

## 노 트

# 한국기업의 환경법규위반패턴에 관한 연구 : 대응분석을 이용한 실증적 분석

최 용 석 · 강 상 목\*

부산대학교 통계학과, \*에너지관리공단 기획조정실  
(1993년 6월 13일 접수)

## Study on the Pattern of Environmental Regulation Violation of the Korean Firms : positive analysis using the correspondence analysis

Yong-Seok Choi and Sang-Mok Kang\*

*Dept. of Statistics, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea*  
*\*Office of Planning and Codination, The Korea Energy Management  
Corporation, Seoul, 137-073, Korea*  
(Manuscript received 13 June 1994)

### Abstract

The environmental regulation violation of the Korean firms is causing severe environmental pollution lately. Nevertheless, there are few studies on the firm's pattern of environmental regulation violation. In this paper, for the pattern of environmental regulation violation of the Korean firms, we give a type of statistical data analysis using the correspondence analysis. Therefore, with more effective control and inspection based on this, we have an effective and enforceable system decreasing the violative firms.

Key Words : environmental regulation violation, correspondence analysis

### 1. 서 론

최근에 정부의 환경규제강화와 국민의 각성과 관심의 증가로 기업들의 환경에 대한 인식전환의 과도기에 있다고 볼 수 있다. 그런데 지난 94년 1월에 발생한 또 한차례의 낙동강 오염사태는 기업의 환경오염행위에 대한 경각심과 함께 식수오염의 심각성에 대한 경악을 금할 수 없는 현실의 위

기를 잘 대변해 주고 있다. 이와같은 사태는 환경법규를 잘 준수한다고 말로만 외치는 위반기업들이 상당한 비율에 이르고 있음을 단적으로 드러낸 증거라 할 수 있다(한국형사정책연구원, 1990). 또한 위반기업의 위반행위가 당국의 감시단속의 강화로 점차 감소해간다고 외치는 환경당국의 주장도 그 신뢰성을 잃었음이 자명하다.

이처럼 우리가 직면한 현실의 사태를 통해서, 기업들이 환경준수에 대한 인식전환으로 자발적으

로 환경법규를 준수해줄 것을 기대하기에는 불가능함을 인정하지 않을 수 없다. 따라서 현행제도의 수정과 보완뿐만 아니라, 더욱 중요한 요소로는 위반기업을 적발하고, 억제할 수 있는 환경당국의 감시, 단속체계의 효과적 집행이 시급한 실정에 이르렀다. 효과적인 집행을 위해서는 우선적으로 위반기업들의 법규위반의 행태에 관한 연구가 선행되어야만 할 것이다(Kerry and Oates, 1992).

이를 위하여 2장에서는 1990년 1월 1일부터 1991년 6월 30일 까지 전국 6개 환경청의 공해배출업소 단속(수질오염 중심)의 자료를 소개하였다. 이 자료는 현행 환경처(1990-1992)의 수질 단속업무지침의 분류변수에 따라 위반기업들이 관측되는 분할표(contingency table) 형태로 고려될 수 있다.

3장에서는 분할표자료에 대한 분석기법으로 잘 알려진 카이제곱 검정과 최근에 알려진 대응분석(correspondence analysis)을 이용하였다(최용석, 1993, 1장).

끝으로 4장에서는 위반기업에 관한 3장의 결과를 요약하고 보다 효율적인 오염방지와 위반기업의 관리에 대한 정책적 시사를 향후과제로 제시하려 한다.

## 2. 한국기업의 환경법규위반패턴 자료와 전통적 분석기법

기업의 위반패턴 분석을 위해서 환경처에서 1990년 1월 1일부터 1991년 6월 30일까지 직접 지도단속 활동한 결과 법규위반으로 적발된 관할 지청별 수질배출업소의 현황에 관한 자료를 이용하였다. 그 중에서 서울지방환경청과 부산지방환경청 관할하에서 위반으로 적발된 1239개 기업을 표본기업으로 선정하였다. 그 이유는 서울, 부산지방환경청 관할하의 수질배출업소가 위반기업에 관한 가장 포괄적이고 다양한 패턴을 제공하였기 때문이다.

Table 1은 원자료를 현행 환경처의 수질단속업무지침(환경처, 1990-1992)의 분류기준(허가종별,

등급, 위반농도, 위반시기, 위반횟수, 위반주기, 위반내역, 위반조치) 중 등급과 위반농도에 따라 재구성된 행과 열범주(category)를 가진 분할표(contingency table) 자료이다.

Table 1. Contingency table of grades and BOD(COD) violation quantities

Grades	BOD(COD) violation quantities				
	1	2	3	4	5
Blue	3	12	2	0	2
Green	6	93	32	12	17
Yellow	1	5	5	3	3
Red	0	41	18	6	21

전통적으로 분할표 자료를 통해 알고자하는 점은 행과 열범주의 관련성 문제이다. 여기서는 등급과 위반농도간에 관련성이 있는가 하는 점이다. 이는 통계학에서는 행과 열범주의 독립성 문제에 해당하며 카이제곱통계량( $\chi^2$ )을 이용하여 검정한다(최용석, 1993, 2장). 최근에 이런 전통적 분석에서 한 걸음 더 나아가 행과 열범주가 관련성이 있다면 구체적으로 어느 행과 열범주가 서로 관계를 맺고 있는지를 제시하는 다변량 분석기법으로 대응분석(correspondence analysis)이 있다(최용석, 1993).

따라서 Table 1과 3절의 Table 2와 Table 3은 환경처의 수질단속업무지침의 분류기준에 따라 재구성된 분할표 자료들 중 앞서 언급한 카이제곱검정을 통하여 P-값(0.007, 0.000, 0.000)이 매우 작고(통계학적으로 행과 열범주간에 연관성이 있다는 사실을 받아들이기에 충분함을 의미함) 환경법규 위반패턴을 제시하는데 의미가 있다고 생각되는 자료들이다. 여기서 언급하지 않는 자료들과 그들에 대한 자세한 분석은 강상목(1993)을 참고하기 바란다. 그리고 분할표 자료에서 언급된 환경처의 수질단속업무지침의 분류기준(등급, 위반농도, 산업시설, 위반횟수)은 다음과 같다.

### ① 등급(지난 2년간 위반횟수기준)

- 청(Blue) : 지난 2년간 위반이 없었던 기업
- 녹(Green) : 지난 2년간 2회이상 위반한 기업
- 황(Yellow) : 지난 2년간 3회이상 위반한 기업 및 고의적 위반기업

적(Red) : 다음의 배출허용기준을 위반한 기업

- 특정유해물질 : 200%이하  
3회이상 혹은 200%이상 초과배출
- 일반오염물질 : 400%이하  
3회이상 혹은 400%이상 초과배출

② 위반농도(BOD(COD) 기준)

- (1) 100%미만 위반 (2) 100%이상 위반
- (3) 200% 이상 위반 (4) 300%이상 위반
- (5) 400%이상 위반

③ 산업시설(고유번호 기준)

- 11(A) 산업용화학 제조업
- 12(B) 기타화학제조업
- 13(C) 고무 및 플라스틱제조업
- 14(D) 제1차금속제조업
- 15(E) 가공금속·기계제조업
- 16(F) 석유정제업
- 17(G) 가죽·모피제조업
- 18(H) 식료품제조업
- 19(I) 해산물판매장
- 20(J) 음료품제조업
- 21(K) 섬유제조업
- 22(L) 종이·담배제조업
- 23(M) 비금속광물제조업
- 24(N) 운수시설·장비수선업
- 25(O) 세탁업
- 26(P) 석탄광업
- 27(Q) 금속광업
- 28(R) 기타광업
- 29(S) 인쇄·출판업
- 30(T) 사진처리업
- 31(U) 사회서비스업
- 32(V) 축산업
- 33(W) 전기업
- 34(X) 폐수처리업
- 35(Y) 공통시설
- 36(Z) 기타

④ 위반횟수(각 기업의 총 위반 횟수기준)

- (1) 1회 (2) 2회 (3) 3회 (4) 4회
- (5) 5회 (6) 6회

위의 분류기준에서 ( )안의 문자는 Table 1, Table 2 그리고 Table 3에서 행과 열 범주를 나타내고 3절의 분석에서 사용하기 위한 것이다.

3. 대응분석을 이용한 기업환경법규위반의 패턴분석

대응분석(correspondence analysis)이란 분할표 자료의 행(row)과 열(column)을 저차원 공간상의 점들로 동시에 나타내어 그들의 대응관계를 탐구하려는 탐색적자료 분석기법이다. 대응분석은 사회학, 생태학, 심리학, 기상학, 교육학, 지리학, 경제학 등의 여러 분야에 걸쳐 응용되고 있다. 실제 대응분석은 SAS의 PROC CORRESP에서 제공되는데 이를 위한 문법과 대수적·기하적 이론은 최용석(1993)을 참고하기 바란다.

다음의 Fig. 1은 2절의 Table 1의 등급과 위반농도의 분할표 자료의 대응분석 결과를 간단히 그림으로 나타낸 것이다.

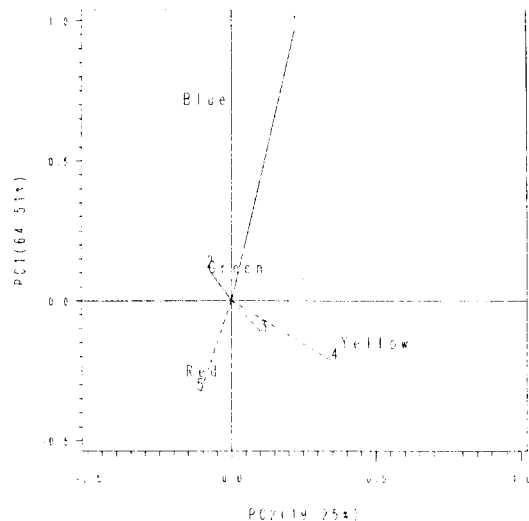


Fig. 1. Correspondence analysis plot for the grades and BOD(COD) violation quantities data.

이를 2차원의 대응분석그림이라 한다. 이 그림에서 알 수 있는 몇 가지 점을 요약하여 보자(최용석, 1993, 1장).

- 1. 그림에서의 좌표점들은 행과 열 범주를 나타

낸다.

2. 행좌표점 간의 거리나 열좌표점간의 거리는 각각 유클리드거리(Euclidean distance)를 의미하며 가까이 있다면 범주들의 성격이 비슷함을 나타낸다.
3. 행좌표점과 열좌표점 사이의 거리는 별 의미가 없다. 다만 방향성만 가질뿐이다.
4. 특정한 열범주 방향으로 행범주가 놓여 있다면 이를 서로 대응한다고 한다.
5. 제1, 제2 좌표축(pc1과 pc2)에 표시된 비율(%)의 합은 2차원 대응분석그림이 원자료의 행과 열 범주의 대응관계를 얼마나 잘 설명하는 가를 나타낸다.

### 3.1 등급과 위반농도의 대응분석

Fig. 1을 보면 제 1좌표축에 대하여 윗쪽의 행범주인 등급 Blue(지난 2년간 위반이 없었던 기업)와 Green(지난 2년간 2회 이상 위반한 기업)은 아래쪽의 행범주의 등급 Red(기준 초과 배출한 기업)과 Yellow(지난 2년간 3회 이상 위반 및 고의적 위반기업)과는 다른 방향으로 상대적으로 멀리 떨어져 있다. 이런 상대적 위치는 위반하는 기업의 등급에 차이점이 있음을 기하적으로 말하고 있다. 실제 이들 행범주인 등급 Blue(청)와 Green(녹)은 BOD(COD) 위반농도를 나타내는 실선인 열 범주 1(100% 미만)과 2(100%-200%)방향으로 대응하고 있다. 이와는 반대로 행범주 Yellow(황)은 점선인 열범주 3(200%-300%)과 4(300%-400%) 방향으로, 행범주 Red(적)은 열범주 5(400% 이상) 방향으로 대응하고 있음을 알 수 있다.

결론적으로 위반기업 Blue(청)와 Green(녹)에 비해 Yellow(황)과 Red(적)에 해당하는 기업이 위반시 많은 농도를 위반함을 알 수 있다. 끝으로 Fig. 1인 2차원의 대응분석 그림은 원자료 Table 1을 83.76(64.51+19.25)%를 설명하고 있다.

### 3.2 산업시설과 위반농도의 대응분석

Table 2는 산업시설(이 자료에서 36개 산업시설

중 관측되지 않은 18개 산업시설은 제외하였다)과 위반농도의 자료이다. Fig. 2는 이 자료의 대응분석그림이다. Fig. 2의 2차원 대응분석그림은 원자료를 78.94(55.67+23.27)%를 설명한다. 그림의 위쪽에 있는 열범주인 위반농도 1(100% 이하)인 실선 방향으로 L(종이 및 담배제조업)이 대응되어 이 산업시설에서는 오염 농도가 낮음을 알 수 있다. 그림의 왼쪽에 있는 점선인 위반농도 2(100%-200%)와 3(200%-300%)에 가장 많은 산업시설(A(산업용 화학), D(제 1차 금속제조업), E(금속·기계제조업), K(섬유제조업), M(비금속 광물제조업), S(인쇄 및 출판업), U(사회서비스업))이 대응하고 있다. 그리고 그림의 오른쪽 아래에는 산업시설 G(가죽 및 모피제조업), N(운수시설 및 장비수선업), X(폐수처리업), 그리고 Z(기타)는 실선인 위반농도 4(300%-400%)와 점선인 5(400%이상) 방향으로 대응하고 있다. 이는 이런 산업시설에서 환경위반을 할 경우 오염농도가 상대적으로 심함을 나타낸다.

Table 2. Contingency table of industrial facilities and BOD(COD) violation quantities

Industrial facilities	BOD(COD) violation quantities				
	1	2	3	4	5
A	0	13	5	0	4
B	2	6	3	1	1
C	0	1	1	0	1
D	0	2	2	0	0
E	1	24	9	1	4
F	1	0	0	0	0
G	0	46	13	11	24
H	2	9	4	3	2
J	0	0	1	0	0
K	1	27	16	3	3
L	3	6	0	1	0
M	0	6	0	0	0
N	0	0	1	1	1
S	0	2	0	0	0
T	0	1	1	0	1
U	0	5	1	0	0
X	0	1	1	0	1
Z	0	1	0	0	1

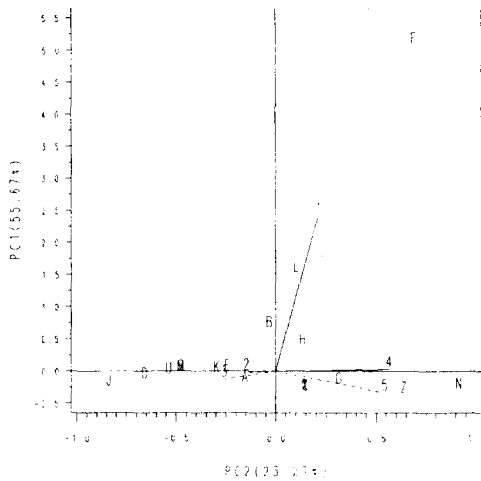


Fig. 2. Correspondence analysis plot for the industrial facilities and BOD(COD) violation quantities.

### 3.3 산업시설과 위반횟수의 대응분석

Fig. 3은 산업시설과 위반횟수의 분할표 자료 Table 3의 대응분석그림이다. 2차원의 이 그림은 원자료를 83.64(68.37+15.27)% 설명하고 있다. 제 1축(pc1)의 아랫쪽에는 열범주 위반횟수 1(1회)에 H(식품제조업)와 J(음료제조업)등 비교적 많은 산업시설들이 대응하고 있고 그림의 윗쪽 왼편에는 실선인 위반횟수 3(3회)에 B(기타 화학제조업)과 X(폐수처리업)이 대응하고 있다. 그리고 A

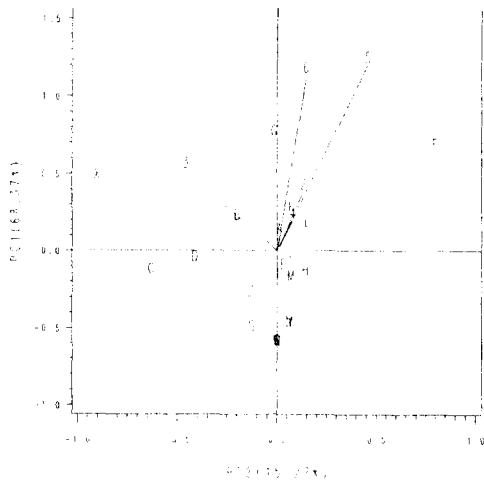


Fig. 3. Correspondence analysis plot for the industrial facilities and violation frequency.

(산업용화학)과 L(종이·담배제조업)은 위반횟수 2(2회)에 주로 대응하고 K(섬유제조업)는 4(4회)에 대응하고 있다. 위반횟수가 5회와 6회 방향으로는 G(가죽·모피제조업)이 대응하고 있다. 따라서 기타화학제조업, 폐수처리업, 섬유제조업 그리고 가죽·모피제조업은 반복위반(3회이상)을 자주함을 보여준다.

Table 3. Contingency table of industrial facilities and violation frequency

Industrial facilities	Violation frequency					
	1	2	3	4	5	6
A	50	13	6	2	2	1
B	43	15	10	2	1	0
C	8	0	2	0	0	0
D	28	3	6	1	0	0
E	342	84	22	13	1	0
F	3	1	0	0	1	0
G	40	39	17	2	5	1
H	43	12	1	1	0	0
J	1	0	0	0	0	0
K	103	47	15	9	4	1
L	22	9	2	1	1	0
M	25	6	1	0	0	0
N	14	1	0	0	0	0
O	3	0	0	0	0	0
R	2	0	0	0	0	0
S	24	0	1	0	0	0
T	9	0	0	0	0	0
U	28	2	0	0	0	0
V	12	1	0	0	0	0
W	3	0	0	0	0	0
X	3	1	2	0	0	0
Z	25	2	2	1	0	0

### 4. 결론

지금까지 위반기업들의 패턴분석을 위해 등급과 위반농도, 산업시설과 위반농도, 산업시설과 위반횟수의 대응분석을 실시하였다. 이를 통하여 알 수 있는 점은 등급(청, 녹, 황, 적)별, 산업시설별 기업들이 오염농도(BOD(COD))를 높게 혹은 낮게 위반함이 뚜렷하게 관련이 있었다. 따라서 환경위반기업을 근절하기 위해서는 등급별, 산업별 분류를 적극 활용하고 기준 위반시 부과금, 배출허용

농도, 경제적 유인책 사용 등 법규의 실질적인 차등이 적용되어야 할 것이다. 이러한 법규의 차등화는 법규가 완화된 등급(특히 청, 녹색기업)에 속하려는 유인을 주게 될 것이다.

끝으로 산업시설별 위반을 자주하는 기업도 분석을 통해 알 수 있었는데 이들 기업에 대해 지속적인 지도와 단속을 펼친다면 효율적인 오염방지 및 위반기업의 관리를 실현시켜 줄 것이다.

### 감사의 글

본 논문을 심사하시고 조언해주신 익명의 심사위원들께 감사 드립니다.

### 참고 문헌

- 강상목, 1993, 한국기업의 폐수배출허용기준 위반 행태에 관한 경제학적 연구, 부산대학교, 박사학위논문
- 최용석, 1993, SAS 대응분석, 자유아카데미.
- 한국형사정책연구원, 1990, 환경범죄의 현황과 대책.
- 환경처, 1990-1992, 환경백서, 일지사.
- Kerry, T. R. and Oates, W. E., 1992, Environmental Economics: A survey, *Journal of Economic Literature*, 675-740.