

콕스 비례위험 모형을 이용한 중소기업의 업종별 생존율 및 생존요인 분석[†]

박진경¹ · 오광호² · 김민수³

¹²³ 전남대학교 통계학과

접수 2012년 1월 4일, 수정 2012년 2월 7일, 게재확정 2012년 3월 5일

요 약

최근 글로벌 금융위기와 중소기업들의 연이은 도산으로 인해 국내 중소기업들의 구조조정에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 신용보증기금에 등록된 중소기업 자료에 대하여 업종별 생존율 동향을 비교분석하였다. 이때 생존율의 차이는 로그순위 검정과 윌콕슨의 검정통계량을 사용하여 분석하였다. 또한 재무변수들을 이용하여 중소기업의 업종별 콕스 회귀분석을 실시하였다. 그 결과, 도소매업과 서비스업이 경공업과 중공업, 건설업에 비하여 생존율이 높았으며, 건설업의 경우 생존율이 가장 낮음을 알 수 있었다. 또한, 업종별로 유의한 재무변수를 살펴보면, 건설업은 자기자본비율, 유동비율이 커질수록 부도율이 감소하는 반면에 차입금의존도가 커질수록 부도율이 증가하였다. 경공업은 자기자본비율, 총자산 순이익률이 커질수록, 도소매업은 자기자본비율, 유동비율이 커질수록 부도율이 감소하였다. 중공업은 자기자본비율, 총자산 순이익률, 유동비율이 커질수록 부도율이 감소하였지만 결합지표가 커질수록 부도율이 증가하였다. 마지막으로, 서비스업은 유동비율이 커질수록 부도율이 감소하였다.

주요용어: 로그순위 검정, 생존분석, 윌콕슨 검정, 중소기업, 콕스 회귀모형.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근의 글로벌 금융위기와 중소기업들의 연이은 도산은 금융기관의 동반부실을 가져왔고 공적자금 투입 등의 여러 가지 문제점을 낳고 있으며, 이러한 배경에서 따라 국내 중소기업들의 구조조정에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 특히 중소기업에 관한 연구는 중소기업의 활동현황, 자금, 인력 및 경영실태 등에 대한 내용을 조사하여 이들의 현황과 변동추이를 정확하게 파악함으로써 정부 및 유관기관의 중소기업 지원정책 수립과 구조개선에 필요한 기초자료로 제공된다 (염창선 등, 2008). 또한, 중소기업연구는 고용의 상당부분을 차지해 국민 생활 안정에 직접적으로 매우 중요한 역할을 하고 있으므로 중소기업과 관련된 많은 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 해마다 끊임없이 축적되는 중소기업 자료 중에서 정상기업과 부도기업의 재무변수들을 이용하여 업종별 생존율의 차이를 비교분석하고 나아가 생존율에 영향을 미치는 업종별 주요 재무변수를

[†] 이 논문은 2011년 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

¹ (500-757) 광주광역시 북구 용봉동 300번지, 전남대학교 통계학과, 박사과정.

² (500-757) 광주광역시 북구 용봉동 300번지, 전남대학교 통계학과, 석사.

³ 교신저자: (500-757) 광주광역시 북구 용봉동 300번지, 전남대학교 통계학과, 부교수.

E-mail: kimms@chonnam.ac.kr

찾아내고자 한다. 이에 신용보증기금에 등록된 1987년 1월 1일부터 2002년 12월 31일까지의 중소기업의 자료를 이용하였다.

기업의 생존에 관한 연구는 크게 생존율의 변화에 관한 연구와 생존요인에 관한 연구 그리고 기업의 생존요인 모형개발에 관한 연구로 구분할 수 있다. 생존율의 변화와 생존요인에 관한 연구는 염창선과 홍재범 (2008), 남재우 등 (2000년), 박진경 등 (2010)은 재무변수를 이용해 기업의 생존율과 생존요인을 분석하였으며, 정영순과 송연경 (2008), 이병기와 신광철 (2005)은 성별, 경제상황, 창업유형, 창업업종, 기업규모, 시장 진입률, 시장 집중도 등 재무비율 이외의 설명변수로 생존율과 생존요인을 분석하였다. 기업의 생존요인 모형개발에 관한 연구로는 로지스틱 회귀모형을 추정한 이원재 (2003), 최승빈 (2003), 홍종선과 정민섭 (2011)의 연구와 콕스 회귀모형을 통한 생존함수 추정량 연구인 차영준 (1993)의 연구가 있으며, 콕스 회귀모형을 통한 기업비교 연구인 나상균 등 (2007)의 연구가 있다. 또한, 비모수적 베이지안 추정량을 이용한 생존함수를 추정한 이인석 등 (1994)의 연구와 콕스 모형을 이용하여 표본 탈락에 영향을 주는 요인을 분석한 이상협 등 (2011)의 연구, 콕스 모형을 이용한 조건부 평균 잔여 수명함수를 추정한 이원기 등 (2011)의 연구를 들 수 있다. 이상의 연구들은 기업의 생존율 또는 생존요인 등을 분석하고 주요 요인들을 밝힌 점에서 의미가 있으나, 본 연구는 중소기업에 초점을 두고 분석하였다.

본 논문은 기존의 연구에 한계점이었던 분석에 사용한 소규모의 기업 수 문제와 짧은 분석 기간 설정으로 인한 정확도를 떨어뜨릴 가능성을 극복하고자 하였다. 이에 본 논문에서는 1987년부터 2002년까지, 즉 16년간의 신용보증기금에 등록된 중소기업의 생존기간 자료를 이용해 업종별 생존율을 살펴보았으며, 생존율에 영향을 미치는 주요 재무변수들을 이용한 업종별 콕스회귀모형을 추정해 보았다. 다음으로 선행연구들은 기업들을 업종별로 구분하지 않고 분석하였으므로, 본 논문에서는 각 업종별로 구분하여 분석하였다. 기업들을 업종별로 나눈 이유는 부도의 형태와 원인이 업종별로 다른 추이를 보일 것으로 추측되기 때문이다. 이러한 성질을 무시하고 모든 기업들을 단순히 기업과 부도기업으로 나누어 부도확률모형을 추정할 경우, 업종별 특성이 무시되어 올바른 모수 추정이 되지 않을 것이다. 본 논문에서는 위의 특성들을 고려하여 생존분석을 실시하였다.

1.2. 연구의 방법과 범위

중소기업의 업종에 따른 생존율 추이와 업종별로 부도율에 영향을 미치는 주요 재무변수들을 선별하기 위해 생존분석 기법을 활용하였다. 생존분석에서의 생존 자료는 창업으로부터 부도라는 사건이 발생한 시점까지의 기간 즉, 생존 기간을 의미하며, 생존분석은 이러한 생존 기간의 자료를 분석하여 사건 발생의 위험률을 산출하는 것이다. 본 연구에서 창업 기업의 시작점은 1987년부터 신용보증기금에 등록된 중소기업들에 대한 부도가 발생한 시점이며, 생존율 비교를 위해 업종별로 경공업, 중공업, 건설업, 도소매, 서비스업으로 구분하고 2002년까지의 생존 자료를 비교해 보았다. 이에 생존곡선이 통계적으로 유의한 차이를 보이는가를 검정하기 위해 $\log(t)$ 에 대한 LLS (log-log survival function) plot을 작성하여 적절한 통계분석법을 선정하였다. 만약, 어떤 생존곡선의 LLS plot이 직선적이라는 뜻은 그 생존곡선이 와이블 분포 (Weibull-distribution)를 근사적으로 따른다는 것을 의미하므로, 이런 경우에는 통계 검정법 중 로그 순위 (log-rank) 검정법이나 윌콕슨 (Wilcoxon) 검정법을 사용함이 권장된다 (유근영, 1998). 가장 일반적인 검정법으로 로그-순위 검정법은 독립된 두 군 (또는 여러 군)의 생존 확률을 총괄적으로 비교하는데 쓰이는 비모수적 검정법이다. 로그-순위 검정법이 특히 생존 곡선이 비례적인 형태를 보일 때에만 적용할 수 있는 검정이라면, 윌콕슨 검정법은 생존 곡선이 서로 엇갈리는 형태를 보일 때에 더 나은 검정결과를 보여주는 검정법이다. 또한, 로그-순위 검정법이 모든 시점의 평균을 단순 합산시켜 계산한 검정통계량이라면, 윌콕슨 검정법은 초기 사망에 더 큰 비중을 두어 두 군 (또는 여

러 군)의 생존 확률을 비교하고자할 경우 각 사망시점에서 두 군 (또는 여러 군)의 총 대상자수로 가중합하여 검정통계량을 계산한다 (박진경, 2010). 따라서 본 논문 역시 두 가지 검정법을 모두 고려하였다.

다음으로 업종별로 부도율에 영향을 미치는 주요 재무변수들을 알아보고 각 업종에 적합한 생존 모형을 찾기 위해 단계적 변수 선택법 (Stepwise Method)을 이용한 콕스 회귀분석을 실시하였다. 콕스 회귀분석은 생존시간에 대해 어떠한 분포형태도 가정하지 않으므로 비모수적인 분석이지만, 모형에 근거하여 회귀계수를 추정한다는 점이 모수적방법과 유사하다. 본 논문에서는 콕스 회귀분석법으로 부도율에 영향을 미치는 업종별 주요 재무변수의 효과를 추정하였다. 이때 본 논문에서는 설명변수로 사용된 재무변수들에 대해서 실제 금액에 근거한 재무비율을 산출하는 것 자체에 의의를 두고 분석하였다.

제 1절 서론에서는 연구의 배경과 목적, 방법에 대해 기술하였고, 제 2절 실증분석에서는 연구표본 및 업종별 생존율을 알아보았으며 콕스 회귀분석을 이용하여 부도율에 영향을 미치는 재무변수를 추정하였다. 제 3절 결론에서는 본 논문의 결과를 요약하였으며, 연구의 한계점 및 향후 연구 방향에 대해 기술하였다.

2. 실증분석

2.1. 연구표본

본 연구는 1987년 1월 1일부터 1996년 12월 31일까지의 신용보증기금에 등록된 중소기업의 생존 자료를 추적 대상으로 하였으며, 연구의 마감은 2002년 12월 31일로 정하였다. 따라서 생존 기업의 생존시간은 연구종료 시점인 2002년 12월 31일에서 연구시작점인 1987년 1월 1일을 뺀 200개월 (16년)로 하였으며, 부실기업의 생존기간은 실제 부도일자에서 연구시작점인 1987년 1월 1을 빼서 계산하므로 최소 72개월 (6년)이 된다. 또한, 업종별로 경공업, 중공업, 건설업, 도소매업, 서비스업의 5그룹으로 분류하였으며, 2009년 12월에 개정된 제 9차 한국표준산업분류 증분류 기준을 사용하였다 (표 2.1).

표 2.1 업종군 구분의 세부내용

업종군	비고
건설업	종합 건설업, 전문직별 공사업, 부동산업 및 임대업
경공업	광업, 농업, 임업 및 어업, 수도 사업, 전기가스 및 수도 사업, 제조업 (음식료품, 담배, 섬유, 의복, 가죽, 모피, 가방, 신발, 목재, 인쇄)
도소매업	자동차 및 부품 판매업, 도매 및 상품중개업, 소매업 (자동차 제외)
중공업	제조 (경공업 이외의 제조업)
서비스업	운수업, 숙박 및 음식점업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업, 개인 서비스업

단, 금융 및 보험업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정은 평가제외대상으로 업종군 구분에서 제외함.

결과적으로 본 연구에서는 표 2.2의 정리 내용과 같이 총 50678개의 중소기업을 대상으로 하였으며, 그림2.1의 LLS plot에서 보이는 바와 같이 전 업종에 대해서 생존곡선의 LLS plot이 직선 형태를 보여 와이블 분포를 근사적으로 따르므로 본 논문에서는 로그 순위 검정법과 윌콕슨 검정법을 활용하였다. 그림2.1은 전체 기업 및 각 업종별 LLS plot을 개별적으로 분석한 자료이다.

마지막으로 표 2.3의 내용과 같이 부실기업의 요건은 다음의 요건에 하나라도 해당되면 부실기업으로 분류한다. 먼저, 1, 2에 해당하는 부실기업은 부실 징후 발생 후 어느 정도 시일 경과 후에 도산이 발생하는 것이 보통이며, 사실상 부실기업으로 정상적인 금융기관 거래가 어려운 기업에 해당된다. 또한 요건 3, 4, 5는 재무비율이 지나치게 반영되어 오히려 모형의 안정성을 저해시키므로 부실기업의 분석대상에서 제외하였다 (박진경, 2010). 특히, 기업이 인수합병 (M&A)되는 경우에는 인수 당시 회사의 부

도여부에 따라 기존 회사의 채무가 그대로 상계되는 경우와 파산 신청 후 인수 합병되는 경우로 나뉜다. 채무가 상계되는 경우는 인수된 회사의 추후 생존 여부에 따라 처리하였으며, 이미 기존 회사가 파산 신청한 경우에는 부도기업으로 분류하여 처리하였다. 마찬가지로 한국거래소 등에 상장되었다가 폐지되는 경우에는 신용보증사고 관리 규정에 의해 사고 기업으로 규제된 기업이므로 부실기업으로 간주하였다.

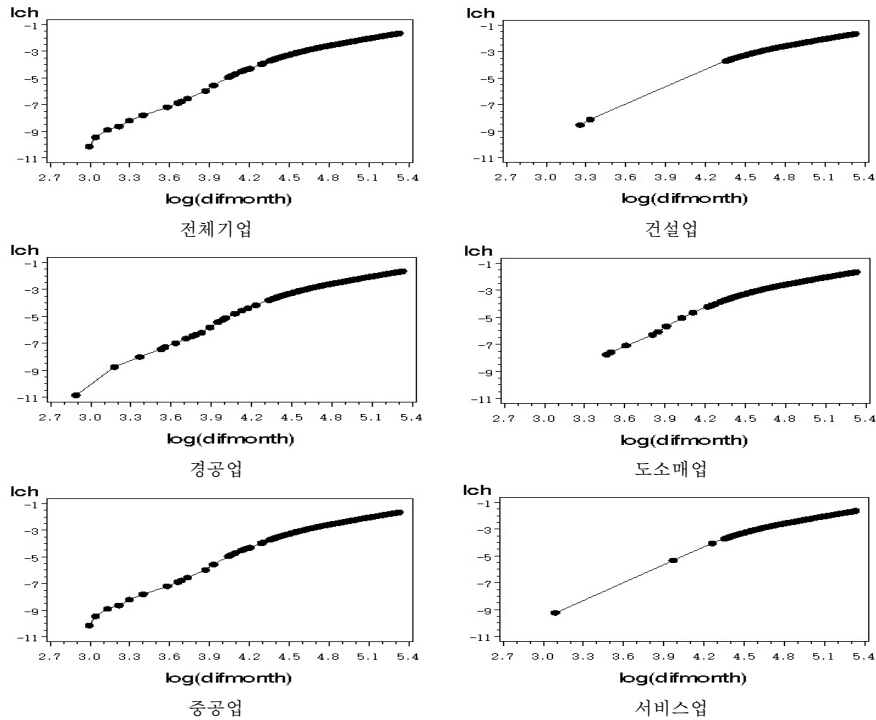


그림 2.1 LLS plot

표 2.2 업종별 기업 수 (단위: 기업)

업종별					전체
건설업	경공업	도소매업	중공업	서비스업	
7934	6920	19816	11616	4392	50678

표 2.3 부실기업의 정의

구분	분석 대상	분석 제외
내용	- 신용보증사고관리규정에 의해 사고 기업으로 규제된 사실이 있는 기업	- 최종연도 B/S상 자기자본 전액 잠식된 기업 - 영업활동 후 현금영업이익이 3개년연속 부인 기업
	- 금융기관 불량거래처로 등록된 사실이 있는 기업	- 당기순이익 3개년 연속 부인 기업
비고	기업평가모형 구축을 위한 부실기업 분석대상으로 평가모형 선정	평가 모형 구축시 분석대상에서 제외, 별도로 정하는 필터링 등급 부여

2.2. 업종별 생존율

중소기업의 업종별 생존율과 부도율을 표 2.4에 정리한 결과, 로그 순위 검정과 윌콕슨 검정의 유의 확률 값이 <0.0001로 유의수준 1%에서 매우 유의한 차이가 나타나는 것을 알 수 있다. 즉 업종별로 생존율이 다르다고 할 수 있으며, 이때 서비스업의 생존율이 가장 높은 것으로 나타났다. 본 논문의 대상인 전체 기업은 50678개 이며, 이 중에서 부도 기업은 4118개 이다. 또한, 생존자료 (혹은 절단자료)가 총 46560개로써 그 비율이 91.87%임을 알 수 있으며, 이는 대다수의 중소기업이 생존해 절단자료 (censored data)로 분류되었음을 알 수 있다.

표 2.4 업종별 생존율 분석 결과 (단위: 기업)

업종	생존율	부도율	전체
건설업	7,093 (89.4%)	841 (10.6%)	7,934 (100%)
경공업	6,247 (90.2%)	673 (9.8%)	6,920 (100%)
도소매업	18,482 (93.2%)	1,334 (6.8%)	19,816 (100%)
중공업	10,628 (91.4%)	988 (8.6%)	11,616 (100%)
서비스업	4,110 (93.5%)	282 (6.5%)	4,392 (100%)
전체	46560 (91.8%)	4118 (8.2%)	50,678 (100%)

로그-순위 = 150.4681 p<.0001 (df=2)
윌콕슨 = 114.1674 p<.0001 (df=2)

2.3. 콕스 회귀모형에서의 설명변수 선정

본 연구에서는 우리나라 기업의 유동성, 안전성, 수익성, 성장성, 자본적정성, 결합지표의 6가지 범주의 7가지 재무변수를 설명변수로 하고 기업의 부도여부에 대한 콕스 회귀모형 (Cox Regression Model)을 설정하였다. 이때 업종별로 부도율에 영향을 미치는 주요 재무변수들을 구별하여 각 업종에 적합한 생존모형을 제시하고자 하였다. 7가지 재무변수는 표 2.5를 제시하였다.

표 2.5 재무변수 산출 공식

범 주	산출 공식
1. 유동성	유동비율=(유동자산-유동부채)/자기자본비율
2. 안전성	1)차입금의존도=(장·단기·및·기타차입금+사채)/총자산×100
	2)고정비율=(고정자산/자기자본)×100
3. 수익성	총자산순이익률=(당기순이익/자산총계)×100
4. 성장성	유동부채증가율=(유동부채/자본총계)×100
5. 자본적정성	자기자본비율=(자본총계/자산총계)×100
6. 결합지표	재고자산회전율/매입채무회전율

유동성의 지표로써 고려된 유동비율은 단기간 (정상영업순환 또는 1년 이내)에 현금화될 것으로 예상되는 유동자산과 단기간에 지불기한이 도래한 부채와의 대비로, 기업의 단기적인 지불능력을 나타내며, 단기 채권자를 보호하기 위한 자금이라고 할 수 있다. 이 비율이 클수록 그만큼 기업의 재무 유동성은 크다.

안전성의 지표로써 차입금의존도 및 고정비율을 고려하였다. 이는 장기지급능력을 분석하는 것으로 기업의 타인자본의존도를 측정하는 지표이다. 다시 말해 채권자의 입장에서 소유자가 제공하는 자본은 채권자의 안전성을 나타내는 것이다. 안전성의 첫 번째로 차입금의존도는 기업재무구조의 건전도와 수익성을 가늠하는 지수로 활용되며, 그 수치가 낮을수록 해당기업의 재무구조와 수익성이 좋은 것으로 평가된다. 두 번째로 고정비율은 자본배분상태, 즉 자본의 고정화 정도를 표시하는 지표로써 자기자본이 자금의 회전이 낮은 고정자산에 얼마나 투자되어 있는가의 정도를 나타낸다. 이 비율이 작을 때는 자금의 안전성이 높아진다.

다음으로 수익성의 지표로써 고려된 총 자산 순이익률은 투자 수익률로 일반적으로 이 값은 각 요인에 따라 업종별로 차이가 많이 나타난다고 한다. 또한 총자산순이익률은 기업의 총자산에서 당기순이익을 얼마나 올렸는지를 가늠하는 지표로써 특정기업이 자산을 얼마나 효율적으로 운용했느냐를 나타내며, 이 비율이 클수록 기업의 수익성이 높아진다.

성장성의 지표로써 유동부채증가율은 단기간에 자원의 이전 또는 다른 부채의 발생으로 상환될 예정인 채무를 말한다. 따라서 그 비율이 작을수록 기업의 성장성은 높아진다. 다음으로 자본적정성의 지표로써 자기자본비율은 위험도를 감안한 해당 금융기관의 자산을 자기자본이 얼마나 커버할 수 있는가를 나타낸다. 자기자본비율은 원금과 이자에 대한 안전도를 보장하는 것으로 이 비율이 클수록 기업의 재무구조가 건전하다고 할 수 있다. 특히, 본모의 자산총계는 연초와 연말이 다를 수 있으므로 본 논문에서는 통상적인 방법인 평균 데이터를 사용하여 분석하였으며, 다른 범주에서도 같은 방법으로 분석 활용하였다.

마지막으로 결합지표로써 재고자산회전율을 매입채무회전율로 나눈 값으로 이때 재고자산회전율이란 연간 매출액을 평균재고자산으로 나눈 것으로 재고 자산이 현금으로 변화되는 속도를 나타낸다. 또한 매입채무회전율이란 매입채무의 변제속도를 표시해 주는 비율로 일정기간 중 매입채무가 몇 번 회전되는가를 나타내고 이 비율이 클수록 기업의 지급능력이 양호한 상태임을 나타낸다. 따라서 이들 두 비율의 비를 결합지표로 나타낼 경우, 이 비율이 클수록 기업이 전반적으로 건전상태라고 말할 수 있겠다. 단, 이때 설명변수로 사용된 각 재무변수들의 산출을 위한 기초 재무변수는 신용보증기금 규정의 의해 관리된 재무제표 데이터이며, 각 기업에 대해 사고를 기준으로 한 최종 회계연도의 자료이다.

2.4. 콕스 회귀모형의 분석

2.4.1. 콕스 회귀모형의 정의

콕스 회귀모형이란 생존과 관련된 여러 설명변수가 있을 때 생존에 영향을 미치는 여러 변수들을 동시에 알아보기 위해 사용되는 분석법이다. 생존시간에 대해 어떠한 분포형태도 가정하지 않으므로 비모수적인 분석이지만, 모형에 근거하여 회귀계수를 추정한다는 점이 모수적방법과 유사하여 준모수모형이라고 한다 (송혜향, 2001). 또한, 콕스 회귀모형은 t 시점에서의 로그(log)위험함수를 여러 설명변수들의 선형식으로 표현한다. 즉 만약 p 개의 설명변수가 있는 콕스 모형에서 i 번째 기업의 설명변수 값이 $x'_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ 이고, 회귀 모형계수가 $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ 이라면 콕스 모형은 다음 식으로 표현된다.

$$\begin{aligned} h_i(t) &= h_0(t) \exp(\beta' x_i) \\ &= h_0(t) \exp(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip}) \end{aligned}$$

여기서, $h_0(t)$ 는 기저위험함수를 의미하며, 위험함수에 미치는 여러 설명변수들의 영향이 전혀 없을 경우를 가정한다. 하지만 실제로 모든 수치가 0값을 가질 때는 불가능하므로 각 변수를 전체 기업들의 평균값으로 빼 변수로 다시 정의한다. 또한, 위험함수 (hazard function), 즉 $h(t)$ 는 다음 식과 같으며 t 시점까지 생존한 기업이 t 시점 바로 직후에 순간적으로 부도날 조건부 확률로 순간위험률이라고 하며, $S(t)$ 는 생존함수로 t 시점까지 부도가 나지 않은 건전한 기업일 확률이고, $f(t)$ 는 t 시점에 부도가 일어날 확률을 의미한다.

$$\begin{aligned} h(t) &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta t \mid T \geq t)}{\Delta t} \\ &= \frac{1}{\Pr(T \geq t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t} = \frac{f(t)}{S(t)} \end{aligned}$$

콕스 회귀모형은 비례적 위험함수 가정에서 출발함으로 콕스 비례 위험회귀모형 (Cox's Proportional Hazard Regression Model)이라고도 한다. 따라서, 콕스 회귀모형은 변수들이 비례성 가정을 만족하는지 여부를 판단하여야 한다. 비례성 가정에 대한 가장 쉬운 판단 방법은 LLS plot을 그려 시각적으로 검토하는 방법이 있으며, 좀 더 객관적인 방법으로 시간 의존적인 변수에 대한 검정통계량을 이용하여 판단할 수 있다 (송혜향, 2001). LLS plot을 그리는 방법은 이미 비례성 가정이 성립하는 공변수, x 에 대해 또 다른 공변수의 비례성 가정을 검토하는 경우에 사용하는 방법으로, t 에 대한 $\log(-\log S(t : \bar{x}))$ 의 그래프를 그려서 두 위험함수가 평행인지를 살펴보는 방법이다. 본 논문에서는 좀 더 객관적인 방법인 검정통계량을 이용하여 시간에 따라 변해가는 공변수 (x)들에 대해 시간 t 와 그 공변수들간의 교호작용이 추가된 모형을 고려하였다. 따라서 이 교호작용 항이 삽입된 모형에 대한 유의성 검정이 바로 위험 함수의 비례성 가정에 대한 검정인 셈이다. 또한, 추가적으로 변수 선택법 중에서 가장 선호되는 방법인 단계적 선택법 (Stepwise Method)을 이용하여 업종별로 삽입된 변수들의 유의성 여부를 살펴보았다.

2.4.2. 콕스 회귀모형에서 β 의 추정과 검정

회귀계수 β 의 추정법은 최대우도함수 추정방법으로 먼저 우도함수를 정하고, 정해진 우도함수가 최대가 되도록 하는 $\hat{\beta}$ 을 추정 값으로 한다. 이때 우도함수식은 아래 식과 같으며, z_i 는 i 번째 기업의 공변량 벡터이며, t_i ($t_1 < t_2 < \dots < t_k$)는 i 번째 기업의 부도난 시점이다. 또한 d_i 는 시점 t_i 에서 부도난 기업수이다. R_i 를 시점 t_i 에서 바로 직전에 위험에 노출된 기업들의 집합 (Risk Set)이라고 할 때, 아래 식에서 사용된 R_i^* 는 부도 혹은 절단시점이 t_i 보다 크거나, 절단시점이 t_i 인 기업들의 집합을 의미한다 (송혜향, 2001).

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^k \left\{ \int_0^{t_i} \prod_{j=1}^{d_i} \left[1 - \exp \left(- \frac{\exp(z_j' \beta)}{\sum_{l \in R_i^*} \exp(z_l' \beta)} t \right) \right] \exp(-t) dt \right\}$$

이렇게 구한 우도함수, 즉 $L(\beta)$ 에 대한 로그우도함수를 $\log L(\beta)$ 라 할 때, 다음의 식 $\partial l(\beta)/\partial \beta = 0$ 을 만족하는 $\hat{\beta}$ 이 최대 우도함수 추정치이다. 콕스 비례위험모형에서 p 개의 모수 추정치에 대한 가설 검정, 즉 $H_0 : \beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p) = 0$ 으로 모든 공변량의 동시적인 검정방법으로 가장 대표적인 것이 우도비 (LR) 검정이 있으며, 이외에도 월드 (Wald) 검정이나 스코어 (score) 검정이 있다. 특히 우도비 검정은 공변량을 설정한 경우와 설정하지 않은 경우를 살펴봐서 설정한 모형이 타당한가를 검정한다. 이때 세 검정에 대한 검정 결과는 비슷하며, 이들 검정통계량은 모두 자유도 p 의 카이제곱분포를 이용하여 검정한다. 본 논문에서는 가장 대표적인 검정법인 우도비 검정을 통해 공변량의 동시적인 설정이 의미가 있는 것인지 설명해 보고자 하였다.

2.4.3. 업종별 콕스 회귀분석

본 연구에서는 우리나라 기업의 유동성, 안전성, 수익성, 성장성, 자본적정성, 결합지표의 6가지 범주의 7가지 재무변수들을 설명변수로 정하였다. 먼저, 교호작용 항이 삽입된 모형을 통해 시간 의존적인 설명변수의 여부를 살펴보았으며, 다음으로 변수 선택법 중에서 가장 선호되는 방법인 단계적 선택법을 이용하여 유의한 콕스 모형의 변수를 선정하였다.

1) 건설업 콕스 회귀분석 결과

표 2.6는 건설업에서의 콕스 회귀분석 결과이다. 건설업의 경우, 총 건설업 수는 7934개, 그 중 부도난 기업 수는 841개였다. 모형 설정의 타당도 검정방법으로 우도비 통계량 (LR)값이 94.9357이며, 유의 확률 값이 <0.0001로 유의수준 1%에서 공변량 설정이 의미가 있는 것으로 나타났다. 또한, 모형 설정

표 2.6 건설업 콕스 회귀분석 결과

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
변수	자유도	회귀계수	표준오차	카이제곱 값	유의확률값
자기자본비율 (x_1)	1	-0.00600	0.0004806	155.7064	<.0001
차입금 의존도 (x_2)	1	1.89579E-7	5.71998E-8	10.9848	0.0009
유동비율 (x_3)	1	-0.0000521	0.0000112	21.8066	<.0001
Summary of the number of event and censored values (단위: 기업)					
전체	부도	절단됨	절단율 (%)		
7934	841	7093	89.40		
Model fit statistics					
기준	without covariates		with covariates		
-2 LOG L	14155.080		14060.144		
AIC	14155.080		14066.144		
SBC	14155.080		14080.348		
Testing global null hypothesis : $\beta = 0$					
검정통계량	카이제곱 값	자유도	유의확률값		
Likelihood Ratio	94.9357	3	<.0001		
Score	133.3939	3	<.0001		
Wald	183.3235	3	<.0001		

에 앞서 시간 의존적인 변수는 없었으며, 단계적 선택법으로 유의한 변수만을 추출한 결과, 자기자본비율, 차입금 의존도, 유동성의 유의확률 값이 유의수준 1%에서 매우 유의하게 나타났다. 모수 추정치의 부호가 차입금 의존도만 양의 부호이고, 나머지는 모두 음의 부호이기 때문에 즉, 자기자본비율, 유동비율이 커질수록 부도의 위험성이 작아지는 반면에, 차입금 의존도가 커질수록 부도의 위험성이 커짐을 알 수 있었다. 다시 말해 자기자본비율이 증가할수록 부도율이 낮아지며 유동비율이 증가할수록 부도율이 낮아짐을 의미한다. 반면 차입금 의존도 즉, 장·단기 및 기타차입금과 사채가 증가할수록 부도율이 높아진다. 구체적으로 살펴보면 설명변수들이 거의 0 (zero) 추정치를 갖지만, 가장 크게 영향을 미치는 변수로 자기자본비율이 1% 증가함에 따라 부도위험률은 0.6%만큼 감소한다고 말할 수 있다. 결론적으로 건설업의 콕스 회귀모형 추정 식은 다음과 같다.

$$h(t) = h_0(t) \exp(-0.00600x_1 + (1.89579E-7)x_2 - 0.0000521x_3)$$

2) 경공업 콕스 회귀분석 결과

표 2.7은 경공업 콕스회귀 분석결과로, 총 경공업 수는 6920개, 그 중 부도난 기업 수는 673개였다. 모형 설정에 대한 검정으로 LR값이 46.9129, 유의확률 값이 <0.0001로 유의수준 1%에서 공변량 설정이 의미가 있는 것으로 나타났다. 또한, 모형 설정에 앞서 시간 의존적인 변수는 없었으며, 7개의 재무 변수를 단계적 선택법으로 유의한 변수만을 추출한 결과, 자기자본비율과 총자산 순이익률의 유의확률 값이 각각 <.0001, 0.0042로 유의수준 1%에서 매우 유의하게 나타났다. 모수 추정치의 부호가 모두 음의 부호이기 때문에 즉, 자기자본비율, 총자산 순이익률이 커질수록 부도의 위험성이 작아짐을 나타낸다. 다시 말해 자기자본비율이 증가할수록 부도율이 낮아지며 총자산 순이익률의 경우 역시 증가할수록 부도율이 낮아짐을 의미한다. 역시 구체적으로 살펴보면 설명변수들이 거의 0 (zero) 추정치를 갖지만, 자기자본비율이 1% 증가함에 따라 부도위험률은 0.2%만큼, 총자산순이익률이 1% 증가함에 따라 부도위험률이 0.3%만큼 감소한다고 말할 수 있다. 결론적으로 경공업의 콕스 회귀모형 추정 식은 다음과 같다.

$$h(t) = h_0(t) \exp(-0.00266x_1 - 0.00359x_2)$$

표 2.7 경공업의 콕스 회귀분석 결과

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
변수	자유도	회귀계수	표준오차	카이제곱 값	유의확률값
자기자본비율 (x_1)	1	-0.00266	0.0003849	47.5865	<.0001
총자산순이익률 (x_2)	1	-0.00359	0.00126	8.1794	0.0042
Summary of the number of event and censored values (단위: 기업)					
전체	부도	절단됨	절단율 (%)		
6920	673	6247	90.27		
Model fit statistics					
기준	without covariates		with covariates		
-2 LOG L	11268.896		11221.983		
AIC	11268.896		11225.983		
SBC	11268.896		11235.007		
Testing global null hypothesis : $\beta = 0$					
검정통계량	카이제곱 값	자유도	유의확률값		
Likelihood Ratio	46.9129	2	<.0001		
Score	107.7650	2	<.0001		
Wald	97.2528	2	<.0001		

3) 도소매업 콕스 회귀분석 결과

표 2.8은 도소매업에서의 콕스 회귀분석 결과이다. 총 도소매업 수는 19812개, 그 중 부도난 기업 수는 1333개였다. 모형 설정에 대한 검정으로 LR값이 73.9536이며 유의확률 값이 <0.0001로 유의수준 1%에서 공변량 설정이 의미가 있는 것으로 나타났다. 또한, 모형 설정에 앞서 시간 의존적인 변수는 없었으며, 7개의 재무변수를 단계적 선택법으로 유의한 변수만을 추출한 결과, 자기자본비율, 유동비율의 유의확률 값이 유의수준 1%에서 매우 유의하게 나타났다. 모수 추정치의 부호가 모두 음의 부호이기 때문에 즉, 자기자본비율, 유동비율이 커질수록 부도의 위험성이 작아짐을 알 수 있었다. 다시 말해 자기자본비율이 증가할수록 부도율이 낮아짐을 의미한다. 반면 유동비율이 증가할수록 부도율이 높아진다. 구체적으로 살펴보면 설명변수들이 거의 0 (zero) 추정치를 갖지만, 가장 크게 영향을 미치는 변수로 자기자본비율이 1% 증가함에 따라 부도위험률은 0.6%만큼 감소한다고 말할 수 있다. 결론적으로 도소매업의 콕스 회귀모형 추정 식은 다음과 같다.

$$h(t) = h_0(t) \exp(-0.00600x_1 + (1.89579E-7)x_2)$$

표 2.8 도소매업 콕스 회귀분석 결과

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
변수	자유도	회귀계수	표준오차	카이제곱 값	유의확률값
자기자본비율 (x_1)	1	-0.00600	0.0004806	155.7064	<.0001
차입금 의존도 (x_2)	1	1.89579E-7	5.71998E-8	10.9848	0.0009
Summary of the number of event and censored values (단위: 기업)					
전체	부도	절단됨	절단율 (%)		
19812	1333	18479	93.27		
Model fit statistics					
기준	without covariates		with covariates		
-2 LOG L	24897.650		24823.696		
AIC	24897.650		24827.696		
SBC	24897.650		24838.086		
Testing global null hypothesis : $\beta = 0$					
검정통계량	카이제곱 값	자유도	유의확률값		
Likelihood Ratio	73.9536	2	<.0001		
Score	23.8753	2	<.0001		
Wald	70.9433	2	<.0001		

4) 중공업 콕스 회귀분석 결과

표 2.9는 중공업에서의 콕스 회귀분석 결과이다. 중공업의 경우, 총 중공업 수는 10864개이며, 그 중 부도난 기업 수는 909개였다. 모형 설정에 대한 검정으로 LR값이 157.4496이며 유의확률 값이 <0.0001로 유의수준 1%에서 공변량 설정이 의미가 있는 것으로 나타났다. 역시, 모형 설정에 앞서 시간 의존적인 변수는 없었으며, 7개의 재무변수를 단계적 선택법으로 유의한 변수만을 추출한 결과, 자기 자본비율, 총자산 순이익률, 결합지표, 유동비율의 유의확률 값이 모두 0.0001보다 작아 유의수준 1%에서 매우 유의하게 나타났다. 모수 추정치의 부호가 결합지표만 양의 부호이고, 나머지는 모두 음의 부호이기 때문에 즉, 자기자본비율, 총자산 순이익률, 유동비율이 커질수록 부도의 위험성이 작아지는 반면에, 결합지표가 커질수록 부도의 위험성이 커짐을 알 수 있었다. 다시 말해 자기자본비율이 증가할수록 부도율이 낮아지며, 총자산 순이익률이 증가할수록 부도율이 낮아짐을 의미한다. 마찬가지로 유동비율이 증가할수록 부도율이 낮아진다. 반면 결합지표 값, 다시 말해 재고자산이 많을수록 부도의 위험성이 커진다는 것을 알 수 있었다. 구체적으로 살펴보면 설명변수들이 거의 0 (zero) 추정치를 갖지만, 가장 크게 영향을 미치는 변수로 자기자본비율이 1% 증가함에 따라 부도위험률은 0.5%만큼, 순이익률이 1% 증가함에 따라 부도위험률이 0.59%만큼 감소한다고 말할 수 있다. 또한 결론적으로 도소매업의 콕스 회귀모형 추정 식은 다음과 같다.

$$h(t) = h_0(t) \exp(-0.00512x_1 - 0.00593x_2 + 0.0008676x_3 - 0.0000717x_4)$$

표 2.9 중공업 콕스 회귀분석 결과

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
변수	자유도	회귀계수	표준오차	카이제곱 값	유의확률값
자기자본비율 (x_1)	1	-0.00512	0.0004698	118.9332	<.0001
총자산 이익률 (x_2)	1	-0.00593	0.00101	34.3465	<.0001
결합지표 (x_3)	1	0.0008676	0.0002459	12.4465	0.0004
유동비율 (x_4)	1	-0.0000717	0.0000123	34.0207	<.0001
Summary of the number of event and censored values (단위: 기업)					
전체	부도	절단됨	절단율 (%)		
10864	909	9955	91.63		
Model fit statistics					
기준	without covariates		with covariates		
-2 LOG L	15976.725		15819.275		
AIC	15976.725		15827.275		
SBC	15976.725		15846.524		
Testing global null hypothesis : $\beta = 0$					
검정통계량	카이제곱 값	자유도	유의확률값		
Likelihood Ratio	157.4496	4	<.0001		
Score	209.0061	4	<.0001		
Wald	241.6446	4	<.0001		

5) 서비스업 콕스 회귀분석 결과

표 2.10은 서비스업에서의 콕스 회귀분석 결과이다. 총 서비스업 수는 4391개, 그 중 부도난 기업 수는 282개였다. 모형 설정에 대한 검정으로 LR값이 27.9834이며 유의확률 값이 <0.0001로 유의수준 1%에서 공변량 설정이 의미가 있는 것으로 나타났다. 역시, 모형 설정에 앞서 시간 의존적인 변수는 없었으며, 7개의 재무변수를 단계적 선택법으로 유의한 변수만을 추출한 결과, 유동비율의 유의확률 값이 유의수준 1%에서 매우 유의하게 나타났다. 모수 추정치의 부호가 음의 부호이기 때문에 즉, 유동비율이 커질수록 부도의 위험성이 작아짐을 알 수 있었다. 즉 유동비율이 증가할수록 부도율이 낮아짐을

의미한다. 구체적으로 살펴보면 유동비율에 대한 추정치가 거의 0 (zero) 추정치를 갖지만, 유동비율이 1% 증가함에 따라 부도위험률은 0.007%만큼 감소한다고 말할 수 있다. 서비스업의 콕스 회귀모형 추정 식은 다음과 같다.

$$h(t) = h_0(t) \exp(-0.0000790x_1)$$

표 2.10 서비스업 콕스 회귀분석 결과

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
변수	자유도	회귀계수	표준오차	카이제곱 값	유의확률값
유동비율 (x_1)	1	-0.0000790	0.0000166	22.5691	<.0001
Summary of the number of event and censored values (단위: 기업)					
전체	부도	절단됨	절단율 (%)		
4391	282	4109	93.58		
Model fit statistics					
기준	without covariates		with covariates		
-2 LOG L	4455.573		4427.590		
AIC	4455.573		4429.590		
SBC	4455.573		4433.232		
Testing global null hypothesis : $\beta = 0$					
검정통계량	카이제곱 값	자유도	유의확률값		
Likelihood Ratio	27.9834	1	<.0001		
Score	6.5074	1	0.0107		
Wald	22.5691	1	<.0001		

3. 결론 및 토의

최근 글로벌 금융위기와 중소기업들의 연이은 도산으로 인해 중소기업들의 구조조정에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 이러한 배경에 따라 1987년 1월 1일부터 2002년 12월 31일까지 신용보증기금에 등록된 중소기업 자료를 이용해서 업종별 생존 동향을 비교 분석하였다. 또한 업종별로 중소기업의 콕스 비례위험모형을 설정하여 국내 중소기업의 생존요인을 분석하였다. 이에 본 논문에서는 각 그룹간의 통계적 차이를 검토하기 위하여 비모수적 기법인 로그-순위 검정법과 윌콕슨 검정법을 활용하였으며, 그 결과 두 검정의 유의확률 값이 <.0001로 유의수준 1%에서 매우 유의한 차이를 나타냄을 알 수 있었다. 특히, 도소매업과 서비스업이 건설업, 경공업, 중공업에 비해 생존율이 높았으며 건설업이 가장 생존율이 낮게 나타났다.

업종별 콕스 비례위험모형을 이용한 국내 중소기업의 생존요인을 분석에서는 유의한 변수선택방법으로 단계적 선택법을 적용하였다. 그 결과, 건설업은 자기자본비율, 유동성이 커질수록 부도율이 감소하는 반면에 차입금의존도가 커질수록 부도율이 증가하였으며, 경공업은 자기자본비율, 총자산 순이익률이 커질수록 부도율이 감소하였다. 도소매업은 자기자본비율, 유동성이 커질수록 부도율이 감소하였으며, 중공업은 자기자본비율, 총자산 순이익률, 유동성이 커질수록 부도율이 감소하였지만 결합지표가 커질수록 부도율이 증가하였다. 서비스업은 유동성이 커질수록 부도율이 감소하였다. 특히, 중공업은 결합지표가 커질수록 부도의 위험성이 커짐을 의미하며, 이는 재고자산이 많을수록 부도의 위험성이 커진다는 것을 알 수 있었다. 건설업에서는 차입금의존도 즉, 장·단기 및 기타차입금과 사채가 증가할수록 부도의 위험성이 커짐을 알 수 있었다. 따라서 업종에 따라 부도율에 미치는 재무변수가 차이가 있음을 알 수 있었으며, 각 업종에 맞는 적합한 생존 모형을 제시하였다.

본 논문은 기존의 연구에 문제점이었던 분석에 사용한 소규모의 기업의 수 문제와 짧은 분석 기간 설정으로 인한 정확도를 떨어뜨릴 가능성이 극복하고자 하였다. 또한, 선행연구들이 기업을 업종별로 구분하지 않고 분석하였으므로 본 논문에서는 각 업종별로 구분하여 분석하였다.

그러나, 이와 같은 의의에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계와 과제를 지니고 있다. 첫째, 본 연구에서는 사고 기록이 있는 기업을 대상으로 분류하므로 사고로 정의한 기업 중에서도 추후에 재기에 성공한 경우를 고려하지 못했다. 이러한 부분을 향후 연구과제로 고려해 볼 필요가 있겠다. 둘째, 연구에 사용된 설명변수들이 모두 재무제표 자료 위주로 경영전략, 시장지배력 등과 같은 지표를 고려하지 못하였다. 따라서, 외부경제상황을 반영할 수 있는 거시경제 지표를 고려한 분석이 필요할 것으로 보인다. 셋째, 일반적으로 재무비율은 변동성이 매우 크기 때문에 이상치가 많이 나올 수 있다. 따라서, 재무비율의 표준화와 같은 방안으로 이상치를 적절하게 고려한다면 좀 더 효율적인 분석이 가능할 것으로 생각된다. 넷째, 연구 표본의 데이터가 16년에 걸친 자료이기는 하지만 최신의 자료가 아니므로 다소 최신의 동향을 짚어가기에는 한계가 있다. 따라서 최근 10년 이내의 자료를 포함한 분석이 이루어진다면 최신의 동향을 더욱 적합한 분석이 될 것으로 생각된다. 결론적으로 추후에는 본 논문에서 고려하지 못했던 여러 문제점들을 보완하여 조금이나마 중소기업과 관련된 여러 정책수립에 도움이 되었으면 한다.

참고문헌

- 김달호, 황진섭, 곽상규 (2010). 중소기업실태조사를 위한 표본설계. <한국데이터정보과학회지>, **21**, 1021-1029.
- 나상균, 이준수 (2007). 신생기업의 생존요인 분석 : 기술혁신 제조 기업을 중심으로. <대한경영학회지>, **20**, 1325-1340.
- 남재우, 이희경 (2000). 생존분석 기법을 이용한 기업 도산 예측 모형. <한국경영과학회지>, **2**, 40-43.
- 박병구, 이광호 (1991). 점진적 임의 중단법에서 생존함수의 비모수적 추정에 관한 연구. <한국데이터정보과학회지>, **2**, 45-62.
- 박진경, 오광호, 김민수 (2010). 생존분석기법을 이용한 건설업과 타 업종간의 부도율 비교 분석. <한국데이터정보과학회지>, **21**, 709-717.
- 송혜향, 정갑도, 이원철 (2001). <생존분석>, 청문각, 서울.
- 이상협, 박찬용, 정성석, 최혜미 (2011). 한국노동패널 탈락 분석. <한국데이터정보과학회지>, **22**, 1-8.
- 이인석, 조길호, 이우동 (1994). 비모수적 베이지안 추정량을 이용한 생존함수의 추정. <한국데이터정보과학회지>, **5**, 29-44.
- 이원재 (2003). <표본선택편의를 수정한 기업 부도 확률모형 개발 및 응용: 업종별, 시기별 특성을 고려하여>, 석사학위논문, 한국과학기술원, 대전.
- 이원기, 송명언, 정성화 (2011). 임의중단자료에서의 조건부 평균잔여수명함수 추정. <한국데이터정보과학회지>, **22**, 89-97.
- 이병기, 신광철 (2005). 헤즈드모형에 의한 신생기업의 생존요인 분석. <국제경제연구>, **11**, 131-154.
- 염창선, 홍재범 (2008). 창업이후 중소기업의 생존을 변화분석. <한국자료분석학회>, **10**, 2699-2707.
- 유근영 (1998). 의학통계-생존자료 분석. <대한소화기학회>, **1998**, 1-14.
- 정영순, 송연경 (2008). 창업이후 소액 창업체의 생존력과 생존요인 분석. <사회보장연구>, **24**, 307-332.
- 홍중선, 정민섭 (2011). 신용평가에서 로지스틱 회귀를 이용한 미결정자 추론. <한국데이터정보과학회지>, **22**, 149-157.
- 최승빈 (2003). 기업의 도산예측기법으로서의 생존분석의 적합성에 관한 연구. <목원집>, **42**, 239-261.

Survival analysis on the business types of small business using Cox's proportional hazard regression model[†]

Jin Kyung Park¹ · Kwang Ho Oh² · Min Soo Kim³

¹²³Department of Statistics, Chonnam National University

Received 4 January 2012, revised 7 February 2012, accepted 5 March 2012

Abstract

Global crisis expedites the change in the environment of industry and puts small size enterprises in danger of mass bankruptcy. Because of this, domestic small size enterprises is an urgent need of restructuring. Based on the small business data registered in the Credit Guarantee Fund, we estimated the survival probability in the context of the survival analysis. We also analyzed the survival time which are distinguished depending on the types of business in the small business. Financial variables were also conducted using COX regression analysis of small businesses by types of business. In terms of types of business wholesale and retail trade industry and services were relatively high in the survival probability than light, heavy, and the construction industries. Especially the construction industry showed the lowest survival probability. In addition, we found that construction industry, the bigger BIS (bank of international settlements capital ratio) and current ratio are, the smaller default-rate is. But the bigger borrowing bond is, the bigger default-rate is. In the light industry, the bigger BIS and ROA (return on assets) are, the smaller a default-rate is. In the wholesale and retail trade industry, the bigger bis and current ratio are, the smaller a default-rate is. In the heavy industry, the bigger BIS, ROA, current ratio are, the smaller default-rate is. Finally, in the services industry, the bigger current ratio is, the smaller a default-rate is.

Keywords: Cox's proportional hazard regression model, log-rank test, small businesses, survival analysis, Wilcoxon test.

[†] This study was financially supported by Chonnam National University, 2011.

¹ Ph. D. student, Department of Statistics, Chonnam National University, GwangJu 500-757, Korea.

² Master, Department of Statistics, Chonnam National University, GwangJu 500-757, Korea.

³ Corresponding author: Associate professor, Department of Statistics, Chonnam National University, GwangJu 500-757, Korea. E-mail: kimms@chonnam.ac.kr