

생존분석을 이용한 기술보증기업의 부도에측모형에 관한 연구: 기술평가 자료를 중심으로

이 영 찬*

본 연구의 목적은 기술보증기금의 기술평가 자료를 이용한 생존분석을 통해 기술보증지원을 받은 중소기업들의 생존에 영향을 미치는 기술평가 요인을 파악하고, 부도에측모형을 구축하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 비모수적 생존분석 기법인 콕스 비례위험 모형(Cox proportional hazards model)과 모수적 생존분석 기법인 가속화 고장시간 모형(Accelerated Failure Time model)을 활용하였다. 2005년 7월 1일부터 2009년 12월 31일까지 기술평가를 받은 보증기업 17,210개가 표본으로 선택되었으며, 이중 중도절단된 자료는 16,332건, 사고 자료는 878건이다. 생존기간은 2005년 7월을 시작시점으로 하여 임의중도절단(random censoring)으로 계산되었다.

분석결과 콕스 비례위험 모형은 위험비율이 시간에 관계없이 일정하고 비례위험이라는 가정만 충족된다면 기업의 생존함수 및 위험함수를 쉽게 예측할 수 있으며, 특히 기업 생존에 어떠한 변수가 의미가 있으며, 얼마나 영향을 미치는지를 알 수 있는 효과적인 분석방법인 것으로 조사되었다. 또한 가속화 고장시간 모형은 부도에측에 대한 설명력이 로짓 모형과 대등한 수준으로 나타나 향후 부도에측모형으로서 생존분석 기법이 활용될 수 있음을 알 수 있었다. 마지막으로 본 연구는 재무제표 자료가 아닌 기술평가 자료를 이용하여 생존분석을 최초로 수행하였다는 점에서 의의를 가진다. 이와 같은 생존분석 결과

* 동국대학교 부교수, chanlee@dongguk.ac.kr, Tel. 054-770-2317, Fax. 054-770-2532

는 실무자로 하여금 향후 기술평가를 통해 신용보증을 받은 기업이 생존하는데 유의미한 기술평가 변수를 찾아내고 관리하는데 유용한 지식을 제공할 것으로 기대된다.

핵심주제어: 생존분석, 콕스 비례위험 모형, 가속화 고장시간 모형, 기술평가, 기술보증

JEL Classification: M19

I. 서론

중소기업이 치열한 경쟁 환경에서 살아남기 위해서는 기술개발, 자본조달, 그리고 수익창출과 같은 구체적인 생존전략을 수립해야 하며, 이를 통해 좋은 기업 평가를 받을 수 있는 기반을 마련해야 한다. 그리고 이러한 기업 활동의 성과는 결국 기업의 생존기간 연장으로 이어지게 된다 [이상호 (1998)]. 한편, 기업의 생존기간은 거시적, 미시적 경영환경 변화 및 기업관련 규제 등의 다양한 요인에 의해 영향을 받고 있으며, 기업이 속한 산업과 경영활동 시점에 따라서 다르게 나타난다 [홍성로 외 (2006)]. 이와 같은 기업의 생존기간에 대한 분석은 대부분 생존분석 (survival analysis)이라는 통계적 기법을 통해 연구되어 왔으며, 본 연구에서도 생존분석을 이용하여 보유기술에 대한 평가를 통해 자금지원을 받은 중소기업의 생존에 관한 연구를 수행하고자 한다.

국내의 경우 제조업을 중심으로 생존분석 연구가 주로 수행되어 왔는데, 재무제표를 이용한 부도예측모형에 관한 연구 [남재우 외 (2000), 박세정 · 이선아 (2008), 이명호 · 박진석 (2001), 정중영 (2006)]와 개별기업의 생존을 추정 및 생존에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 [이병기 · 신광철 (2005), 홍성로 외 (2006), 나상균 · 이준수 (2007), 염창선 · 홍재범 (2008), 정영순 · 송연경 (2008), 김태훈 (2009)]로 크게 구분할 수 있다.

기존의 생존분석 관련 연구에서 주목할 점은 비모수 기법을 이용한 개별 기업의 생존을 추정 및 생존 영향요인 분석에 관한 연구는 지금까지 지속적으로 연구가 되고 있으나, 신용위험이나 부도예측모형에 관한 연

구는 상대적으로 활발하지 못하다는 것이다. 기업부도예측모형은 Beaver (1967)의 이분류 검정에서 출발하여 Altman (1968)의 다변량 관별분석, 그리고 Ohlson (1980)의 로짓 모형, Zmijewski (1984)의 프로빗 모형 등으로 대표되는 이산 확률 모형으로 발전하여 왔다. 최근 들어서는 신경망, 사례기 반추론 (case-based reasoning), 반복적 분할 알고리즘 (recursive partitioning algorithm)과 같은 탐색적 기법들과 과잉 적합 (overfit) 문제와 예측 모형의 일반화를 위한 SVM (support vector machine) 및 앙상블 기법에 관한 연구가 다수 발표되고 있다. 부도예측과 관련한 기존의 연구방법론들은 기본적으로 이분류 예측 모형으로 분류될 수 있다. 그런데, 이분류 예측 모형의 경우 모형 구축 단계에서의 적합성은 높지만 사후적으로 건전 또는 부도를 판별해야 하는 예측 단계에서의 예측력은 크게 떨어지는 것이 일반적이다. 이에 비해 본 연구에서 도입하고자 하는 생존분석 기법은 건전과 부도라는 두 개의 모집단을 가정할 필요가 없으며, 건전 기업의 경우는 사망이 관측되지 않은 절단 (censored) 자료의 형태로 해석되므로 기본 가정에 있어서 보다 덜 제약적인 분석 기법이라고 할 수 있다[남재우 외 (2000)]. 따라서 생존을 추정 및 생존 영향요인 분석과 함께 부도예측모형으로서의 생존분석 기법의 적용가능성을 살펴보는 것은 현시점에서 의의가 있는 시도라고 판단된다.

구체적으로, 본 연구에서는 재무제표 자료가 아닌 기술보증기금의 기술평가 자료를 이용하여 기술보증지원을 받은 중소기업들의 생존시간에 영향을 미치는 평가 항목들을 파악하고, 이를 이용하여 개별 기업들의 생존시간을 추정하고자 한다. 그리고 추정된 생존시간을 이용하여 부도예측모형을 구축한 후 로짓 모형과의 비교분석을 통해 부도예측모형으로서 생존분석 기법의 활용 가능성을 분석하고자 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 본 연구에서는 준모수적 방법으로 콕스 비례위험 (Cox proportional hazards: Cox PH) 모형과 모수적 생존분석 기법인 가속화 고장시간 (accelerated failure time: AFT) 모형을 활용한다. Cox PH 모형은 생존 영향요인 파악을 위해 사용되며, 부도예측모형을 구축하기 위해 AFP 모형을 활용한다.

II. 이론적 고찰

1. 생존분석의 개요

어떤 시점부터 사전에 정의된 특정 사건의 발생시점까지 관측된 시간을 생존시간이라고 하는데, 예를 들어 한 기업이 특정시점 이후에 부도가 발생할 때까지의 시간을 생존시간이라고 할 수 있다. 생존자료를 수집하고 분석할 때는 항상 중도절단 자료 (censored data)를 고려해야 하는 점이 다른 일반적인 통계분석 방법과 구별된다. 즉, 대부분의 기업은 연구종료 때까지 생존하는 것이 일반적이데, 이 경우 정확한 생존시간을 관측하지 못하고 연구종료 시점까지는 생존하였다는 정보를 가지게 되므로 중도절단 자료라고 할 수 있으며, 이외에 고려되는 자료 (예를 들어, 재무제표) 들을 계속 관찰하지 못함으로써 추적이 불가능한 경우도 중도절단 자료에 해당된다. 중도절단까지 관측된 시간인 중도절단 시간과 생존시간이 서로 독립이 아닐 때는 복잡한 통계모형을 고려해야 하지만, 서로 독립인 임의중도절단(Type III censoring 혹은 random censoring)을 가정해도 무방한 경우가 대부분이므로 본 연구에서는 임의중도절단(Type III)을 가정한다[Therneau and Grambsch (2000), Lee and Wang (2003)].¹⁾

2. 생존분석 기법

본 연구에서는 먼저 기술평가 자료를 이용한 생존함수를 추정하고, 생존에 유의미한 영향을 미치는 기술평가 항목을 찾기 위해 Cox PH 모형을 사용한다. Cox PH 모형은 생존여부에 영향을 미치는 다양한 공변량(covariate)들을 파악하는 분석 방법으로서, 중도에 탈락 (누락)되거나 절단된 자료와 같은 불완전한 자료에 대한 분석도 가능하다[Cox (1972)].

콕스 비례위험 모형은 생존기간에 대한 분포가정 없이 위험함수와 설명변수와의 연관성을 분석할 수 있으며, 식 (1)과 같이 정의된다. 여기서, $\lambda(t; x)$ 는 공변량 x (단, 절편을 포함하지 않음)가 주어졌을 때의 위험함

1) 중도절단 자료의 형태는 일반적으로 Type I, Type II, 그리고 Type III의 세 가지 유형으로 분류되며(Cox and Oakes, 1984; Kleinbaum, 1996; Hosmer and Lemeshow, 1999), 이 중에서 Type III이 가장 많이 사용됨.

수이며, 모든 공변량 값이 0인 위험함수 $\lambda_0(t)$ 를 기저위험함수 (baseline hazard function)라고 한다. 여기서, $\exp(\beta_i)$ 는 x_i 이외의 나머지 변수들이 모두 보정된 후 x_i 가 1단위 증가할 때의 상대위험도 (relative risk)를 뜻하며, 관심모수인 통계적 추정대상이 된다.

$$\lambda(t; x) = \lambda_0(t) \exp(x^t \beta) \quad (1)$$

Cox PH 모형은 아무런 분포가정이 없이 좋은 통계적 성질을 제공하는 반면에 비례위험이라는 가정이 만족하지 않으면 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 비례위험 가정에 둔감한 층화분석법 (stratified analysis)과 같은 방법들이 제안되고 있으나, 학자마다 견해가 달라 많은 논의가 필요하고, 프레이리티 모형 (frailty model)과 같은 복잡한 통계기법들이 요구된다[Therneau and Grambsch (2000)]. 또한 대부분의 경우에 비례위험 가정을 해도 분석결과에 영향을 거의 미치지 않기 때문에 본 연구에서는 비례위험 모형을 생존기간에 유의한 영향을 미치는 기술평가 요인들을 파악하는데 사용하였다.

한편, Cox PH 모형에서는 종속변수인 위험함수가 실제로 관측되지 않기 때문에 계수 추정에 있어 관측된 생존기간의 순위만을 사용하는 비모수적 추정이 적용된다. 따라서 독립변수인 공변량들이 생존기간에 어느 정도의 영향을 미치는 지를 분석하기에는 용이하나 생존기간 자체를 예측하기에는 적절하지 않다. 본 연구에서는 생존기간을 이용하여 이분류 예측을 수행하기 위해 모수적 생존기법 중 하나인 AFT 모형을 사용한다. AFT 모형은 공변량과 생존시간 간의 비례 관계를 식(2)와 같이 가정한다.²⁾

$$T = \exp(\beta x) \cdot T_0 \quad (2)$$

식(2)에서 독립변수인 공변량 값이 0인 경우의 생존시간 확률변수를 T_0 라 하고, 사전적으로 어떤 기저분포 (baseline distribution)를 갖는 것으로 가정한다. 흔히 사용되는 기저분포로는 와이블 분포, 지수분포, 극치

2) AFP 모형에 대한 설명은 남재우 외 (2000)에서 수정·인용함.

분포, 로그-정규분포 등이 있다. 식 (2)에서 생존시간에 영향을 미치는 공변량이 n 개 존재하고, 척도모수 (scale parameter; σ)가 포함되면 식 (3)과 같은 일반적인 AFT 모형이 구축된다.

$$T = \exp(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_n x_n) \cdot T_0^\sigma \quad (3)$$

그리고 식 (3)의 양변에 로그를 취하면 식 (4)와 같은 최종 회귀식을 얻게 된다.

$$\log T = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_p x_p + \sigma \epsilon \quad (4)$$

여기서, $\sigma \epsilon = \log(T_0)$ 로 정의한다.

AFT 모형은 식 (4)에서 보는 바와 같이 생존시간과 공변량 간의 다중 회귀식이므로 분석과 해석이 용이하나, 앞서 설명한 바와 같이 절단된 자료를 포함하는 생존시간에 대해 모수적 분포 가정을 해야 하는 한계가 있다. 본 연구에서는 가속화 고장시간 모형의 이와 같은 한계점을 충분히 숙지하고 사전에 분포에 대한 적합도 검정과 추정된 형태모수 (shape parameter)의 크기를 고려하여 기저분포를 와이블 분포로 가정하였으며, 이에 따른 AFT 모형을 추정하여 기존의 이분류 부도예측 모형 (로짓 모형)의 예측결과와 생존분석 모형의 이분류 예측 결과를 비교하였다.

3. 개별기업에 대한 생존분석의 선행연구

국내에서는 개별기업을 대상으로 생존분석을 활용한 다양한 연구가 수행되어 왔다. 주요 연구를 요약하면 다음과 같다. 먼저 남재우 등 (2000)은 특정 경제적 사건 (IMF) 기간 동안 개별기업의 생존요인을 분석하고, 도산예측을 위해 모수적 생존분석 기법인 AFT 모형을 활용하였다. 이 연구는 생존분석이 이분류 예측 모형에 응용될 수 있는 방법론을 처음 제시하였다는 점에서 의의를 가진다. 이병기·신광철 (2005)은 한국신용평가정보의 외부감사법인 (총자산 70억원 이상) 자료를 활용하여 1984년 8월과 1994년 9월까지 11년간 창업기업의 자료를 분석하였다. 그 결

과, 창업이후 3년이 신생기업의 생존에서 매우 중요한 시기라고 지적하고, 계열기업이 비계열기업에 비해 생존율이 높고 경공업이 중공업에 비해 생존력이 높다고 주장하였다. 홍성로 등 (2006)은 1990년 1월 1일 (연구시작 시점)부터 2005년 12월 31일 (연구종료 시점)까지 신용보증기금으로부터 보증지원을 받은 44만 5천 개의 기업을 대상으로 카플란-마이어 분석을 이용하여 생존율을 추정하였다. 분석 결과 창업 후 3~5년이 경과한 기업의 위험이 가장 크고, 50% 이상의 기업이 창업 후 15년 이내에 부실화되며, 건설업, 도소매업, 제조업 순으로 생존율이 높은 것으로 나타났다. 염창선·홍재범 (2008)은 2008년 4월 30일을 기준으로 기술보증기금으로부터 보증지원을 받은 기업 중 창업일이 1998년에서 2003년인 11,030개 중소기업을 대상으로 창업형태 (개인, 법인), 참여산업 (제조업, 유통업, 서비스업), 사업유형 (기술혁신, 일반)별로 생존율 차이가 존재하는지 분석하였다. 분석 결과 법인 창업이 개인 창업보다 생존율이 높고, 서비스업이 유통업이나 제조업보다는 생존율이 높으며, 기술혁신형 기업이 일반 기업에 비해 생존율이 높은 것으로 조사되었다. 마지막으로 김태훈 (2009)은 기술보증기금의 보증지원을 받은 1,172개의 중소 건설기업에 대해 재무비율을 사용하여 건설업종별 생존율과 생존기간의 차이를 분석하였고, Cox PH 모형을 사용하여 신용보증 건설기업의 생존기간에 유의미한 영향을 미치는 재무비율을 도출하였다.

외국 문헌의 경우 Gepp and Kumar (2008)는 부실예측모형에 Cox PH 모형을 이용한 생존분석 기법의 적용 가능성을 살펴보았으며, 추가적으로 판별분석이나 로짓분석 등 기존 통계적 분석기법과의 하이브리드 모형의 성능도 함께 분석하였다. 분석결과 하이브리드 모형의 성능은 기대한 것보다 좋지 않았으나, 생존분석 기법이 다른 기법에서 제공하지 못하는 기업의 부실과정에 대한 추가적인 정보를 제공한다고 주장하였다. Evrensel (2008)은 코스 비례위험 모형과 와이블 분포를 이용한 AFT 모형을 이용한 생존분석을 통해 선진 G10 국가들의 은행부실과 금융구조에 대한 연구를 수행하였다. 분석결과 G10 이외 국가들의 은행 부실위험이 G10 국가들의 은행 부실위험보다 높다는 연구결과를 발표하였다. 그리고 은행 부문에 대한 정책이 집중될수록 은행의 생존시간이 늘어난다고 주장하였다.

Ⅲ. 분석자료 및 기초통계

본 연구의 분석에 사용된 중소기업 자료는 국내 신용보증기관 중 하나인 기술보증기금이 보유하고 있는 자료로서, 개별기업이 보유한 기술에 대해 45개 항목별로 평가한 자료를 포함하고 있다. 기술평가는 기술평가 시스템 (Kibo technology rating system: KTRS)에 의해 수행되는데, KTRS의 기술평가등급은 투·융자, 보증, 기술이전 거래 등 기술금융에의 활용과 기술사업의 타당성 평가 등에 활용하기 위한 목적으로 사용되며, 기술 또는 기술을 보유한 기업의 기술성, 시장성, 사업성, 기타 경영환경을 평가한 결과를 등급화하여 제시하고 있다.

기술평가지표는 경영주 기술능력, 기술성, 시장성, 사업성 및 수익성의 대항목 4개, 기술경험수준, 관리능력, 경영진 인적구성 및 팀워크 등 소항목 16개 그리고 심사항목 45개의 항목으로 평가하는 기술평가로서, 계

<표 1> KTRS 45개 기술평가 항목

대항목	중항목	소항목	기술평가 심사항목	구분
경영주의 기술능력 등	기술경영 능력	기술경험(지식) 수준	1.1 경영주의 동업종경험수준	계량평가
			1.2 기술경영전략	체크평가
			1.3 경영주의 기술지식수준	계량평가
			1.4 경영주의 기술이해도	평가자평가
		관리능력	2.1 기술인력관리	체크 및 계량평가
			2.2 위기대처능력	체크평가
			2.3 경영의지 및 사업수완	체크평가
		경영진인적구성 및 팀워크	3.1 경영진의 학력 및 경력	계량평가
			3.2 자본참여도	계량평가
			3.3 경영주와의 관계 및 팀워크	체크평가
기술성	연구개발 능력	기술개발 추진능력	4.1 기술개발전담조직	계량평가
			4.2 기술(디자인)인력	계량평가
		기술·연구개발 투자현황	5.1 기술개발 및 수상(인증)실적	계량평가
			5.2 지식재산권 등 보유현황	계량평가
			5.3 연구개발투자비율	계량평가

대항목	중항목	소항목	기술평가 심사항목	구분
	기술(제품)의 우수성	기술혁신 (선도)성	6.1 기술의 차별성	평가자평가
			6.2 모방의 난이도	평가자평가
			6.3 기술의 수명주기상 위치	평가자평가
		기술완성도	7.1 기술의 완성도	평가자평가
			7.2 기술의 자립도	평가자평가
			7.3 사업전략과의 부합성	평가자평가
		기술확장성	8.1 기업내·외의 기술파급효과	체크평가
			8.2 기술의 응용 및 확장가능성	평가자평가
시장성	기술(제품)의 시장성	경쟁상황	9.1 시장구조	평가자평가
			9.2 동일산업내 경쟁상황	체크평가
			9.3 시장의 진입성	체크평가
		시장형성	10.1 시장의 규모	평가자평가
			10.2 시장의 성장성	평가자평가
			10.3 법·규제 등 제약/장려요인	평가자평가
		제품의 경쟁력	11.1 인지도	체크평가
			11.2 시장점유율	평가자평가
			11.3 대체품과의 비교우위성	체크평가
사업성 및 수익성	기술(제품)의 생산성	기술의 제품화능력 및 생산능력	12.1 생산시설확보용이성	평가자평가
			12.2 생산인력확보용이성	평가자평가
			12.3 재료 및 부품조달용이성	체크평가
	운용능력	운용능력	13.1 자본조달능력	평가자평가
			13.2 부가가치 창출능력	계량평가
			13.3 투자규모의 적정성	평가자평가
	기술(제품)의 영업능력	마케팅 능력	14.1 판매계획의 타당성	체크평가
			14.2 판매처의 다양성 및 안정성	평가자평가
			14.3 마케팅 인력 확보	평가자평가
	수익성	수익창출능력	15.1 매출성장성	계량평가
			15.2 매출액법인세비용차감전순이익률	계량평가
		수익전망	16.1 투자 대비 회수가능성	평가자평가
			16.2 투자이익률	계량평가

량화된 데이터에 의해 자동 산출되는 객관 평가지표와 해당 분야의 전문화된 평가자에 의해 평가되는 주관 평가지표로 구분된다. 구체적인 평가항목은 <표 1>과 같다[이광민 외 (2009)].

연구기간은 2005년 7월 1일부터 2009년 12월 31일까지 기술평가를 받은 보증기업을 대상으로 하였으며³⁾, 중도절단유형은 임의중도절단 (Type III)이다. 그리고 이벤트는 보증사고⁴⁾의 발생으로 정의하였다.

생존기간의 계산은 다음과 같이 수행되었다. 먼저 기술평가를 통한 기술보증지원을 신청한 기업이 보증 중 (보증잔액 보유 중)인 경우는 연구종료 시점까지 사고가 발생하지 않은 업체이므로 중도절단 자료로 처리되었고, 기술평가 후 보증지원 승인일로부터 2009년 12월 31일까지의 생존기간을 월단위로 계산하였다. 다음으로 보증사고가 발생한 경우는 기술평가 후 보증지원 승인일로부터 사고발생일까지의 생존기간을 월단위로 계산하였다.⁵⁾

이러한 과정을 거쳐 전체 기술평가 자료에서 생존기간이 0인 대상을 제외한 17,210개의 표본이 선택되었으며, 이중 중도절단된 자료는 16,332건, 사고 자료는 878건이다.⁶⁾ 그리고 모형의 생성과 검증을 위해 7:3의 비율로 표본을 분할하였다.⁷⁾ 분석에 사용된 소프트웨어는 비모수 및 모수적 생존분석 기법의 적용이 모두 가능한 *S-Plus 8.0*이다. <표 2>는 기술보증지원을 받은 중소기업의 기술등급, 업종, 그리고 업력을 정리한 것이다.

3) 기술보증기금의 경우 2005년 개발된 기술평가시스템 (KTRS)이 지금까지 운용되고 있음. 4년 정도 지난 현시점에서 기술평가보증에 대한 17,000 여 건의 자료를 이용하여 기존의 기술평가모형을 검증하기 위해 생존분석을 사용하였음.

4) 여기서는 보증지원기업의 상태가 구상권, 구상권완제, 사고, 사고유보, 사고유보정상화, 정상화, 특수채권의 모든 상태를 “사고”로 정의하며, 본 연구에서는 보증사고를 부도와 동일한 개념으로 사용함.

5) 가속화 고장시간 모형에서는 생존기간이 0인 경우 로그 값이 계산되지 않으므로 보증기간이 0 (1개월 미만)인 자료는 분석에서 제외하였음.

6) 본 연구에서는 기술평가 자료 중 보증지원용 자료에 대해서만 분석하였음. 이노비즈인증, 벤처인증과 같이 추후 사고여부에 대한 관리를 하지 않는 “비보증용” 평가 자료에 대해서는 분석하지 않음.

7) 모형 생성용 표본 기업수는 12,047개이고, 검증용 표본 기업수는 5,163개임.

<표 2> 기술보증지원 중소기업의 기술등급과 업종 현황

항목	구분	빈도			구성비(%)
		보증중	보증사고	합계	
기술 등급	AAA	8	0	8	0.0
	AA	456	3	459	2.7
	A	2571	74	2645	15.4
	BBB	4639	201	4840	28.1
	BB	4901	277	5178	30.1
	B	3727	319	4046	23.5
	CCC	20	3	23	0.1
	CC	9	0	9	0.1
	C	1	1	2	0.0
업종	기계	5380	247	5627	32.7
	재료금속	2355	130	2485	14.4
	전기전자	2817	186	3003	17.4
	정보통신	1223	56	1279	7.4
	화학	2072	90	2162	12.6
	건설	277	12	289	1.7
	기타제조	1008	83	1091	6.3
	사업서비스업	508	20	528	3.1
	섬유	308	17	325	1.9
	환경	15	0	15	0.1
	농업	12	0	12	0.1
	기타	357	37	394	2.3
업력	1년 이내	458	56	514	3.0
	1-3년 이내	1547	183	1730	10.1
	3-5년 이내	2708	183	2891	16.8
	5-7년 이내	2229	165	2394	13.9
	7-10년 이내	4107	149	4256	24.7
	10년 초과	5283	142	5425	31.5

<표 2>에서 보는 바와 같이 대부분의 기업들은 기술등급이 A와 B에 집중되어 있으며, 최하위 등급인 C를 받은 기업은 거의 없다. 업종의 경우 기계, 전기전자, 재료금속, 화공 등이 높은 비중을 차지하고 있고, 다른 업종들에 비해 환경과 농업은 보증사고기업이 아직까지 없는 것으로 나타났다. 마지막으로 업력의 경우 5년이 초과된 중견기업이 약 70%로 대부분을 차지하고 있으며, 1년 이내의 신생기업은 전체의 3%를 차지하고 있다.

한편, 생존함수의 추정 및 기술보증지원 중소기업의 생존기간에 영향을 미치는 기술평가 항목을 파악하기 위해 본 연구에서는 콕스 비례위험 모형을 사용하였으며, 생존기간에 영향을 미치는 공변량(covariate)으로는 <표 1>의 45개 기술평가 항목별 평가 자료를 고려하였다. 그리고 콕스 비례위험 모형을 통해 파악된 주요 기술평가 항목을 가속화 고장시간 모형의 공변량으로 이용하여 개별기업의 생존기간을 추정하였으며, 추정된 생존기간에 대한 이분류를 통해 부도예측모형을 구축하였다.

IV. 기술보증 중소기업의 생존분석

1. Cox PH 모형

Cox PH 모형에서는 45개 기술평가 자료를 공변량으로 하여 계수를 추정하고자 한다. 45개 기술평가 항목을 공변량으로 하는 Cox PH 모형의 추정 회귀식은 식 (5)와 같다.

$$\lambda(t; x_1, \dots, x_{45}) = \lambda_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \dots + \beta_{45} x_{45}) \quad (5)$$

여기서, x_1, \dots, x_{45} 는 45개의 기술평가 항목, 즉 공변량들이며, $\lambda(t; x_1, \dots, x_{45})$ 는 공변량값 x_1, \dots, x_{45} 에서의 위험함수, 그리고 $\lambda_0(t)$ 은 기저위험함수이다.

한편, 기존의 개별기업을 대상으로 한 생존분석 연구에서 공통적으로 지적되고 있는 중요 변수가 바로 업력이다. 일반적으로 업력이 길수록 연구기간 중에 개별기업이 생존할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 기술평가 항목을 공변량으로 하는 Cox PH 모형에 업력을 7년 미만과 7년 이상으로 구분하는 더미변수를 추가하여 분석을 수행하였다. 추정할 회귀식은 식 (6)과 같다.

$$\lambda(t; x_1, \dots, x_{45}, D_{\text{업종}}) = \lambda_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \dots + \beta_{45} x_{45} + \beta_{\text{업종}} D_{\text{업종}}) \quad (6)$$

그리고 본 연구에서는 Cox PH 모형에서 45개 기술평가 항목을 공변량으로 사용하기에 앞서 보증중 기업과 보증사고 기업 간의 기술평가 항목 평균값에 대한 t-검정을 실시하여 보증사고 여부에 따라 평균값에 유의미한 차이가 있고, 보증중 기업의 평균값이 보증사고기업보다 높은 기술평가 항목 20개를 선정하였으며, 그 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 45개 기술평가 항목에 대한 t-검정 결과

기술평가 항목	사고여부	표본수	평균	표준편차	t값
경영주의 동업종경험수준(1.1)	사고	878	3.50	.882	-11.135**
	비사고	16332	3.84	.841	
경영주의 기술지식수준(1.3)	사고	878	3.59	1.344	-7.653**
	비사고	16332	3.94	1.136	
경영주의 기술이해도(1.4)	사고	878	4.24	.587	-1.988*
	비사고	16332	4.29	.535	
위기대처능력(2.2)	사고	878	3.68	.704	-3.550**
	비사고	16332	3.77	.725	
기술개발전담조직(4.1)	사고	878	3.24	1.009	-4.751**
	비사고	16332	3.41	1.103	
기술개발 및 수상(인증)실적(5.1)	사고	878	3.34	.765	-2.080*
	비사고	16332	3.40	.814	
기술의 완성도(7.1)	사고	878	4.32	1.025	-4.569**
	비사고	16332	4.49	.974	
기술의 자립도(7.2)	사고	878	4.00	.574	-2.243*
	비사고	16332	4.04	.578	
시장구조(9.1)	사고	878	3.16	.846	-3.773**
	비사고	16332	3.27	.777	

기술평가 항목	사고여부	표본수	평균	표준편차	t값
인지도(11.1)	사고	878	3.66	.694	-6.753**
	비사고	16332	3.82	.673	
시장점유율(11.2)	사고	878	2.76	.765	-9.966**
	비사고	16332	3.02	.745	
생산시설확보용이성(12.1)	사고	878	3.94	.902	-7.391**
	비사고	16332	4.17	.722	
생산인력확보용이성(12.2)	사고	878	4.03	.683	-5.267**
	비사고	16332	4.14	.609	
자본조달능력(13.1)	사고	878	3.53	.582	-7.968**
	비사고	16332	3.70	.605	
부가가치 창출능력(13.2)	사고	878	2.88	1.022	-3.711**
	비사고	16332	3.01	.846	
투자규모의 적정성(13.3)	사고	878	3.73	.585	-5.612**
	비사고	16332	3.85	.551	
판매처의 다양성 및 안정성(14.2)	사고	878	3.85	.614	-7.008**
	비사고	16332	4.00	.596	
매출액법인세비용차감전순이익률(15.2)	사고	878	3.09	1.219	-6.033**
	비사고	16332	3.33	1.135	
투자 대비 회수가능성(16.1)	사고	878	3.55	.618	-4.205**
	비사고	16332	3.64	.580	
투자이익률(16.2)	사고	878	2.97	.985	-8.822**
	비사고	16332	3.27	.926	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

<표 3>에서 보는 바와 같이 t-검정을 통해 선정된 20개 기술평가 항목들은 경영주의 동업종경험수준, 경영주의 기술지식수준, 경영주의 기술이해도, 위기대처능력, 기술개발전담조직, 기술개발 및 수상(인증)실적, 기술의 완성도, 기술의 자립도, 시장구조, 인지도, 시장점유율, 생산시설 확보용이성, 생산인력확보용이성, 자본조달능력, 부가가치 창출능력, 투자규모의 적정성, 판매처의 다양성 및 안정성, 매출액법인세비용차감전순이익률, 투자 대비 회수가능성, 투자이익률 등이다.⁸⁾ <표 3>의 20개 기술평가 항목과 업종 더미변수를 공변량으로 사용하여 Cox PH 모형을 추

정한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> Cox PH 모형 결과

공변량	B	Exp(B)	표준오차	Z값
경영주의 동업종경험수준(1.1)	-0.2579	0.773	0.0537	-4.8**
경영주의 기술지식수준(1.3)	-0.1358	0.873	0.0365	-3.72**
기술의 완성도(7.1)	-0.0991	0.906	0.0384	-2.58**
인지도(11.1)	-0.1343	0.874	0.0621	-2.16*
시장점유율(11.2)	-0.2675	0.765	0.0593	-4.51**
생산시설확보용이성(12.1)	-0.1612	0.851	0.0501	-3.22**
자본조달능력(13.1)	-0.3131	0.731	0.0716	-4.37**
투자이익률(16.2)	-0.2306	0.794	0.0419	-5.5**
업종 더미(7년 이상 1, 미만 0)	-0.2764	0.759	0.0847	-3.26**

<표 4>에서 보는 바와 같이 20개 기술평가 항목 중에서 생존기간에 유의한 영향을 미치는 평가 항목은 8개이며, 모든 공변량 계수 (B)의 부호가 음수이므로 기술평가 항목들의 값이 커질수록 위험률이 작아짐을 알 수 있다. 예를 들어, 경영주의 동업종경험수준의 $\text{Exp}(-0.2579)=0.773$ 은 경영주의 동업종경험수준 한 단위가 증가할 때의 위험률의 예측변화량이 0.773이라는 것을 의미한다. 따라서 경영주의 동업종경험수준이 높을수록 위험률은 점점 낮아지게 된다. 또한 업종 더미변수의 계수 부호도 음수 (-0.2764)이므로 업력이 7년 미만인 기업에 비해 7년 이상인 기업의 위험률이 약 1.3배 낮다는 ($=1/0.759$) 것을 알 수 있고 통계적으로도 유의하였다.

2. AFT 모형

본 절에서는 모수적 생존분석 기법인 AFT 모형을 이용하여 이분류 부

8) 경영진의 학력 및 경력, 자본참여도, 사업전략과의 부합성, 기술의 응용 및 확장가능성, 동일산업내 경쟁상황, 시장의 진입성, 시장의 규모, 시장의 성장성 등의 평가 항목은 사고 기업의 평균이 오히려 높으면서 통계적으로도 유의한 것으로 나타나 분석에서 제외하였음.

도예측모형을 구축하고, 예측 정확도를 로짓 모형과 비교하였다. 가속화 고장시간 모형은 위험함수를 이용한 생존분석과 동일한 방식이므로 콕스 비례위험 모형과 동일한 공변량 변수를 사용하게 되며, 공변량이 모두 0일 때의 생존기간 확률변수의 분포, 즉 기저분포로는 와이블 분포를 가정하였다. 분석 결과를 정리하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 가속화 고장시간 모형 결과

공변량	B	표준오차	Z값
상수항	1.3881	0.2395	5.8**
경영주의 동업종경험수준(1.1)	0.1567	0.0324	4.84**
경영주의 기술지식수준(1.3)	0.0823	0.0219	3.76**
기술의 완성도(7.1)	0.0589	0.023	2.57*
인지도(11.1)	0.0831	0.037	2.24*
시장점유율(11.2)	0.1582	0.0357	4.43**
생산시설확보용이성(12.1)	0.099	0.03	3.3**
자본조달능력(13.1)	0.1839	0.0432	4.26**
투자이익률(16.2)	0.1376	0.0254	5.42**
업종 더미(7년 이상 1, 미만 0)	0.1297	0.0319	2.52*
Log(척도모수)	-0.5163	0.0319	-16.19**

와이블 분포 척도모수(scale parameter): 0.597

AFT 모형은 생존기간을 종속변수로 하므로 위험함수를 이용한 생존분석 기법 (Cox PH 모형)과는 계수의 부호가 반대로 나타나게 된다. 추정된 모형을 회귀식으로 나타내면 식 (7)과 같다.

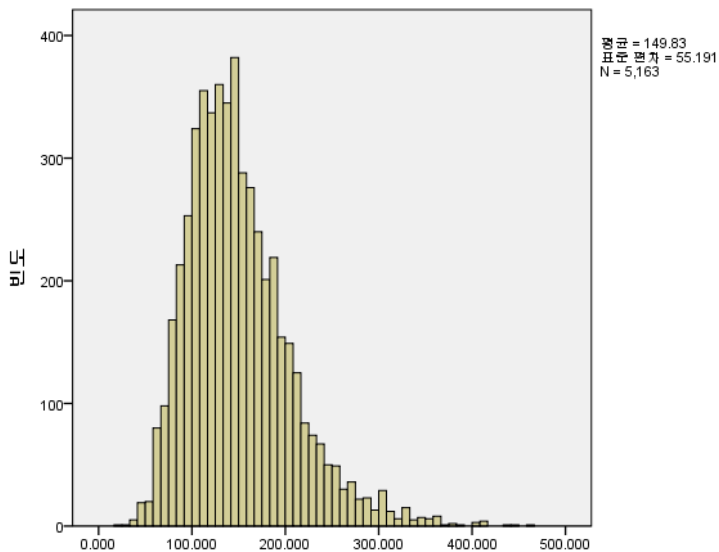
$$\begin{aligned} \log T = & 1.3881 + 0.1567 X_{1.1} + 0.0823 X_{1.3} + 0.0589 X_{7.1} + 0.0831 X_{11.1} \\ & + 0.1582 X_{11.2} + 0.0990 X_{12.1} + 0.1839 X_{13.1} + 0.1376 X_{16.2} \\ & + 0.1297 D_{\text{업종}} - 0.5163 \cdot e \end{aligned} \tag{7}$$

AFT 모형을 이용한 생존분석에서 이분류 예측은 2단계의 과정을 거치게 된다. 첫 번째 단계에서는 식 (7)의 추정된 모형을 이용하여 검증용 표본에 속한 개별 기업의 생존기간을 예측하게 된다.⁹⁾ 두 번째 단계는 생존기간 예측치를 이용하여 기업을 건전과 도산으로 분류하기 위한 절사점 (기준 수명)을 설정하는 과정이다[남재우 외 (2000)].

일반적으로 이분류 부도예측모형의 성과는 다양한 절사점에 따른 민감도와 1-특이도를 이용한 AUROC (area under the receiver operator characteristic)를 이용하므로, 본 연구에서도 로짓 모형과의 예측성과를 비교하기 위해 AUROC를 이용하였다.

먼저 검증용 표본에 속한 기업들의 공변량 값을 식 (7)에 대입하여 생존기간 T 를 추정한 결과는 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 생존기간 추정결과



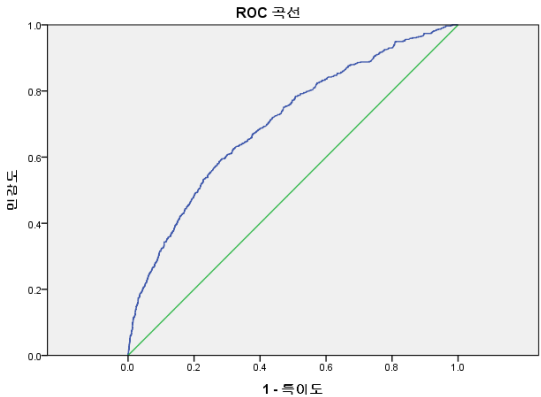
<그림 1>에서 보는 바와 같이 검증용 표본에서 추정 생존기간의 평균 값은 약 150개월인 것으로 나타났다. 이것은 연구기간 (2005년 7월 1일

9) 척도 모수(scale parameter, σ)에 대한 계수(B)는 생존기간 계산시 사용하지 않음.

~ 2009년 12월 31일)과 관계없이 생존시간 자료의 대부분이 보증중인 기업, 즉 중도절단 자료 (censored data)이므로 이것을 반영한 추정 결과로 해석할 수 있다.

다음으로 추정된 생존기간의 다양한 절사점에 따른 ROC 곡선을 작성하면 <그림 2>와 같다.

<그림 2> AFT 모형의 ROC 곡선



<그림 2>의 ROC 곡선 아래의 면적을 계산하면 <표 6>과 같다. 일반적으로 AUROC의 경우 0.7 이상이면 유의한 모형으로 평가하는데[Forthofer et al. (1995)], 본 연구의 AFT 모형은 AUROC가 0.704이므로 부실예측에 유의한 모형으로 평가할 수 있다.

<표 6> AFT 모형의 AUROC 계산 결과

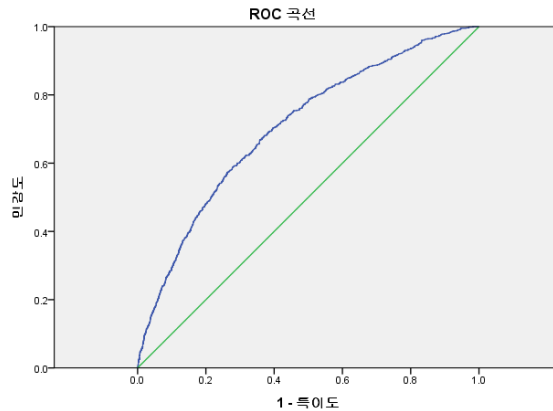
검정 결과 변수	영역	표준오차 ^a	근사 유의확률 ^b	근사 95% 신뢰구간	
				하한	상한
생존기간	.705	.011	.000	.682	.725

^a 비모수 가정

^b 귀무가설: 실제 영역 = 0.5

한편, 본 연구에서는 모수적 생존분석 기법인 AFT 모형을 이용하여 구축한 이분류 도산예측모형의 성과를 로짓 모형과 비교하였다. 로짓 모형의 경우에도 t-검정을 통해 선정된 20개의 기술평가 항목과 업종 더미 변수를 공변량으로 사용하였으며, 우도 비율 (likelihood ratio)을 이용한 전방 단계선택법 (forward stepwise)을 이용하여 공변량 변수를 선정한 결과 콕스 비례위험 모형 및 가속화 고장시간 모형과 동일한 결과를 얻었다. 로짓 모형의 ROC 곡선을 작성하면 <그림 3>과 같으며, AUROC는 <표 7>과 같다.

<그림 3> 로짓 모형의 ROC 곡선



<표 7> 로짓 모형의 AUROC 계산 결과

검정 결과 변수	영역	표준오차 ^a	근사 유의확률 ^b	근사 95% 신뢰구간	
				하한	상한
예측 확률	.704	.009	.000	.687	.723

^a 비모수 가정

^b 귀무가설: 실제 영역 = 0.5

AFT 모형을 이용한 AUROC (<표 6> 참조)와 로짓 모형을 이용한 AUROC (<표 7> 참조)를 비교한 결과 가속화 고장시간 모형을 이용한

AUROC가 0.705로서 로짓 모형 (0.704)과 거의 동일한 것으로 나타났다. 이것은 이분류 예측에 있어 가속화 고장시간 모형의 설명력이 로짓 모형과 대등하다는 것을 의미하며, 향후 생존분석 기법이 건전, 도산의 이분류 예측모형에도 활용될 수 있는 가능성을 보여주는 결과이다.¹⁰⁾

V. 결론

본 연구에서는 기술보증기금의 중소기업에 대한 기술평가 자료를 이용하여 기술보증지원 중소기업의 생존에 영향을 미치는 요인들을 파악하였으며, 이 요인들을 이용하여 생존기간을 추정한 후 이분류 부도예측모형을 구축하였다. 생존분석에 사용된 방법은 콕스 비례위험 (Cox PH) 모형과 가속화 고장시간 (AFT) 모형이다.

먼저 Cox PH 모형의 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, t-검정을 사전에 실시하여 보증중인 기업과 보증사고 기업 간에 평균 차이가 유의한 기술평가 항목을 선정한 후 이를 공변량으로 하는 Cox PH 모형의 분석을 수행한 결과 ‘경영주의 동업종경험수준’, ‘경영주의 기술지식수준’, ‘기술의 완성도’, ‘인지도’, ‘시장점유율’, ‘생산시설확보용이성’, ‘자본조달능력’, ‘투자이익률’ 등이 유의한 공변량인 것으로 나타났다. 둘째, 업력 (7년 이상, 7년 미만) 더미변수도 생존기간에 유의한 영향을 미치는 공변량인 것으로 조사되었는데, 업력이 7년 미만인 기업에 비해 7년 이상인 기업의 위험률이 약 1.3배 낮은 것으로 나타났다.

다음으로 AFT 모형의 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, AFT 모형은 위험함수를 이용한 생존분석과 동일한 방식이므로 Cox PH 모형과 동일한 공변량 변수가 유의한 것으로 나타났다. 둘째, AFT 모형을 이용한 AUROC가 로짓 모형과 거의 동일한 것으로 나타나, 이분류 예측에 있어 AFT 모형의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

이상의 분석결과는 기술보증지원 중소기업의 생존에 대하여 보다 심

10) 부도예측모형에서 AFT 모형과 로짓 모형의 AUROC가 비슷한 경우 예측력이 우수한 것은 로짓 모형이라고 알려져 있음. 따라서 본 연구의 결과를 가지고 어느 쪽이 더 우수하다고 말할 수는 없음.

충적인 이해를 하는데 많은 도움을 줄 것으로 기대한다. 특히 실무자로 하여금 재무제표 자료가 아닌 기술평가 항목 중에서 어떤 항목이 생존기간에 영향을 미치는 가를 파악할 수 있게 하고, 향후 기술평가시스템(KTRS)이 부도예측모형으로서도 활용될 수 있다는 가능성을 제시해주는 것이다.

이러한 기여에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 기술평가시스템을 통해 기술보증지원을 시작한 기간이 2005년 상반기 이후로서 매우 짧은 기간이기 때문에 기술보증지원 중소기업의 생존기간을 장기간에 걸쳐 분석할 수 없었다. 따라서 생존기간의 정교한 추정에는 한계가 있다. 둘째, 기술보증기금으로부터 수집된 2차 자료이기 때문에 추가적인 변수의 확보가 가능하지 않아 기술평가 항목 이외에 생존기간에 영향을 미치는 다양한 외생요인을 분석할 수가 없었다.

향후 연구 과제는 다음과 같다. 첫째, 창업유형 (개인, 법인), 업종 등에 따라 생존기간을 보다 심층적으로 분석하고, 이를 공변량에 포함시켜야 할 것이다. 둘째, 이분류 부도예측모형을 보다 정교하게 구축한 후 로짓 모형뿐만 아니라 인공신경망 등과 같은 기계학습 기법들과의 비교분석도 수행할 필요가 있다. 특히 인공신경망 기법이나 SVM을 이용하여 생존기간을 예측하는 별도의 모형을 구축한 후 성과를 비교하는 것은 흥미로운 주제가 될 것이다.

(접수일: 2010. 8. 27. / 수정일: 2010. 10. 7. / 게재확정일: 2010. 10. 20.)

참고문헌

1. 김용민·김현수 (2003), “SI 기업 CEO의 인적특성과 재임년수에 관한 연구,” 『한국SI학회지』 제 2권 2호, 1-14.
2. 김태훈 (2009), “중소건설업체의 생존분석에 관한 실증 연구: 기술보증기금의 지원을 받은 기업을 중심으로,” 『국토연구』 제 61권, 255-273.
3. 나상균·이준수 (2007), “신생기업의 생존요인 분석: 기술혁신 제조기업을 중심으로,” 『대한경영학회지』 제 20권 3호, 1325-1340.
4. 남재우·이희경·김동석 (2000), “기업 도산 예측을 위한 생존분석 기법의 응용,” 『금융학회지』 제 5권 3호, 29-61.
5. 박세정·이선아 (2008), “생존분석기법을 이용한 상호저축은행 부실예측,” 『금융안정연구』 제 9권 1호, 31-62.
6. 염창선·홍재범 (2008), “창업이후 중소기업의 생존율 변화 분석,” *Journal of Korean Data Analysis Society* 제 10권 5호, 2699-2708.
7. 이광민·노맹석·홍재범 (2009), “Rasch 모형을 이용한 기술평가의 신뢰성 분석: 기술신용보증기금 기술평가 사례,” *Journal of the Korean Data Analysis Society* 제 11권 3호, 1537-1548.
8. 이명호·박진석 (2001), “우리나라 IT기업의 부실예측에 관한 연구,” 『정보통신정책연구』 제 9권 1호, 89-103.
9. 이병기·신광철 (2005), “해저드 모형에 의한 신생기업의 생존요인 분석,” 『국제경제연구』 제 11권 1호, 131-154.
10. 이상호 (1998), “중소 전자 기업의 생존요인 분석,” 『국제경제연구』 제 4권2호, 93-112.
11. 정영순·송연경 (2008), “창업이후 소액창업체의 생존력과 생존요인 분석,” 『사회보장연구』 제 24권 1, 307-332.
12. 정중영 (2006), “보험회사 도산에 관한 연구,” *Journal of Korean Data Analysis Society*, 8(5), 2137-2147.
13. 하성호·양정원·민지홍 (2009), “코호네토헤트위크와 생존분석을 활용한 신용 예측,” 『한국경영과학회지』 제 34권 2호, 35-54.
14. 허명희·박미라 (1991), 『SAS와 NCSS를 이용한 생존분석』, 고려대학교 통계연구원, 자유아카데미.
15. 홍성로·남기정·정낙원 (2006), “보증기업 생존분석 실증연구,” *KODIT REPORT*, 2006-1, 1-29.
16. Audertsch, D.B. and T. Mahmood (1995), “New-Firm Survival: New Results Using A Hazard Function,” *Review of Economics and Statistics* 77(4), 97-103.

17. Beaver, W. (1967), "Financial Ratios as Predictors of Failure, Empirical Research in Accounting: Selected Studies, Supplement," *Journal of Accounting Research*, 4(Empirical Research in Accounting: Selected Studies 1966), 71-111.
18. Berana, J. and A.-Y. K. Djaïdjab(2007), "Credit Risk Modeling based on Survival Analysis with Immunes," *Statistical Methodology* 4(3), 251-276.
19. Cox, D.R. (1972), "Regression Models and Life-Tables," *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)* 34(2), 187-220.
20. Evrensel, A.Y. (2008), "Banking Crisis and Financial Structure: A Survival-Time Analysis," *International Review of Economics and Finance* 17(4), 589-602.
21. Forthofer, R.N., E.S Lee and M. Hernandez (1995), *Biostatistics: a Guide to Design, Analysis, and Discovery*, Academic Press, 1st edition, May 18.
22. Gepp, A. and K. Kumar (2008), "The Role of Survival Analysis in Financial Distress Prediction," *International Research Journal of Finance and Economics* 13(2008), 13-34.
23. Giot, P. and A. Schwenbacher (2007), "IPOs, Trade Sales and Liquidations: Modelling Venture Capital Exits Using Survival Analysis," *Journal of Banking & Finance* 31(3), 679-702.
24. Honjo, Y. (2000), "Business Failure of New Firms: An Empirical Analysis using a Multiplicative Hazards Model," *International Journal of Industrial Organization* 18(4), 557-574.
25. Hosmer, D.W. and S. Lemeshow (1999), *Applied Survival Analysis: Regression Modeling of Time to Event Data*, New York: John Wiley & Sons.
26. Kleinbaum, D.G. (1996), *Survival Analysis: A Self-Learning Text*, New York: Springer-Verlag.
27. Lawless, J.F. (1982), *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, New York: Wiley.
28. Lee, E.T. and J. Wang (2003), *Statistical Methods for Survival Data Analysis*, (3th eds.), New Jersey: John Wiley & Sons.
29. Ohlson, J.A. (1980), "Financial Ratios and Probabilistic Prediction of Bankruptcy," *Journal of Accounting Research* 18(1), 109-131.
30. Therneau, T.M. and P.M. Grambsch (2000), *Modeling Survival Data: Extending the Cox Model*, New York: Springer Verlag.
31. Zmijewski, M.E. (1984), "Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models," *Journal of Accounting Research* 22(Studies on Current Econometric Issues in Accounting Research), 59-82.

ABSTRACT

**A Study on the Corporate Insolvency Prediction Model of
Technology Guaranteed Firms Using Survival Analysis**

Young-Chan Lee

Dongguk University

This study figures out the factors that affects survival and estimate survival time of small and medium-sized enterprises by using technology rating data for the companies guaranteed by Korea Technology Finance Corporation (KOTEC). In addition, this study develops corporate bankruptcy prediction model using estimated survival time and conduct a comparative study on logit model. To serve the purposes, the researcher uses Cox proportional hazards (Cox PH) model and accelerated failure time (AFT) model. The 17,210 guaranteed companies that assessed from July 1st in 2005 to December 31st in 2009 are selected as samples (16,332 censored data and 878 bankruptcy data).

The survival time is computed with random censoring (Type III) from July in 2005 as a starting point. The results of the analysis show that Cox proportional hazards model is useful to understand which technology rating items are meaningful to company's survival and how much they affect it. And AFT model shows comparable result with respect to logit model for binary classification because area under receiver operating characteristic (AUROC) of AFT model is a little bit wider than logit model. Therefore, AFT model is expected to act as a bankruptcy prediction model in the future. It is considered that these results will provide valuable knowledge for practitioners to find and manage the significant items for survival of the guaranteed companies through future technology rating.

Key Words: Survival Analysis, Cox Proportional Hazards Model, Accelerated Failure Time Model, Technology Credit Guarantee, Technology Rating