치가 0.758로 가장 높았으며, 유연탄 국내 판매가격($\beta = 0.797$), 제 1차 철강산업의 가동률($\beta = 0.912$), 금속산업의 가동률($\beta = -1.132$), 전자산업의 가동률($\beta = -0.709$), 일반 기계산업의 가동률($\beta = -0.884$)이 유의한 지표로 채택되었다. 추가로 <그림 7>을 통해 철강산업 제조업의 위험 종합 요인의 설명력(R²)의 시점별 패턴을 나타냈다. 대체로 t시점에서 먼 시점에서 위험에 대한 예측 유효수준이 이 높게 나타나는 것이 파악되었다.

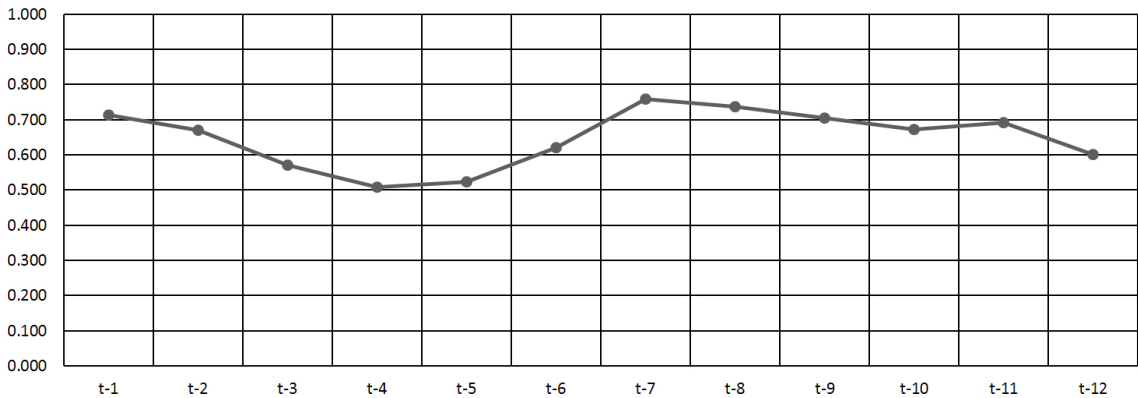
〈표 6〉 철강산업 제조업의 공급·수요위험 종합요인 다중회귀분석 결과

위험요인		석탄 산업	환율	철강산업 (제조업)	금속 산업	전자 산업	기계 산업	자동차 산업	건설업	
경제지표		유연탄 국내 판매가격	시가 평균환율	가동률 지수	가동률 지수	가동률 지수	가동률 지수	가동률 지수	건설 기성액	
		R^2	β	β	β	β	β	β	β	
시점	t-1	0.714	-0.710***	1.100***	-0.428*	1.129***	0.329**	0.325*	-0.618**	-0.219
	t-2	0.671	-0.635***	1.301***	-0.172	0.815**	0.184	0.565***	-0.529*	-0.092
	t-3	0.571	-0.260	1.104***	-0.182	0.260	0.051	0.609**	-0.248	0.084
	t-4	0.509	0.212	0.594	0.030	-0.620	-0.145	0.454*	0.040	0.180
	t-5	0.524	0.604**	0.125	0.306	-1.138***	-0.379**	0.010	0.293	0.214
	t-6	0.621	0.665**	-0.165	0.755**	-1.233***	-0.541***	-0.393**	0.214	0.075
	t-7	0.758	0.797***	-0.362	0.912***	-1.132***	-0.709***	-0.884***	0.431	-0.010
	t-8	0.737	0.684***	-0.410	0.638**	-0.444	-0.575***	-0.976***	0.188	-0.233
	t-9	0.705	0.709***	-0.007	0.217	0.217	-0.485***	-0.856***	0.279	-0.117
	t-10	0.672	0.416*	0.702**	-0.153	1.114***	-0.186	-0.238	-0.141	-0.041
	t-11	0.692	0.437*	1.129***	-0.276	1.226***	-0.094	0.119	-0.076	0.194
	t-12	0.602	0.177	1.105***	-0.124	1.179***	0.122	0.516*	-0.496	0.073

- 종속변수 : 제1차 철강산업 부도율 * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$



〈그림 6〉 철강산업 제조업 공급·수요위험 종합요인의 최대 위험 시점



〈그림 7〉 철강산업 제조업 공급·수요위험 종합요인의 R²

4.4 철강산업 유통업 위험 분석

철강산업 유통업의 위험 선행 예측은 <그림 1>에 제시된 철강산업 공급사슬 네트워크 구조에 기반하였다. 공급위험 요인으로 원료산업인 철광석 산업의 수입물가지수와 석탄산업의 유연탄 국내 판매가격, 그리고 외부환경위험인 환율을 이용하였으며, 종속변수는 철강산업 중 유통업을 대표할 수 있는 지표인 철강제품 도소매업의 부도율을 투입하였으며 단순회귀분석을 실시하여 <표 7>의 결과를 도출하였다. 분석 결과 철광석 수입물가지수의 경우 t-1시점($R^2 = 0.373, \beta = 0.611$)에서,

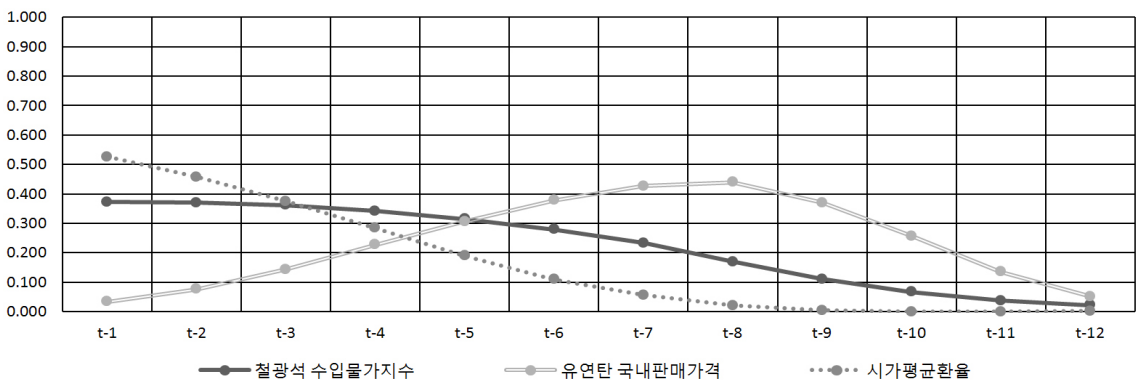
유연탄 국내 판매가격은 t-8시점($R^2 = 0.427, \beta = 0.654$)에서, 환율은 t-1시점($R^2 = 0.526, \beta = 0.725$)에서 가장 효과적으로 위험을 예측할 수 있는 시점으로 나타났다.

<그림 8>과 <그림 9>는 각 위험요인들의 철강산업 부도율에 대한 설명력(R^2)의 크기와 방향성을 나타내는 β 값을 시점별로 나타내어 위험 예측 유효성의 크기를 나타낸다. 철광석의 수입물가지수는 가까운 시점에서 정(+의 관계로 위험을 나타내고 있으며, 유연탄 국내 판매가격은 중간 시점에서 정(+의 관계를, 환율은 가까운 시점에서 정(+의 관계를 보이고 있다.

<표 7> 철강산업 유통업 위험 지표 별 단순회귀분석결과

위험요인		철광석산업		석탄산업		환율	
분석지표		철광석 수입물가지수		유연탄 국내 판매가격		시가평균환율	
		R^2	β	R^2	β	R^2	β
시점	t-1	0.373	0.611***	0.034	0.185	0.526	0.725***
	t-2	0.370	0.608***	0.076	0.277**	0.458	0.677***
	t-3	0.362	0.602***	0.143	0.378***	0.375	0.612***
	t-4	0.342	0.585***	0.227	0.477***	0.284	0.533***
	t-5	0.315	0.561***	0.306	0.553***	0.190	0.436***
	t-6	0.279	0.529***	0.378	0.615***	0.109	0.330**
	t-7	0.233	0.483***	0.427	0.654***	0.056	0.236*
	t-8	0.170	0.412***	0.440	0.663***	0.021	0.146
	t-9	0.111	0.333**	0.370	0.608***	0.004	0.064
	t-10	0.067	0.259*	0.257	0.507***	0.000	0.013
	t-11	0.037	0.192	0.135	0.367**	0.000	0.005
	t-12	0.022	0.149	0.051	0.226	0.002	0.043

- 종속변수 : 금속광물 및 1차 금속제품 도매업 부도율 * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$



<그림 8> 철강산업 유통업 공급위험 요인의 시점별 R^2

4.5 철강산업 유통업 위험 종합분석

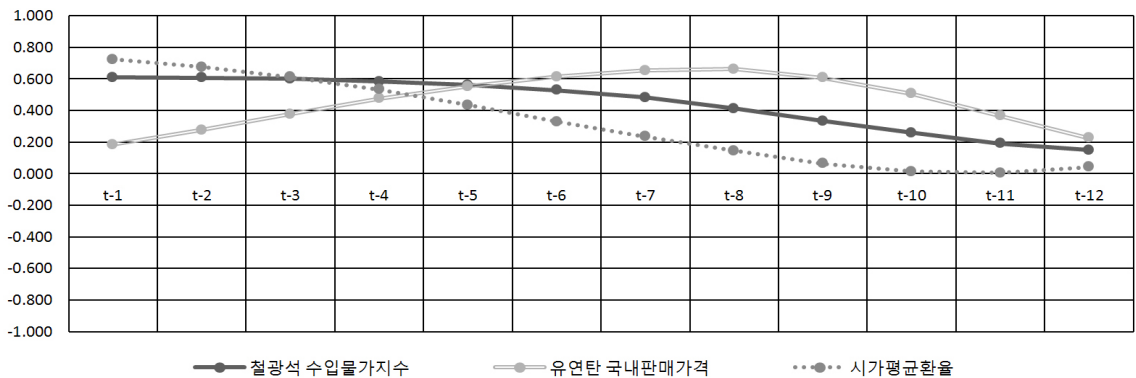
마지막으로 철강산업 유통업의 위험요인을 종합하여 어떤 시점에서 가장 큰 위험이 발생하며, 위험 정도의 패턴이 어떤 형태를 나타내고 있는지를 분석하였다. 앞선 철강산업 제조업 위험의 종합분석과 마찬가지로 위험요인이 동일한 시기에 발생한다는 가정을 실현하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 독립변수로는 철강산업 위험요인들인 철광석 수입물가지수와 유연탄의 국내 판매가격, 환율을 투입하였으며, 종속변수로 금속광물 및 1차 금속제품 도매업의 부도율을 투입하여 분석을 실시하였으며, 결과는 <표 8>에 제시하였다.

또한 <그림 10>을 통해 철강산업 유통업 위험 종합요인의 최대 위험 시점을 제시하였다. 이를 살펴보면 t-1시점에서 위험에 대한 조기 예측력에 대한 통계적 R^2 수치가 0.748로 가장 높았으며, 철광석 수입물가지수($\beta = 0.383$), 유연탄 국내 판매가격($\beta = 0.175$), 환율($\beta = 0.654$) 모두 t-1시점에서 위험에 종합적으로 영향을 미치는 유의한 요인으로 나타났다. <그림 10>의 결과를 종합하면, 철강산업 유통업 위험에 영향을 주는 요인과 이를 계량화한 경제지표의 예측력은 t시점에 가까운 시점에서 유효성이 높으며, t시점에서 멀어질수록 조기에 예측력은 낮아지는 형태가 파악되었다.

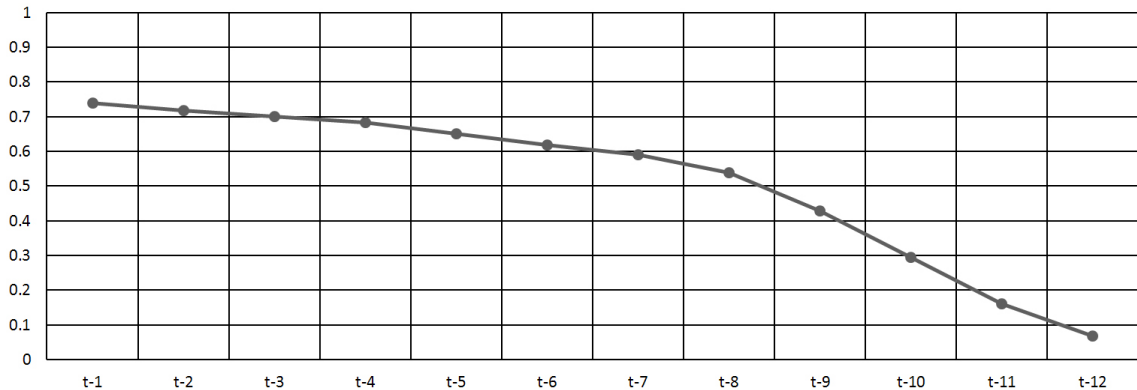
<표 8> 철강산업 유통업 위험 종합요인 다중회귀분석결과

위험요인		철광석산업	석탄산업	환율	
경제지표		철광석 수입물가지수	유연탄 국내 판매가격	시가평균환율	
		β	β	β	
시점	t-1	0.740	0.383***	0.175**	0.654***
	t-2	0.717	0.357***	0.275***	0.628***
	t-3	0.700	0.327***	0.382***	0.586***
	t-4	0.683	0.293***	0.483***	0.527***
	t-5	0.650	0.272***	0.554***	0.438***
	t-6	0.619	0.259**	0.605***	0.334***
	t-7	0.591	0.244**	0.638***	0.240**
	t-8	0.539	0.217*	0.644***	0.153
	t-9	0.428	0.206	0.583***	0.061
	t-10	0.295	0.195	0.481***	-0.005
	t-11	0.160	0.168	0.347**	-0.024
	t-12	0.069	0.125	0.219	0.012

- 종속변수 : 금속광물 및 1차 금속제품 도매업 부도율 * $p < .10$, ** $p < .05$, *** $p < .01$



<그림 9> 철강산업 유통업 공급위험 요인의 시점별 β



〈그림 10〉 철강산업 유통업 위험 종합요인의 R^2

5. 결 언

본 연구에서는 공급사슬 관점에서 특정산업의 위험을 예측하는 시도를 하였으며, 철강산업을 대상으로 실증 분석 결과를 제시하였다. 철강산업의 위험은 부도위험으로 계량화하였으며, 철강산업 위험에 영향을 미치는 공급사슬 상에 위치하고 있는 산업은 산업연관분석표에 의하여 파악하였다. 공급사슬 전후방에 위치는 산업의 어떠한 경제동향이 철강산업 위험에 선행적으로 영향을 미칠 수 있는가를 논리적 전개를 통하여 파악하였고, 이들 영향요인의 계량화를 위하여 정부에서 발간하는 각종 거시경제지표를 선정하고 실증 분석에 이용하였다.

실증 분석 결과 철강제조업 경우, 7개월 전 시점에서 유효한 경제지표의 선택적 집합은 철강산업 위험수준(부도율)에 대한 조기에측력이 통계적 R^2 수치 기준으로 0.758로 나타났고, 1개월 전 시점부터 12개월 전 시점까지의 시계열 분석 결과의 통계적 R^2 수치는 0.571에서 0.758로 매우 효과적인 예측력이 있는 것으로 파악되었다. 한편 철강유통산업의 경우 t-1시점에서 R^2 가 0.740으로 가장 높으며 t-6시점에서는 0.619로 저하되게 나타나 차별화된 시사점을 제공하고 있다.

본 연구는 재무제표의 항목과 기업단위로 진

행된 기존의 부도위험 예측연구를 산업 단위로 확장하고 산업연관분석 이론에 근거한 경제지표를 이용한 데 학문적 공헌점이 있다. 실무적 관점에서는 정부에서 제공하는 공개적 경제통계 지표에 기반 한 예측모형을 제시함으로써 금융기관에서 특정 기업이나 기업이 속한 산업의 위험 수준을 상세한 기업의 예측 재무 데이터 없이 선행적으로 분석할 수 있는 방법론을 제시한 데 있다.

본 연구의 한계점은 분석 대상으로 선택한 철강산업 공급사슬의 관련 산업을 모두 포함하지 않고 제한적으로 산업연관표에서 나타난 대표적 산업 군으로 제한 한 데 있으며, 또한 실증분석 중심의 탐색적 연구의 근원적 한계인 관련 연구 문헌이 부족한 점이다. 그러나 분석 데이터 분량의 지나친 확대는 연구에서 파악하고자 공급사슬 위험의 계량화에 대한 검증력을 약화 시킬 우려가 있으며, 철강산업의 제조업과 유통업의 다소 차별화된 결과는 본 연구 목적을 충분히 달성하였다 할 수 있다. 또한 관련 연구 문헌의 탐색 또한 복합학문적(interdisciplinary) 관점에서 향후 더욱 탐색하여 이론적 기반을 확고히 해야 할 것이다.

본 연구에서 실행한 실증분석 결과는 공급사슬 관점에서의 기업 위험 분석 방법론은 기존에 재무제표 중심으로 진행되어 온 기업 부도위험

모형과 함께 결합되어 사용될 경우, 실무적으로 유용한 기업 부도 예측이 가능하다. 이와 더불어 본 연구 결과는 최근 경영학의 하나의 트렌드가 된 빅데이터를 사용하여 기업의 부도위험을 분석하고자할 때 나아가야 할 방향에 유용한 시사점을 제공하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김락상, “인공신경망을 이용한 기업 도산 예측”, *한국동서경제연구*, 제16권 제1호, 2004, pp. 65-80.
- [2] 김무형, 임대봉, “환율 및 유가변동의 철강산업에의 파급효과 분석”, *산업경제연구*, 제20권 제2호, 2007, pp. 455-474.
- [3] 김유진, “2010년 국내 철강업계에 영향을 미치는 주요 이슈 점검 및 영향 분석 : 중국철강 시장 변화와 환율변동을 중심으로”, *하나금융산업연구*, 제2호, 2010, pp. 1-28.
- [4] 김지웅, 허 준, 김장일, “빅데이터의 금융기관 활용 사례”, *전자공학회지*, 제40권 제8호, 2013, pp. 49-54.
- [5] 박상규, 오정현, “신제품 수요예측을 위하여 누적자료를 활용한 회귀모형에 관한 연구”, *한국데이터정보과학회지*, 제20권 제1호, 2004, pp. 117-124.
- [6] 윤성훈, “환율변화가 품목별 수출에 미치는 영향”, *한국은행 금융경제연구*, 222호, 2005, pp. 1-37.
- [7] 이근영, “국제 원자재 가격이 국내물가에 미치는 영향”, *ITBI Review*, 제17권 제1호, 2011, pp. 75-105.
- [8] 이기동, “데이터마이닝 기법의 기업도산 예측 실증분석”, *한국경영과학회*, 제28권 제2호, 2003, pp. 105-126.
- [9] 이상수, 빅데이터 분석을 위한 R프로그래밍으로 배우는 기계학습, 좋은땅출판사, 2013.
- [10] 이인규, *2008년 산업연관표로 본 한국경제*, 2010, 한국은행.
- [11] 조영임, “빅데이터의 이해와 주요 이슈들”, *한국지역정보학회지*, 제16권 제3호, 2013, pp. 43-65.
- [12] 최동용, “철강산업의 산업연관효과 분석”, *POSRI 경영연구*, 제7권 제1호, 2007, pp. 29-45.
- [13] 통계청, *한국표준산업분류*, 2008.
- [14] 통계청, *기업활동조사용 산업(업종) 및 국가분류표*, 2010.
- [15] 통계청, *통계용어·지표의 이해*, 2010.
- [16] 한국은행, *산업연관분석해설*, 2007.
- [17] 한국은행, *알기쉬운 경제지표해설*, 2010.
- [18] 한국철강협회, www.kosa.or.kr.
- [19] 한기주, 광대중, 이진면, 전재완, “국제 에너지 가격 변동이 국내 제조업에 미치는 영향 분석”, *산업연구원*, 제518호, 2006, pp. 1-233.
- [20] 황규희, 김현수, 김상진, 이상돈, “철강산업의 녹색화에 대응한 기술 인력 양성 방안”, *한국직업능력개발원*, 2010, pp. 1-231.
- [21] Global steel, *A new world, a new strategy*, ERNST and YOUNG, 2013.
- [22] Jüttner, U., “Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective”, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 16, No. 1, 2005, pp. 120-141.
- [23] Kaplan, R. S. and Norton, D. P., “The balanced scorecard : measures that drive performance”, *Harvard Business Review*, Vol. 70, No. 1, 1992, pp. 71-79.
- [24] Mason-Jones, R. and Towill, D. R., “Shrinking the supply chain uncertainty circle”, *Institute of Operations Managements Control Journal*, Vol. 24, No. 7, 1998, pp. 17-23.

- [25] Porter, M. E., *Competitive Strategy : Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, New York : Free Press, 1980.
- [26] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. and Simchi-Levi, E., *Designing and Managing the Supply Chain*, McGraw-Hill Co, Inc, 2007.
- [27] Svensson, G., "A conceptual framework of vulnerability in firms' inbound and outbound logistics flows", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 32 No. 2, 2002, pp. 110-134.
- [28] Zsidisin, G., Panelli, A., and Upton, R., "Purchasing organization involvement in risk assessments, contingency plans, and risk management : an exploratory study", *Supply Chain Management*, Vol. 5, No. 4, 2000, pp. 187-198.

■ 저자소개



박근영

한양대학교에서 경영학 석사(생산서비스경영 전공)학위를 취득하였으며, 현재 동 대학교에서 경영학 박사과정(생산서비스경영 전공)을 수료중이다. 주요 관심분야는 오퍼레이션 관리, SCM, 경영과학 등이다.



한현수

서울대학교 산업공학과를 졸업하고 KAIST에서 경영과학과 석사, 미국 매사추세츠 대학에서 경영학 박사학위를 취득하였고 현재 한양대학교 경영학과 교수로 재직 중이다. 주요 논문은 Decision Support Systems, Information and Management, International Journal of Technology Management, International Journal of Satellite Communications and Networking, International Journal of Operations and Quantitative Management, European Journal of Operational Research, Annals of Operations Research, Integer Programming and Combinatorial Optimization, Handbook of Research on Telecommunications Planning and Management for Business, International Journal of innovation and Technology Management 등 국내·외 학술지에 게재되었다. 주요 관심분야는 ICT 기반 산업융합, 공급사슬관리, 오퍼레이션 전략, 빅데이터 응용, 중소기업 정보화 등이다.