

# 확률 프런티어 함수를 이용한 은행산업 효율성 추정

김진성 · 김정우 · 이회경

한국과학기술원 테크노경영대학원  
서울시 동대문구 청량리동 207-43

## Abstract

본 연구는 확률 프런티어(stochastic frontier) 분석방법을 사용, 1995년부터 1999년까지 한국, 미국, 일본의 136개 상업은행을 대상으로 효율성을 추정하였다. 분석결과에 의하면, 국내 은행의 효율성은 미국, 일본에 비하여 큰 차이가 나지 않았으나 금융위기 이후 급격히 떨어졌으며, 이후 다시 효율성이 향상된 모습을 보이고 있다. 반면 같은 기간에 국내 은행만을 대상으로 추정한 결과는 효율성의 큰 변동을 감지하지 못하고 있다. 이는 지역경제 전반에 걸친 충격이 있을 경우 국제비교를 하는 것이 타당함을 시사하고 있다.

## 1. 서론

한국의 금융산업은 급속한 경제개발시기에 부족한 재원을 필요한 부문에 투자하기 위하여 정부에 의해 통제되었으며, 이는 금융산업이 자유경쟁과 격리되어 효율적인 운영을 할 수 없는 상황을 만들었다. 1980년대 이후 이런 비합리성을 없애기 위해 금융규제완화, 금리자유화, 금융시장개방 등의 정책이 수행되었으나, 한국 금융산업의 비효율성이 여전히 존재함이 금융위기를 통해 드러나게 되었다.

금융위기 이후 정부의 정책중 하나는 낙후된 금융산업에 대해 구조조정을 실시하는 것으로, 일부 은행들은 다른 은행에 흡수, 합병되었으며, 일부 은행에는 많은 공적자금이 투입되었다. 그러나 이러한 정책들이 과연 성과가 있었는지에 대한 평가와 금융산업의 경쟁력 향상여부에 대한 연구는 미약하다.

본 연구는 금융산업중 은행산업을 대상으로 각 은행의 효율성을 확률 프런티어 함수로 추정하여 그 변화추이를 살펴보고자 한다. 특히 기존의 연구와 달리 단순히 국내은행만을 대상으로 하지 않고, 미국, 일본의 은행과 함께 비교함으로써 선진국 은행과의 효율성 비교를 통해 한국 은행산업의 효율성 수준을 파악한다. 또한 은행의 재무구조를 사용하여 효율성을 추정, 은행산업의 구조조정이 어떤 방향으로 이루어져야 하는지를 제시할 수 있을 것이다.

국내 은행의 효율성을 측정하기 위해 모수적 추정방법인 확률 프런티어 모형을 사용한 연구로는 비용함수를 사용한 이영수(1993), 유완식(1997) 등과, 이윤함수를 사용한 한동호(1998), 김인기, 유재균(1999) 그리고 다양한 모델을 비교한 정운찬 외(2000) 등이 있다. 비모수적 추정방법인 자료봉합법(Data Envelopment Analysis)을 사용한 연구로는 최태성, 장의환(1992), 손승태(1993), 김태혁(1995), 공정택

(1996), 김영래, 이상범(1999), 박승록, 이인실(2000) 등이 있다. Gilbert and Wilson(1998), 이상규, 권영준(1999), 이상규, 김정인(2000)은 국내 은행산업의 규제완화를 전후하여 효율성을 추정, 그 효과를 분석하였다.

은행산업의 국제비교 연구로는 북구의 은행들을 대상으로 한 Berg et al.(1993), Bergendahl (1995), Berg et al.(1995) 및 8개 선진국을 대상으로 한 Pastor et al.(1997)의 연구가 있으며, 이들은 비모수적 방법으로 효율성을 추정하였다. Ruthenberg and Elias(1996)은 EC내의 은행을 대상으로 모수적 추정을 하였다. Allen and Rai(1996)은 15개국의 은행을 대상으로 두 방법을 모두 사용하였다.

## 2. 연구방법

### 2-1. 확률 프런티어 함수 분석

프런티어는 가장 효율적인 투입,산출의 집합으로 각 은행의 위치가 프런티어로부터 얼마나 떨어져 있는가를 통해 효율성을 추정할 수 있다.

본 연구에서 사용하는 모수적 방법을 위한 확률 프런티어 함수 모형은 다음과 같다.

$$\ln y_{it} = \alpha + \beta \ln x_{it} + v_{it} + u_{it} \quad (1)$$
$$= \alpha + \beta \ln x_{it} + \epsilon_{it}$$

$y_{it}$  : 총 비용  
 $x_{it}$  : 투입, 산출물 벡터  
 $u_{it}$  : 비효율성  
 $v_{it}$  : 오차항  
 $i$  : 은행식별번호  
 $t$  : 연도

프런티어는  $\alpha + \beta \ln x_{it}$  이고,  $v_{it}$ 는 확률오차이며, 비효율성은  $u_{it}$ 이다.

실제로 관측자료에서는 프런티어인  $\alpha + \beta \ln x_{it}$ 와 그로부터의 거리인 잔차항  $\epsilon_{it}$ 를 구하게 되는데, 따라서 비효율성을 추정하기 위해서는 잔차항을 비효율성과 관측오차로 나뉘어야 한다. 잔차항은 일반적으로 비효율성과 관측오차의 분포를 가정하고 MLE를 사용하여 분해한다. 관측오차는 대개  $u_{it}$ 와는 독립인  $N(0, \sigma^2)$ 의 정규분포를 가지는 것으로 가정한다. 비효율성항의 경우는 다양한 분포가 논의되었으나, 반정규분포나 절삭된 정규분포가 널리 쓰인다. 본 연구는 프런티어의 추정과 비효율성에 대한 식을 동시에 추정하고 있는 Battese and Coelli(1995)의 모형을 사용하고 있으며, 비효율성에 대한 식은 다음과 같다.

$$u_{it} = z_{it}\delta + W_{it} \quad (2)$$

$z_{it}$  : 비효율성 설명변수  
 $W_{it}$  : truncated  $N(0, \sigma^2)$ ,  $W_{it} \geq -z_{it}\delta$

$W_{it}$ 는  $-z_{it}\delta$ 에서 절삭되며, 이 경우  $u_{it}$ 는 0이상의 값을 가지는 절삭된 정규분포가 된다.

### 2-2. 변수선정

은행산업의 효율성을 측정하기 위해서는 효율성 추정 모형의 구성요소인 투입물과 산출물, 상황 변수들을 구분하고 정의해야 한다. 그러나 은행산업은 눈에 보이는 제품이나 서비스를 만드는 것이 아니므로 은행산업의 산출물에 대한 일관된 관점이 없는 상황이다. 은행의 산출물에 대한 견해는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 생산가능적 접근이고, 다른 하나는 중개가능적 접근으로, 이 둘에 대한 선택은 종종 자료의 가용성(availability)으로 결정된다.

생산가능적 접근방법은 은행이 노동과 자본을 투입하여 예금 및 대출서비스를 생산한다고 정의한다. 이 경우 산출물은 주로 계좌수나 대출건수등으로 파악한다. 중개가능적 접근방법은 은행의 주요 기능을 금융중개로 보고, 따라서 예금을 통해 조성한 자금을 대출등의 형태로 공급하기 때문에 노동, 자본에 자금조달비용까지 투입물로 보며, 산출물을 화폐단위로 측정한다. 이 두 견해의 가장 큰 차이는 바로 예금의 역할인데, 생산가능적 접근방법에서는 예금이 단순히 산출물이지만, 중개가능적 접근방법에서는 예금이 산출물일 뿐 아니라, 이자를 지급해야 하므로 자금조달 비용이 드는 투입물로도 본다는 것이다. 본 연구에서는 중개가능적 접근방법을 사용한다.

투입물은 노동, 자본, 자금조달비용, 세 항목을, 산출물은 예수금, 대출금 그리고 유가증권 및 투자자산의 세 항목을 사용하였다. 그리고 비효율성 설명변수로는 자본규모(자본/자산), 자산구성(대출금/자산, 예수금/자산), 은행규모(log(자산))와 연도를 사용하였다.

## 3. 실증분석

### 3-1. 분석자료

각 나라별 은행의 자료는 각국 재무제표에서 추출하였다. 국내 은행의 재무제표는 한국상장사협의회에서 발행한 기업정보 웨어하우스 TS2000에 수록된 1995-1999년도의 자료를 사용하였으며, 일부 항목은 한국증권거래소에서 공시하는 상장사 공시자료를 참조하였다. 일본은행의 재무제표는 일본전국은행협회에서 공시한 1996-1999년도 자료를 사용하였다. 미국은행의 재무제표는 금융기관을 감독하는 Federal Financial Institutions Examination Council(FFIEC)중 하나인 the Board of Governors of the Federal Reserve System에서 제공하는 National Information Center의 자료를 사용하였으며, 대상연도는 1995-1999년이다. 각국의 환율과 물가지수는 통계청에서 제공하는 수치를 사용하였으며, 물가지수는 95년을 100으로 하여 조정하였다. 환율은 기말환율을 사용하였다.

대상 은행의 수는 한국 16개, 미국 49개, 일본 71개이며, 미국은 자산순위로, 일본은 도시은행과

지방은행을 합한 은행으로 정하였다. 국내 은행은 경남, 광주, 국민, 대구, 부산, 서울, 신한, 전북, 제일, 제주, 조흥, 하나, 한국외환, 한국주택, 한미, 한빛의 16개 은행이다. 평화은행은 기업정보웨어하우스 TS2000에 수록되지 않은 관계로 자료의 일관성을 위하여 포함시키지 않았다.

<표1>은 사용변수에 대한 1995년부터 1999년까지의 평균을 나타내고 있다.

<표1> 각국 은행의 기초통계량 평균

	한국	미국	일본
영업비용	2101.4	3127.7	3088.6
예수금	10165.5	28978.6	53706.5
대출금	12567.2	28589.5	48037.1
유가증권	13421.5	11331.6	12405.7
자산	19385.8	46813.5	72375.5
자본	916.2	3512.4	2790.6
직원수 (명)	5390	12453	3907

주1) 단위는 95년 기준 백만US \$.

주2) 일본의 경우 1996년부터 1999년까지

### 3-2. 추정모형

본 연구의 추정모형은 다음과 같다.

$$\ln TC_{it} = \alpha_0 + \sum_{l=1}^3 \beta_l \ln p_{lit} + \sum_{r=1}^3 \beta_r \ln y_{rit} + \frac{1}{2} \sum_{l=1}^3 \sum_{m=1}^3 \beta_{3+l+m} \ln p_{lit} \ln p_{mit} + \frac{1}{2} \sum_{r=1}^3 \sum_{s=1}^3 \beta_{12+3r+s} \ln y_{rit} \ln y_{sit} + \sum_{l=1}^3 \sum_{r=1}^3 \beta_{21+3l+r} \ln y_{rit} \ln p_{lit} + v_{it} + u_{it} \quad (3)$$

TC : 총비용  
i : 은행식별번호  
t : 연도  
 $p_l$  or  $p_m$  : 투입물 가격  
 $y_r$  or  $y_s$  : 산출물 액수  
 $v_{it} \sim iid N(0, \delta^2)$

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 z_{1it} + \delta_2 z_{2it} + \delta_3 z_{3it} + \delta_4 z_{4it} + \delta_5 z_{5it} + W_{it} \quad (4)$$

$W_{it}$  : truncated  $N(0, \delta^2)$ ,  $W_{it} \geq -z_{it}\delta$   
 $z_1$  : 자본/자산  
 $z_2$  : 대출금/자산  
 $z_3$  : 예수금/자산  
 $z_4$  : log(자산)  
 $z_5$  : 연도

본 연구는 식(3)과 (4)를 추정하기 위해 FRONTIER 4.1 (Coelli, 1996)에서 제시되고 있는 최우추정법을 사용하였다.

### 3-3. 추정결과

<표2>는 (4)식의 계수 추정치이다. 연도를 제외한 모든 변수가 효율성과 양의 상관관계가 있다는 결

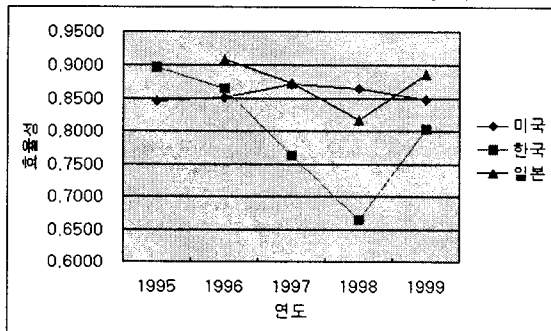
과를 보여준다. 특히 국내 은행들의 부실채권으로 인한 급격한 자본의 감소로 자본/자산의 비율이 급락, 효율성 저하에 큰 영향을 미친 것으로 보인다. 비효율성 설명변수의 추정결과는 국내 은행의 비효율성이 재무구조와 관련이 있음을 보여주며, 환율변동과 부실채권의 재평가가 가져온 급격한 변동이 효율성의 급락을 설명하고 있음을 보여준다. 이런 불연속성은 과거의 높은 효율성이 채권의 평가기준이 변한 데 따른 비연속성에 의한 것인지를 추가로 검증할 필요성을 제시한다.

<표2> (4)식의 계수 추정치

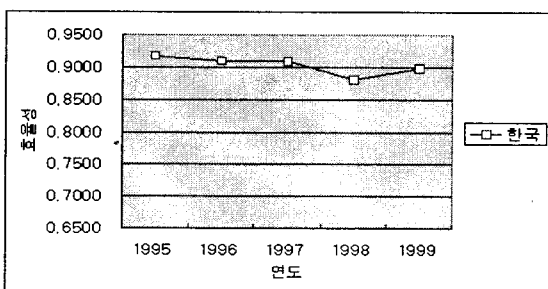
	coefficient	standard error	t-ratio
상수	3.5724	0.9535	3.7465
자본/자산	-12.1877	3.0578	-3.9858
대출금/자산	-0.0268	0.5330	-0.0503
예수금/자산	-1.2533	0.4479	-2.7980
log(자산)	-0.1150	0.0381	-3.0192
연도	0.1639	0.0381	4.3035

각국 은행산업의 효율성 추정치 평균이 <그림1>에 제시되어 있다. <그림1>을 보면 금융위기인 1997년 이후 한국 은행산업의 효율성이 급격히 떨어진 것을 볼 수 있다. 그러나 금융위기 이전의 효율성은 미국, 일본에 비해 낮지 않음을 알 수 있다. 이것은 한국 은행산업의 운영효율성 자체는 그다지 낮지 않음을 보여주며, 금융위기 전후의 급격한 효율성 하락은 환율변동과 부실채권에 따른 재무구조의 변화때문으로 파악할 수 있다.

<그림1> 각국 은행산업의 효율성 수준



<그림2> 한국 은행산업의 효율성 수준



<그림2>는 한국의 은행만을 대상으로 같은 모형을 추정한 결과이다. 이 결과로는 금융위기를 전후한 효율성의 변동을 파악할 수 없다. 즉, 국내 은행만을

대상으로 할 경우 금융위기로 인한 효율성 변동을 제대로 포착할 수 없음을 보여주며, 외부환경의 변화에 따른 효율성의 변화를 감지하지 못하여, 은행의 구조조정에 실질적인 자료를 제공할 수 없음을 의미한다. 즉, 급격한 외부환경의 변화가 있을 경우, 그 지역경제만을 대상으로 하는 것보다 다른 지역과의 비교를 통한 분석이 필요함을 시사한다.

#### IV. 결론

본 연구는 확률 프런티어(stochastic frontier) 분석방법을 사용, 1995년부터 1999년까지 한국, 미국, 일본의 136개 상업은행을 대상으로 효율성을 추정하였다. 본 연구의 결과는 한국 은행산업의 효율성이 금융위기 기간을 전후해 급격히 하락함을 보이고 있다. 반면 국내 은행만을 고려한 경우, 추정결과는 효율성의 변동을 보이고 있지 않다. 이와 같은 효율성 추정결과는 한 지역경제에 금융위기와 같은 큰 충격이 있을 경우, 다른 경제와의 비교를 통한 연구가 효율성의 변동을 포착할 수 있음을 보여준다. 이는 은행효율성 분석에 있어서 국제비교연구의 필요성을 시사한다고 할 수 있다.

본 연구는 비효율성의 요인으로 재무구조와 관련된 변수만을 사용하였으므로, 수익성과 같은 경영성과 관련 변수들과 비효율성의 관계는 파악하지 못하고 있다. 따라서 수익성과 같은 경영성과 변수를 포함하는 모형의 개발이 필요하다.

#### <참고문헌>

- 공정택 (1996), 우리나라 은행산업의 경영효율성 분석. *생산성논집*, 11(1), 55-76.
- 김영래, 이상범 (1999), DEA를 이용한 국내은행의 효율성 분석. *산경논집*, 14(1), 295-320.
- 김인기, 유재균 (1999), 이윤함수를 이용한 우리나라 은행산업의 X-비효율성 측정. *금융학회지*, 4(2), 55-84.
- 김태혁 (1995), 우리나라 예금은행의 수익성과 효율성에 관한 분석. *경영-경제연구*, 부산대학교, 14(1), 201-224.
- 박승록, 이인실 (2000), 우리나라 일반은행의 생산 효율성 분석과 정책적 의미. *한국경제연구학회 제5회 정책포럼 발표논문* (2000.10).
- 손승태 (1993), 국내은행의 경영효율성 비교분석. *한국개발연구원 연구보고서* 93-01.
- 유완식 (1997), 우리나라 은행산업의 X-비효율성 분석. *금융연구*, 11(2), 47-73.
- 이상규, 권영준 (1999), 우리나라 은행산업의 생산성 변화 요인: Malmquist 방법론의 적용. *금융학회지*, 4(2), 85-122.
- 이상규, 김정인 (2000), 규제 완화가 우리나라 은행산업의 비용효율성과 비용생산성에 미친 효과. *금융학회지*, 5(1), 67-110.
- 이영수 (1993), 우리나라 은행산업의 효율성 추정과 변동요인 분석. *금융연구*, 7(2), 157-190.
- 이영수, 이충렬 (1999), 은행퇴출과 은행 경영성과에 대한 연구. *금융학회지*, 4(1), 49-78.
- 정운찬, 정지만, 함시창, 김규한 (2000), 우리나라 은행산업의 효율성: fourier flexible 비용함수의 분석을 중심으로. *경제학연구*, 48(1), 85-114.
- 최태성, 장익환 (1992), DEA를 이용한 금융기관의

- 운영효율성 평가. *재무관리연구*, 9(2), 77-100.
- 한동호 (1998), 이윤함수를 이용한 은행의 X-비효율성에 대한 실증연구. *재무연구*, 16, 237-263.
- Allen, L. and Rai, A. (1996), Operational efficiency in banking: an international comparison, *Journal of Banking and Finance*, 20(4), 655-672.
- Battese G. E. and Coelli T. J. (1995), A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data, *Empirical Economics*, 20(2), 325-332.
- Berg, S., Forsund, F., Hjalmarsson, L. and Suominen, M. (1993), Banking efficiency in the Nordic countries, *Journal of Banking and Finance*, 17(2,3), 371-388.
- Berg, S., Bukh, P. N. D., Forsund, F. R. (1995), Banking efficiency in the Nordic countries: a four-country Malmquist index analysis, Working Paper, University of Aarhus, Denmark.
- Bergendahl, G. (1995), DEA and benchmarks for Nordic banks, Working Paper, Gothenburg University, Gothenburg, Sweden.
- Coelli T. (1996), A guide to FRONTIER version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation, Working Paper, CEPA University of New England, Australia.
- Gilbert, R. A. and Wilson, P. W. (1998), Effects of deregulation on the productivity of Korean banks, *Journal of Economics and Business*, 50(2), 133-155.
- Pastor, J. M., Perez, F. and Quesada, J. (1997), Efficiency analysis in banking firms: an international comparison, *European Journal of Operations Research*, 98(2), 395-407.
- Ruthenberg D. and Elias R. (1996), Cost economies and interest rate margins in a unified European banking market, *Journal of Economics and Business*, 48(3), 231-249.