

## 확률화응답기법의 실용화 방안1)

류 제 복2), 이 계 오3), 이 기 성4)

### 요 약

응답자들이 응답을 꺼려하는 민감한 사항에 대한 조사에 거짓응답을 하거나 응답을 회피함으로써 응답편의(response bias)가 발생한다. Warner(1965)는 이러한 응답편의를 줄여주기 위하여 확률장치를 사용하는 확률화응답기법을 제안하였다. 그러나 이 기법은 이론적으로 우수함에도 불구하고 실제 사용하려고 할 때에 여러가지 문제점을 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 확률화응답기법의 실용화를 위하여 이 기법들이 적용된 사례들을 비교분석하고 특징과 문제점등을 찾아 이를 보완하여 실용화를 위한 단계적 방안을 제시하였다. 또한 이들을 실제조사에 적용하였다.

### 1. 머리말

사회가 발달할수록 다양한 내용에 대한 조사가 필요하게 된다. 특히 음주운전, 낙태, 탈세여부 등과 같은 민감한 사항에 대한 조사에 응답자들이 응답을 꺼려한다. 응답자들이 자신의 신분이 노출되는 것을 원치 않으므로 이러한 민감한 사항에 대하여 응답을 회피하거나 거짓응답을 하여 응답편의가 발생한다. Warner(1965)는 응답자들의 신분을 보호해 주는 확률장치를 사용함으로써 응답편의를 줄여 보다 정확한 정보를 얻을 수 있는 확률화응답기법을 제시하였다. 이후 새로운 기법의 개발과 다양한 확률장치가 고안되는 등 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 Fox와 Tracy(1986), Chaudhuri와 Mukerjee(1988) 그리고 류제복, 홍기학과 이기성(1993)들이 확률화응답기법들을 정리, 요약하였고 또한 이를 체계화시켰다. 아울러 이들을 실제 조사에 적용하고자 하는 노력도 꾸준히 시도되고 있다. 이러한 노력으로 이 기법들의 활용이 여러분야로 급속히 확대되어 가고 있다. 그러나 이론적인 우수성에도 불구하고 실제 활용면에서는 아직도 많은 문제점들이 있다. 그 이유로는 확률화응답기법이 기존의 방법들에 비하여 상대적으로 효율적이라는 확고한 증거가 부족하고 통계 이외의 분야(사회학, 경영학, 심리학, 의학 등)의 연구자들이 이 방법에 대한 충분한 이해가 미흡하기 때문이다. (Umesh and Peterson, 1991)

본 연구에서는 확률화응답기법의 실용화를 위한 방안을 마련하고자 한다. 3장에서는 순수하게 확률화응답기법들이 적용된 사례들만을 비교분석하여 어떤 확률화응답기법이 가장 많이 활용되고 있으며 실제 응용에 널리 사용되는 확률장치는 무엇인가? 그리고 이들의 특징과 문제점등을 찾고 4장에서는 비교분석을 통하여 제기되는 문제점들을 보완하고 실용화를 위한 단계적 방법을 제시한다. 그리고 5장에서는 확률화응답기법을 제시한 실용화 방안에 따라 실제조사에

1) 이 논문은 1993년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

2) (360-764) 충북 청주시 내덕동 36, 청주대학교 응용통계학과.

3) (363-849) 충북 청원군 남일면 공군사관학교.

4) (565-800) 전북 완주군 삼례읍 후정리 490, 전주우석대학교 계산통계학과.

적용하여 이들의 효율성을 검토한다.

## 2. 확률화응답기법

본 장에서는 여러가지 확률화응답기법중에서 실제 조사연구에 주로 사용되고 있는 기법들을 간략히 살펴보고자 한다.

### 2.1 관련질문기법(Warner기법)

Warner(1965)는 민감한 속성을 갖는 모집단 비율을 추정하기 위하여 두 개의 질문이 모두 민감한 속성과 관련이 있는 관련질문기법을 제안하였다.

질문1 : “당신은 민감한 속성  $A$ 를 가지고 있습니까?”

질문2 : “당신은 민감한 속성  $A$ 를 가지고 있지 않습니까?”

단순임의복원추출된  $n$ 명의 응답자들은 확률장치에 의해서 선택된 질문에 “예” 또는 “아니오”로만 응답한다. 질문1이 선택될 확률을  $p$ , 질문2가 선택될 확률을  $1-p$  라 하면 응답자가 “예”라고 응답할 확률은 다음과 같다.

$$\lambda = p\pi + (1-p)(1-\pi) \quad (2.1)$$

여기서,  $\pi$ 는 민감한 속성을 갖는 모집단 비율이다.

$n$ 명의 응답자 중에서 “예” 라고 응답한 사람의 수가  $n'$ 이면, 민감한 속성  $A$ 를 갖는 모집단비율  $\pi$ 의 추정량  $\hat{\pi}_w$ 와 분산  $V(\hat{\pi}_w)$ 는 다음과 같다.

$$\hat{\pi}_w = \frac{\hat{\lambda} - (1-p)}{2p-1}, \quad \hat{\lambda} = \frac{n'}{n}, \quad p \neq 1/2 \quad (2.2)$$

$$V(\hat{\pi}_w) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{p(1-p)}{n(2p-1)^2} \quad (2.3)$$

확률화응답기법에 의해서 얻어진 추정량의 분산식(2.3)은 직접질문으로부터의 분산과 확률장치를 사용함으로써 생기는 분산의 합으로 되어 있다.

### 2.2 무관질문기법

Greenberg et al.(1969)에 의해 제안된 무관질문기법은 Warner기법에서 질문2 대신에 민감한 속성과 전혀 무관한 민감하지 않는 속성  $Y$ 에 대한 질문을 사용한다. 즉,

질문1 : “당신은 민감한 속성  $A$ 를 가지고 있습니까?”

질문2 : “당신은 속성  $Y$ 를 가지고 있습니까?”

이러한 무관질문기법에서 단순임의복원추출된  $n$ 명의 응답자들이 “예”라고 응답할 확률은 다음과 같다.

$$\lambda = p\pi + (1-p)\pi_y \quad (2.4)$$

여기서,  $\pi$ 는 민감한 속성을 갖는 모집단 비율이며,  $\pi_y$ 는 민감한 속성과 관계가 없는 민감하지 않은 속성  $Y$ 를 갖는 모집단 비율이다.

$n$ 명의 응답자 중에서 “예”라고 응답한 사람의 수가  $n'$ 이면, 무관속성의 모비율  $\pi_y$ 를 안다고 가정할 경우  $\pi$ 의 추정량  $\hat{\pi}_u$ 와 분산  $V(\hat{\pi}_u)$ 는 다음과 같다.

$$\hat{\pi}_u = \frac{\hat{\lambda} - (1-p)\pi_y}{p}, \quad \hat{\lambda} = \frac{n'}{n} \quad (2.5)$$

$$V(\hat{\pi}_u) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{(1-p)\{p\pi(1-2\pi_y) - (1-p)\pi_y^2 + \pi_y\}}{np^2} \quad (2.6)$$

그러나,  $\pi_y$ 를 모를 경우에는 모집단으로부터 단순임의복원으로 크기가  $n_1$ 과  $n_2$ 인 두 개의 독립 표본을 추출하여야 한다. 두 개의 표본을 사용해야 되므로  $i(i=1,2)$  번째 표본에서 민감한 질문이 선택될 확률이  $p_i$ 가 되는 두 개의 확률장치가 필요하게 된다.

Moors(1971)는 Greenberg et al.(1969)이 제시한  $p_1 + p_2 = 1$ 인 조건에서  $p_1$ 과  $p_2$ 의 선택이 최선이 아니고,  $p_2 = 0$ 가 바람직하다는 것을 제시하였다. 즉,  $\pi_y$ 를 추정하기 위하여 하나의 표본에는 민감하지 않은 질문만 한다. 따라서 이 기법은 앞에서 제시한 Greenberg et al.에서  $p_2 = 0$ 인 특별한 경우가 된다.

Folsom et al.(1973)은 민감한 속성과 전혀 관계 없는 두 개의 무관질문  $Y_1$ 과  $Y_2$ 를 민감한 질문과 함께 사용하는 기법을 제시하였다. 이 때, 무관질문에 대한 모비율  $\pi_{y_1}$ 과  $\pi_{y_2}$ 는 모른다고 가정한다. 모집단으로부터 단순임의복원으로 크기가  $n_1$ 과  $n_2$ 인 두 개의 독립 표본을 추출한다. 이 방법은 표본1에서는 민감한 속성  $A$ 와 무관질문  $Y_1$ 의 두 질문에 대하여 확률장치를 사용하여 질문하고 무관질문  $Y_2$ 는 직접질문하며, 표본2에서는 민감한 속성  $A$ 와  $Y_2$ 를 확률장치를 사용하여 질문하고  $Y_1$ 은 직접질문한다.

### 2.3 강요질문기법

Morton(Greenberg et al., 1969), Abernathy et al.(1970)과 Horvitz et al.(1976))은 세가지 색깔의 구슬이 들어있는 플라스틱 상자를 사용하여 응답자가 선택한 구슬의 색깔에 따라 다음 질문에 응답을 요구하는 강요질문기법을 제안하였다.

질문1 : “당신은 민감한 속성  $A$ 를 가지고 있습니까?”

질문2 : “예”라고 응답한다.

질문3 : “아니오”라고 응답한다.

이 때 각 질문이 선택될 확률은  $p_i (i=1,2,3)$  이고 이들의 합은 1이 된다. 응답자들은 확률 장치에 의해 질문1이 선택되면 질문에 사실대로 응답하고, 질문2가 선택되면 “예”라고 질문 3이 선택되면 “아니오”라고 응답하도록 강요된다. 이 때 응답자들이 “예”라고 응답할 확률은 다음과 같다.

$$\lambda = p_1\pi + p_2 \quad (2.7)$$

$n$  명의 응답자 중에서 “예” 라고 응답한 사람의 수가  $n'$  이면, 민감한 속성  $A$ 를 갖는 모집단을  $\pi$ 의 추정량  $\hat{\pi}_r$ 와 분산  $V(\hat{\pi}_r)$ 는 다음과 같다.

$$\hat{\pi}_r = \frac{\hat{\lambda} - p_2}{p_1}, \quad \hat{\lambda} = \frac{n'}{n} \quad (2.8)$$

$$V(\hat{\pi}_r) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{p_1\pi(1-p_1-2p_2)+p_2(1-p_2)}{np_1^2} \quad (2.9)$$

이는 2.2절 무관질문기법의 식(2.4)에서  $p = p_1$  이고,  $\pi_y = p_2/(p_2+p_3)$ 인 경우와 같게 된다. 따라서, 이 기법에서는 두 개의 표본을 사용하지 않고 무관속성의 모비율  $\pi_y$ 의 값을 항상 알 수 있게 된다. (Horvitz et al., 1976)

Drane(1975)과 Lanke(1975)는 민감한 질문1에 대응되는 질문2에 강요된 응답을 요구하는 다음과 같은 강요질문기법을 제안하였다.

질문1 : “당신은 민감한 속성  $A$ 를 가지고 있습니까?”

질문2 : “예”라고 응답한다.

단순임의복원추출된  $n$  명의 응답자들은 확률장치에 의해서 질문1이 선택되면 질문에 사실대로 응답하며, 질문2가 선택되면 무조건 “예”라고 응답하도록 강요된다.

### 3. 적용사례들의 비교분석

확률화응답기법들의 이론적이고 실제적인 효율성에 대한 비교는 상당히 많이 이루어져 왔다. 그러나 여기서는 제시한 기법의 이론적 타당성을 입증하기 위한 적용사례는 제외하고 순수히 조사연구에 확률화응답기법을 사용한 적용사례들만을 비교분석의 대상으로 삼았다. 어느 분야에 어떤 확률화응답기법들이 실제조사에 어떻게 적용되고 있으며, 이때 발생하는 문제점들을 찾아 수정, 보완하여 체계적인 실용화 방법을 마련하고자 한다.

확률화응답기법을 실제조사에 적용한 연구논문(의약, 경영학, 교육학, 사회학과 심리학등의 분야) 20편을 다음과 같은 7가지 기준에 의해 분류하여 <표1>에 정리하였다.

<표1> 확률화응답기법을 적용한 사례들의 비교

저자 및 분야	조사내용	확률화 응답기법	확률장치	조사 방법	효 율 성	문제점 및 기타사항
Beldt, Daniel과 Garcha (1982, 경영, 시장조사)	고용원의 들치기	Takahasi와 Sakasegawa 기법	확률장치 사용하 지 않음	우편 조사	"혹친적이 있는가?" 라 는 질문에 "예"라고 방 답한 확률이 종전의 방 법보다 RRT를 사용한 경우가 유의적으로 낮 게 나타났다. 이는 정 구자들의 기대와는 반대의 현상.	Takahasi-Sakasegawa 기법을 이해하지 못하고 심지어 잘못 이해하고 응답. 질문작성과 안내문작성이 어렵고 또한 이 해시키기도 힘들다.
Geurts (1980, 경영, 시장조사)	들치기, 숙임수 등	무관질문, Morton 기법	두개의 동전	면접 조사	민감한 질문에 대한 무 응답이나 RRT에 의한 추정값이 익명의 설문 조사에 의한 추정값 보 다 높다.	표본을 크게 해야하기 때문에 비용이 많이 들고 응답자를 이해시키기 위하여 많은 시간 이 들며 표와 계산이 복잡하 게 된다.
Reinmuth 와 Geurts (1975, 시장조사)	쇼핑 센터에서 들치기의 빈도를 추 경	무관질문 (2단계 확률 화응답기법인 비추정량용 사용)	75개의 검은 공과 25개의 흰공이 들어있는 상자	면접 조사	직접질문보다 효율적이 며 2단계 확률화응답 기법을 사용할 경우 민 감한 사항에 대하여 추 가적인 정보를 얻을 수 있다.	조사의 전 과정들이 조사결과 를 대외적으로 입증할 수 있 게 계획되어야 한다.
Buchman 과 Tracy (1982, 회계감사)	감사과정 에서 그릇 종결 (sign-off s)을 할 위험성 여 부를 조사	강요질문	일달러 짜 리 지폐의 고유번호	우편 조사	민감한 질문에 대하여 RRT가 종전 방법보다 더 진실된 응답을 얻 을 수 있다.	RRT에 대한 응답자들의 이해 가 부족하고 RRT사용시 조사보다 면접조사가 보다 효율적이라 생각된다.
Barth와 Sandler (1976, 교육심리)	고등학교 학생들의 일괄 사용	무관질문	두개의 동전	자 기 기입법	일괄사용에 대한 추정 값에 RRT가 종전의 자기 보고 보다 높은 값을 나타내지만 이것이 반 응이 RRT의 타당성을 보여준다고 볼 수 없 다.	RRT가 일반적으로 민감한 사 항에 대한 조사에 최선의 대 안으로 볼 수 없다. 따라서 이에 대한 더 많은 연구가 요 구된다.
Fidler와 Kleinknecht (1977, 교육심리)	성적문제	Morton 기법	공기들을 넣은 투명 한 플라스틱 통	면접 조사 (응답자 가 설문 지작성)	민감한 질문에는 RRT 가 효과적이며 응답률 이 상대적으로 높다.	민감하지 않은 질문에서는 방 법간에 차가 없다.
Himmelfarb와 Lickteig (1982, 교육심리)	사회적으 로 민감하 지 않은 56개의 질문을 사용	Morton 기법	3개의 동전	자 기 기입법	사회적 욕구 (Social Desirability)에 따라 유의적인 차가 생긴다. 즉, 민감한 질문에는 R RT가 효과적이다.	사회적 욕구를 측정하여 직접 질문과 RRT와의 관계를 설명. 그러나 사회적 욕구의 척도에 대한 신뢰성이 다소 부족하 다.

<표 1 계속>

저자 및 분야	조사내용	확률화 응답기법	확률장치	조사 방법	효 율 성	문제점 및 기타사항
Lamb와 Stem (1978, 교육)	F-학점	무관질문 (2단계 확률 화응답기법인 사용)	복은 들과 원들이 있는 상 용	면접 조사	RRT에 의한 추정값이 직접질문에 의한 추정 값보다 정확하며 특히 민감한 질문인 경우 RRT의 사용이 보다 효 율적이다.	실제값과 RRT에 의한 추정값 들 간의 차의 검정을 위하여 t-검정을 하고 조사에 응한 응답자들에게 상금추천기회를 부여한다.
Scheers와 Dayton (1987, 교육)	부정행위 컨닝	무관질문	회전판	자기 기입법	민감한 성질에 대한 조 사에서 RRT에 의한 추 정값이 익명의 설문조 사에 의한 추정값보다 더 높다.	익명성의 보장이 민감한 행위 에 대한 심각한 낮은 보고 (underreporting)를 줄여주지 못한다.
Zdep와 Rhodes (1976, 교육)	어린이에 게 물리적 제재 (구타등)	Folsom et al.(1973) 기법	동전	면 접 조사와 자 기 기입법	RRT가 민감한 조사에 서 자기기입법보다 더 효율적이다.	응답후 응답지를 봉투에 봉해 서 조사자에게 주는 것이 우 편으로 보내는 방법보다 회수 율이 훨씬 좋다.
Begin, Boivin과 Bellerose (1979, 사회심리)	성문제, 약물사용, 낙태등의 사회 전반 적인 문제	Morton 기법	주사위	면접 조사	민감한 질문에는 RRT 가 효과적이며 응답률 이 상대적으로 높다.	Fidler 와 Kleinknecht (1977)논문과 상호 비교하고 단점을 보완.
Goodstadt 와 Gruson (1975, 사회조사)	고등학생 들의 약물사용	무관질문	전화번호 의 끝자리 숫자	자 기 기입법	RRT가 유의적으로 적은 응답거부를 나타내고 민감한 질문에 대하여 는 보다 높은 추정값을 재 공한다.	사회적으로 더욱 민감한 약물 에 관하여 질문을 하였을 때 RRT가 더 효과적이라는 증거 는 없다. 왜냐하면 이 실험의 방법들에 대한 조사내용의 민 감성을 검증하기 위하여 계획 되지 않았기 때문이다.
Tracy와 Fox(1981, 사회범죄)	성인이 된 후 법적으로 구속된 수 경우의 수	양적질문	Liu와 Chow (1976)의 확률장치	면접 조사	RRT가 직접질문보다 응답편의를 줄여 준다.	모수의 추정보다는 방법의 타당성을 검토. RRT에서 응답 오차는 우연오차(random error)로 간주.
Wiseman, Moriarty와 Schafer (1975, 사회학)	인종편견 정치문제 도덕성	Morton 기법	포커 칩	면 접 조사와 자 기 기입법	RRT의 결과가 직접질문 의 경우와 비슷하나 자 기기입법보다는 못하 다.	RRT에 대한 이해가 부족. 추 거적인 field testing이 필요 하며 확률장치가 익명성을 보 장해 주는지를 묻는다.
Brewer (1981, 인구조사)	마리화나 의 사용	Folsom et al.(1973) 기법	동전	카드에 적힌 설 문 내용 을 읽고 조사자 에게 “예” 또는 “아 니오”로 응답	RRT에 의한 추정값이 직접질문에 의한 추정 값보다 유의적으로 작 다. (부의효과)	RRT를 사용하기 위한 표본설 계에 문제가 있다. 즉, RRT는 주로 남성에게 적용되고 직접 질문은 주로 여성에게 사용. 무관질문에서 민감하지 않은 속성의 비를 높게 잡아주면 신분보호가 잘 되고 민감한 성질들이 보다 쉽게 찾아진 다.

< 표 1 계속 >

저자 및 분야	조사내용	확률화응답기법	확률장치	조사방법	효율성	문제점 및 기타사항
Duffy와 Waterton (1988, 인구조사)	알콜에 관련된 문제와 음주운전	Morton 기법	카드	면접 조사	RRT와 직접질문과의 차를 기대할 수 없으며 오히려 직접질문이 효율적이라 생각된다.	RRT가 익명성을 보장한다고 응답한 사람이 77%이고 RRT를 충분히 이해하지 못한다고 한 사람이 17%. 젊고 교육 수준이 높을수록 RRT를 잘 이해하며 응답자들과 충분한 친밀관계가 있으면 민감한 질문에도 확률장치가 필요없게 된다.
Danermark와 Swensson (1987, 의약)	마리화나 대마초 약물사용 등	관련질문 (Warner기법)	두개의 주사위가 어있는 라스틱 컵	면접 조사와 자기 기입법	익명의 설문조사와 RRT와의 차이가 통계적으로 유의하지 않다.	높은 우연변동과 비용이 든다. 그리고 "예", "아니오" 대신 문자 A, B를 사용하면 응답자에게 거부감을 덜어줄 수 있다.
Volicer, Cahill, Neuburger와 Arntz (1983, 의약)	여성의 알콜복용	Moors (1971)의 무관질문	0부터 9까지의 난수	자기 기입법	알콜에 관련된 응답 비율은 RRT가 직접 질문보다 유의적으로 높다.	RRT가 응답자들의 여러 특성(연령, 교육수준, 결혼여부 등)에 따라 차이가 크다. RRT의 사용과정을 단계적으로 상세히 기술.
Volicer, B. J.와 Volicer, L. (1982, 의약)	고혈압 환자의 알콜섭취	Moors (1971)의 무관질문	카드(민감한 질문과 민감하지 않은 질문을 비율로 제외한 카드를 사용)	간호원이 질 무해서 환자가 응답	양적 질문에서는 RRT가 직접질문보다 효율적이거나 질적 질문에서는 통계적으로 차이가 없다.	처방된 약의 섭취에 대한 추정에서 가장 큰 어려움은 적절한 질문의 개발이다. (질적 질문에서 질문 형태에 문제가 있다).
Shimizu와 Bonham (1978, 보건통계)	1년간 낙태를 경험한 이 있는 수 들 추정	Folsom et al. (1973) 기법	동전	면접 조사와 자기 기입법	낙태에 대한 민감한 조사에 RRT를 사용하여 얻은 추정값이 종전의 직접질문에 의한 추정값보다 높으므로 RRT의 사용은 가치가 있다고 본다.	두 집단으로부터 낙태에 대한 추정비율이 5.3%와 0.6%로 차이가 무척 큼. 이는 우연으로 보기 어렵고 측정오차의 검토가 요구된다. 이유는 질문 중에 country를 country로 잘못 읽으므로써 생길 수 있고 응답자들이 어머니의 출생월일을 몰라 영향을 받을 수 있다.

- ① 저자 및 분야, ② 조사내용, ③ 확률화응답기법, ④ 확률장치, ⑤ 조사방법, ⑥ 효율성, ⑦ 문제점 및 기타사항

<표1>로 부터 확률화응답기법을 실제조사에 적용하였을 때 야기되는 일반적인 특징과 문제점들이 다음과 같이 요약된다.

< 특징 >

① 실제조사(field survey)에 사용된 확률화응답기법은 Morton기법이 가장 많고 다음으로 무관질문기법, Folsom기법과 Moors기법 순으로 사용되었다.

② 널리 사용된 확률장치는 동전이 가장 많았고 그 밖에 주사위, 공기들, 회전판과 지폐등 조사마다 각기 다른 장치를 사용하였으며 이들 모두가 우리 일상생활에서 흔히 사용되는 것들로서 응답자들에게 거부감을 주지 않는 것들이다.

③ 조사방법으로는 조사원에 의한 면접조사가 가장 많이 사용되었고 응답자 자신이 읽고 기입하는 자기 기입법도 자주 사용되었다.

④ 전반적으로 민감한 질문에 대해서는 확률화응답기법의 우수함이 입증되고 있으나 민감하지 않은 질문에 대해서는 방법간의 차이를 찾기가 어렵다. 한편 익명성도 응답의 진실성을 보장해주지 못한다는 지적도 있다(Scheer & Dayton, 1987).

< 문제점 >

① 이론적인 우수성에도 불구하고 실제적으로 응답자들이 확률화응답기법에 대한 이해가 부족하다. 그리고 이해정도는 응답자들의 수준에 따라 다르다.

② 응답자들은 확률장치가 과연 자신들의 신분이나 익명성을 보장해 주는가에 의문을 갖고 있으며 간혹 이러한 장치들이 속임수가 아닌가 하는 강한 의혹을 갖고 있다(Zdep, 1976).

③ 확률장치에서 민감한 질문이 선택될 확률이 큰 경우가 바람직하나 실제 이런 경우 응답자들로부터 성실한 응답을 기대하기 어렵다.

④ 시간과 비용이 많이 든다.

⑤ 표본의 크기가 커야 한다.

#### 4. 실용화를 위한 절차

확률화응답기법의 이론적 우수성을 입증하기 위한 많은 연구들이 수행되고 이의 타당성이 인정되고 있으나 이 이론을 실제 문제에 적용하는데 있어서는 많은 사람들이 주저하게 된다. 이것은 앞의 3장에서 본 바와 같이 여러가지 문제점들이 확률화응답기법의 실용화에 큰 걸림돌이 되기 때문이다. 따라서 민감한 사항에 대한 실제조사에 확률화응답기법의 원활한 활용과 보다 정확한 정보를 얻기 위해서는 다음과 같은 과정을 거쳐 실제조사를 수행하는 것이 바람직하다.

첫째, 조사하고자 하는 내용이 민감한가를 조사한다 :

확률화응답기법은 민감한 사항에 대한 조사에 효율적이므로 1차적으로 질문의 민감성을 조사한다. 민감성은 지역, 연령 등 조사대상에 따라 달라질 수 있으므로 사전조사가 필요하다.

둘째, 확률화응답기법의 선택 :

3장에서 지적한 바와 같이 확률화응답기법의 실용화에 가장 큰 걸림돌 중의 하나가 조사자와 응답자들이 이 기법에 대한 이해의 부족이라 볼 수 있다. 따라서 이들의 이해가 용이하고 응답자들의 익명성을 최대한 보장해 줄 수 있는 기법을 선택한다.

셋째, 조사방법의 선택 :

민감한 사항에 대한 조사를 면접조사, 우편조사 또는 전화조사 등에서 시간, 비용 등을 고려하여 선택한다. 그러나 조사방법에 따라 확률화응답기법과 확률장치가 달라질 수 있으므로 이점을 함께 생각하여 선택한다.

넷째, 확률장치의 선택 :

동전, 주사위, 카드등과 같은 가급적 응답자들에게 친숙하고 사용에 간편한 것을 확률장치로 선택하여 RRT 사용시 증대되는 시간과 비용을 줄일 수 있다. 대부분의 응답자들이 확률장치를 사용하는 조사를 경험하지 못하고, 만약 확률장치가 익숙한 것이 아니면 이것이 혹시 자신들을 속이는 장치가 아닌가 하는 의혹을 갖게 된다. 그러므로 응답자들의 신분을 충분히 보장

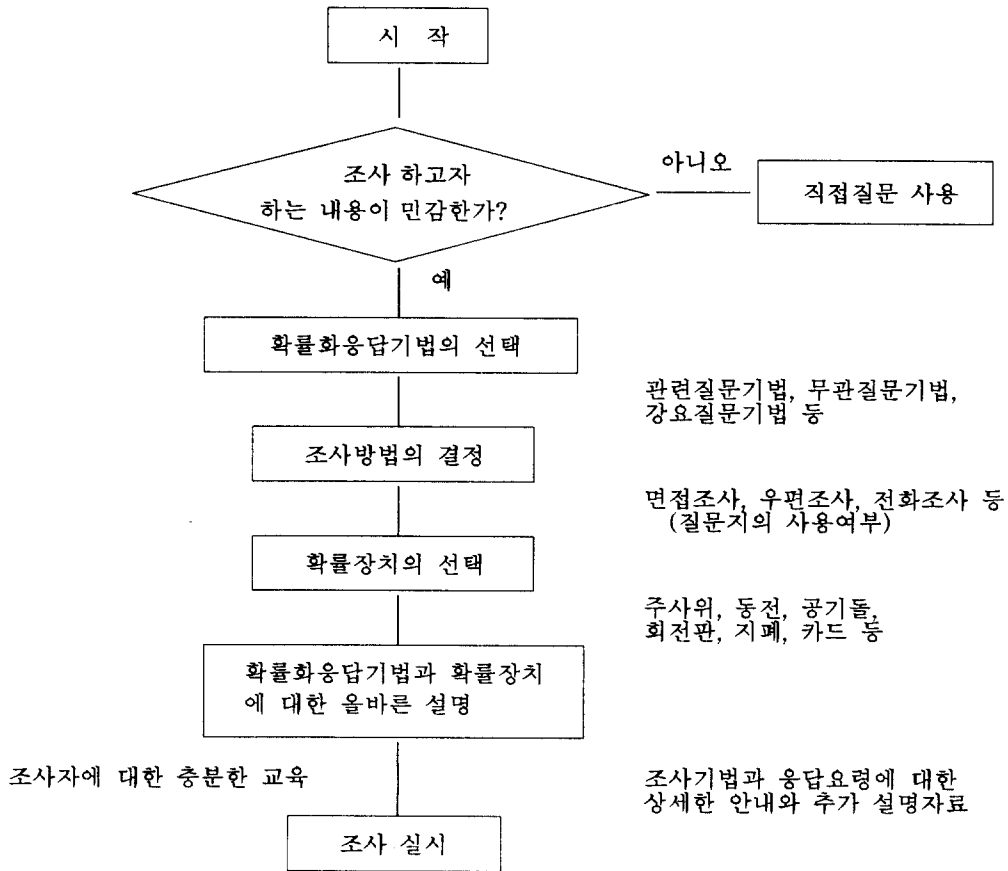


해 준다는 믿음을 갖을 수 있는 확률장치를 선택한다.

다섯째, 확률화응답기법과 확률장치에 대한 충분한 설명 :

확률화응답기법에 대한 이해와 확률장치가 응답자들의 신분을 보장해 준다는 믿음이 결여되면 응답편의가 발생하여 오차가 증가하게 되므로 결과적으로 많은 표본이 필요하게 된다. 따라서 충분한 설명을 통하여 확률장치와 확률화응답기법이 응답자들의 신분을 확실히 보장해 줄 수 있다는 믿음을 주도록 하고 추가로 이해가 부족한 사람들을 위하여 간단한 예가 첨부된 안내문을 작성한다.

이상의 과정들을 흐름도(flow-chart)로 그려보면 <그림 1>과 같다.



< 그림1 > 확률화응답기법의 실용화를 위한 흐름도

## 5. 사례연구

4장에서 제안한 실용화를 위한 단계적 절차의 유용성을 검토하기 위하여 이를 실제조사에 적용하여 이의 효율성을 검토하고 제반 문제점들을 찾아 보완하고자 한다.

### 5.1 사전조사

본 조사를 실시하기 전에 조사대상 집단인 두 집단의 동질성과 응답자들이 느끼는 민감한 정도를 측정하여 질문 내용을 설정하고 확률화응답기법에 대한 이해 정도와 이 기법이 개인의 신분을 어느 정도 보장하여 주는 가를 알기 위하여 사전조사를 실시하였다. 조사대상인 청주대학교 응용통계학과에 1994년 2학기에 재학중인 181명을 학번의 끝자리가 홀수(91명)와 짝수(90명)인 두 집단으로 나누어 홀수 집단에는 직접질문을 사용하고 짝수집단에는 확률화응답기법을 사용하였다. 두 집단으로부터 단순임의복원추출에 의하여 각각 18명을 추출하였으나 짝수 집단에서 2명이 조사에 참여하지 못하였다. 조사방법은 질문지를 나누어 주고 응답요령과 확률화응답기법에 대한 설명을 한 후 응답자 자신들이 기입한 후 일괄 수집하였다. 질문 내용은 민감하지 않은 질문 6개와 민감하다고 생각되는 질문 7개 그리고 확률화응답기법의 이해와 확률장치에 대한 것으로 본조사에서 사용될 질문보다 2배 정도 사용하였다(부록1). 이는 응답자들이 느끼는 민감한 정도가 연구자들의 생각과 다를 수 있고 질문이 너무 희귀한 경우(추정값이 0에 가까운 때)에는 방법간의 비교가 곤란하기 때문이다. 조사시기는 1994년 10월 5일부터 10월 6일까지 2일간 실시하였다. 사전조사에서도 응답자들에게 간단한 기념물을 주었다. 사전조사의 결과를 요약하면 다음과 같다.

① 두 집단의 동질성 검토 : 민감하지 않은 질문을 사용하여 조사대상 집단인 두 집단의 동질성을 검토하기 위하여  $\chi^2$ -검정을 실시하였다. 그 결과  $\chi^2$ 값이 0.015로 유의확률이 0.902가 되어 두 집단이 동질임을 알 수 있었다.

② 질문의 민감성을 검토 : Likert식 척도법을 사용하여 질문의 민감도를 측정한 결과 “당신은 학과에 있는 이성에게서 성적 충동을 느낀 적이 있습니까?”라는 질문이 가장 민감도가 높게 나타났고 “당신은 결혼대상이 아닌 사람과 성관계를 가진 적이 있습니까?”, “당신은 남의 물건을 훔친적이 있습니까?” 그리고 “당신은 책값이라는 명목으로 받은 돈을 유흥비로 사용한 적이 있습니까?”의 순으로 민감도가 높게 측정되었다.

③ 확률화응답기법에 대한 이해정도는 34명중 29명(85%)이 이해한다고 응답한 반면에 확률장치가 비밀을 보장해 준다고 생각하는가에 대한 질문에는 19명(56%)만이 비밀을 보장해 준다고 응답하였다. 따라서 확률화응답기법을 사용할 본조사에서는 확률장치에 대한 상세하고 추가적인 설명이 필요하리라 생각되었다.

### 5.2 본조사

사전조사에 의하여 선택된 민감한 질문과 민감하지 않은 질문 각각 3개, 확률화응답기법의 이해정도과 신분보장의 정도를 묻는 질문 그리고 응답자들이 느낀 점 등을 본조사에 사용하였다

(부록2). 본조사를 통하여 확률화응답기법의 실용성을 검토하고 실제조사에서 제기되는 또 다른 문제점들을 찾아 향후 연구에 도움을 주고자 한다.

조사대상인 청주대학교 응용통계학과에 재학중인 181명 중에서 사전조사에 응한 학생을 제외하고 두 집단(홀수 : 73명, 짝수 : 74명)에서 각각 68명이 본 조사에 응하였다. 조사시기는 1994년 10월 25일부터 10월 27일까지 3일간 실시하였다.

연구자들이 응답자들에게 질문지를 나누어 주고 조사목적과 조사방법등을 알려준 후 응답자 자신들이 질문지를 작성하여 제출하였다. 짝수 집단에는 Morton의 확률화응답기법을 사용하였다(사례연구에서 가장 널리 사용된 방법으로 응답자들의 신분을 최대한 보장해 줄 수 있다). 확률장치는 Buchman과 Tracy(1982)가 사용한 방법과 유사하게 천원짜리 지폐의 고유번호(serial number)중 아라비아 숫자를 사용한다. 천원짜리 지폐를 확률장치로 사용하는 이유는 첫째, 여기서 사용하는 확률장치는 누구나가 소지하고 사용하기 때문에 응답자들이 자신들의 신분이 노출되지 않는다고 생각하며 둘째, 7자리의 아라비아 숫자를 이용하여 여러 개의 민감한 질문을 동시에 할 수 있고 셋째, 사용한 천원짜리 지폐는 응답자들에게 응답의 댓가로 주며 넷째, 임의로 뽑아 사용한 지폐를 반환하지 않으므로 사용한 숫자가 노출될 것이라는 우려를 없애준다.

< 표2 > 직접질문과 확률화응답기법에 의한 모비율의 추정값 비교  
( ) 안은 추정표준오차

질문	직접질문	확률화 응답기법	차	z - 값	$\alpha$
4계절 중 가장 좋아하는 계절이 가을입니까?	0.397 (0.05977)	0.5000 (0.10181)	0.103	0.8725	0.2830
충청북도에서 태어났습니까?	0.162 (0.04501)	0.304 (0.09895)	0.142	1.3063	0.1914
부모님의 생일을 정확히 알고 있습니까?	0.779 (0.05069)	0.574 (0.10141)	0.205	1.8082	0.0706
책값을 유희비로 사용한 적이 있습니까?	0.662 (0.05779)	0.574 (0.10141)	0.088	0.7539	0.4510
남의 물건을 훔친 적이 있습니까?	0.412 (0.06013)	0.598 (0.10110)	0.186	1.5812	0.1138
학과에 있는 이성에게서 성적 충동을 느낀 적이 있습니까?	0.353 (0.05839)	0.647 (0.10021)	0.294	2.5349	0.0112

본조사에서 사용한 직접질문과 확률화응답기법에 의한 모집단 비율의 추정값을 <표2>에서 비교하였다. <표2>로부터 대체적으로 확률화응답기법을 사용한 추정값이 직접질문을 사용한 추정값보다 높게 나타났고 민감하지 않은 질문일 때에는 추정값들의 차가 유의적이지 않음을 알 수 있었다. 그러나 민감하지 않은 질문에 확률화응답기법을 사용한 경우 응답자들이 사실대로 응답하고자 하는 데도 불구하고 확률장치에 따라 “예” 또는 “아니오”라는 응답을 강요받으

므로 응답에 혼란을 갖고 심지어는 자신의 뜻에 따라 응답을 하는 경우가 있으므로 민감하지 않은 질문에 이 기법의 사용은 바람직하지 않다. 한편 질문 내용 중 사전조사에서 가장 민감하다고 평가된 “당신은 학과에 있는 이성에게서 성적 충동을 느낀 적이 있습니까?”라는 질문에서는 추정값들의 차가 유의적이므로 직접질문에 의한 추정값이 과소 추정되고 있다. 따라서 기존의 연구 결과와 같이 민감한 질문에 대한 조사에서는 확률화응답기법의 사용이 바람직하다. 확률화응답기법에 의한 추정값의 표준오차가 직접질문에 의한 추정값의 표준오차보다 높게 나타나고 있으나 응답회피나 거짓응답등에 의하여 생기는 비표본오차가 측정되지 않으므로 추정값의 표준오차만으로 확률화응답기법과 직접질문과의 비교는 곤란하다. 확률화응답기법의 이해를 묻는 질문에 68명 중 60명(88.24%)이 이해한다고 응답하였고 민감한 질문에 대한 조사에 직접 질문한 경우와 확률화응답기법을 사용한 경우 중 어느 쪽이 신분을 더 보장해 주는가에 대한 질문에 62명(91.18%)이 확률화응답기법이 신분보장을 더 해 준다고 응답하였고 나머지는 두 기법에 차이가 없다고 응답하였다. 조사 후 응답자들로부터 확률화응답기법에 대한 설명이 복잡하고 이해하기가 어렵다(19명)는 점과 이 방법에 의한 추정값에 대한 신뢰에 의심이 간다(10명)는 지적이 있었다.

## 6. 결론 및 토의

민감한 질문에 대한 조사에 확률장치를 이용한 확률화응답기법을 사용하여 응답자들의 신분을 보호함으로써 응답편의를 줄여주게 된다. 확률화응답기법에 대한 많은 이론적 연구와 더불어 이 기법을 실제조사에 적용하려는 시도가 꾸준하였다. 그러나 조사내용, 조사대상, 조사방법 등이 다른 상황에서 확률화응답기법을 실제조사에 적용할 때 연구자들에 따라 각기 다른 방법과 절차를 사용하여 복잡하고 비효율적이 되므로 이 기법을 실용화시키기 어렵게 된다. 따라서 본 연구에서는 확률화응답기법이 적용된 사례들을 비교분석하여 특징과 문제점등을 찾아 이들을 보완하고 실제조사에 용이하게 사용하기 위한 단계적 절차를 마련하여 사용시의 오류를 줄여줌으로 실제조사에 효율적으로 적용하고자 한다. 첫 단계로 사전조사를 실시하여 연구집단 간의 동질성을 검정하고 질문의 민감도를 측정하며, 사용하고자 하는 확률화응답기법에 대한 이해정도를 파악하여 이에 적합한 기법과 확률장치를 선택한다. 사전조사에서 발견된 문제점을 수정하고 필요한 사항을 보완하며 확률화응답기법과 확률장치의 사용에 대한 상세하고 충분한 설명을 한 후 본조사를 실시한다.

본 연구에서 제시한 절차에 따라 사전조사 후 본조사를 실시하였더니 확률화응답기법을 실제조사에 용이하게 적용할 수 있었고 본조사시 발생할 수 있는 문제점등을 사전에 발견하여 조정하여 줄 수 있으므로 이 기법을 실용화하는데 도움이 되리라 본다. 그러나 사례연구결과 아직도 다음과 같은 점들이 확률화응답기법의 실용화에 부분적으로 영향을 미치고 있으므로 향후 이러한 면에 대한 연구가 필요하다.

첫째, 조사자에 따라 응답편의가 달라진다. 즉 응답자들과 같은 연령이나 같은 학력수준 또는 같은 상황의 조사자가 바람직하다.

둘째, 앞에서와 같이 확률장치에 대한 신뢰가 부족하다. 즉, 확률장치가 개인의 신분을 충분히 보장한다고 생각하지 않는다.

셋째, 확률화응답기법의 사용에 대한 생소함으로 응답자들이 수용의 자세보다 무조건적인 거

부감을 보이고 있다. 이는 확률화응답기법의 반복적인 사용으로 인하여 응답자들이 스스로 친숙하게 되어야 해결될 수 있으므로 이 기법의 보다 적극적인 사용이 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] 류계복, 홍기학, 이기성 (1993). 「확률화응답기법」, 자유아카데미, 서울.
- [2] Abernathy, J. R., Greenberg, B. G., and Horvitz, D. G. (1970). Estimates of Induced Abortion in Urban North Carolina, *Demography*, Vol. 7, 19-29.
- [3] Barth, J. T. and Sandler, H. M. (1976). Evaluation of the Randomized Response Technique in a Drinking Survey, *Journal of Studies on Alcohol*, Vol. 37, 690-693.
- [4] Begin, G., Boivin, M., and Bellerose, J. (1979). Sensitive Data Collection Through the Randomized Response Technique : Some Improvements, *The Journal of Psychology*, Vol. 101, 53-65.
- [5] Beldt, S. F, Daniel, W. W., and Garcha, B. S. (1982). The Takahasi - Sakasegawa Randomized Response Technique : A Field Test, *Sociological Methods and Research*, Vol. 11, 101-111.
- [6] Brewer, K. R. W. (1981). Estimating Marihuana Usage Using Randomized Response - Some Paradoxical Findings, *The Australian Journal of Statistics*, 23(2), 139-148.
- [7] Buchman, T. A. and Tracy, J. A. (1982). Obtaining Responses to Sensitive Questions : Conventional Questionnaire versus Randomized Response Technique, *Journal of Accounting Research*, Vol. 20, 263-271.
- [8] Chaudhuri, A. and Mukerjee, R. (1988). *Randomized Response : Theory and Techniques*, Marcel Dekker, Inc. New York.
- [9] Danermark, B. and Swensson, B. (1987). Measuring Drug Use Among Swedish Adolescents : Randomized Response versus Anonymous Questionnaires, *Journal of Official Statistics*, Vol. 3, 439-448.
- [10] Drane, W. (1975). Randomized Response to More Than One Question, 1975 Proceeding of the Social Statistics Section, *American Statistical Association*, 395-397.
- [11] Duffy, J. C. and Waterton, J. J. (1988). Randomized Response versus Direct Questioning : Estimating the Prevalence of Alcohol Related Problems in a Field Survey, *The Australian Journal of Statistics*, Vol. 30, 1-14.
- [12] Fidler, D. S. and Kleinknecht, R. E. (1977). Randomized Response versus Direct Questioning : Two Data-Collection Methods for Sensitive Information, *Psychological Bulletin*, Vol. 84, 1045-1049.
- [13] Folsom, R. E, Greenberg, B. G., Horvitz, D. G., and Abernathy, J. R. (1973). The Two Alternate Questions Randomized Response Model for Human Surveys, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 68, 525-530.

- [14] Fox, J. A. and Tracy, P. E. (1986). *Randomized Response : A Method for Sensitive Surveys*, Sage Publications.
- [15] Geurts, M. D. (1980). Using a Randomized Response Research Design to Eliminate Non-Responses and Response Biases in Business Research, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 8, 83-91.
- [16] Goodstadt, M. S. and Gruson, V. (1975). The Randomized Response Technique ; A Test on Drug Use, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 70, 814-818.
- [17] Greenberg, B. G., Abul-Ela, Abdel-Latif A., Simmons, W. R., and Horvitz, D. G. (1969). The Unrelated Question Randomized Response Model ; Theoretical Framework, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 64, 520-539.
- [18] Himmelfarb, S. and Lickteig, C. (1982). Social Desirability and Randomized Response Technique, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 43, 710-717.
- [19] Horvitz, D. G., Greenberg, B. G., and Abernathy, J. R. (1976). Randomized Response : A Data-Gathering Device for Sensitive Questions, *International Statistical Review*, Vol. 44, 181-196.
- [20] Lamb, C. W. Jr. and Stem, D. E. Jr. (1978). An Empirical Validation of the Randomized Response Technique, *Journal of Marketing Research*, Vol. 15, 616-621.
- [21] Lanke, J. (1975). On the Choice of the Unrelated Question in Simmons' Version of Randomized Response, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 70, 349, 80-83.
- [22] Liu, P. T. and Chow, L. P. (1976). A New Discrete Quantitative Randomized Response Model, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 71, 72-73.
- [23] Moors, J. J. A. (1971). Optimization of the Unrelated Question Randomized Response Model, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 66, 627-629.
- [24] Reinmuth, J. E. and Geurts, M. D. (1975). The Collection of Sensitive Information Using a Two-Stage, Randomized Response Model, *Journal of Marketing Research*, Vol. 12, 402-407.
- [25] Scheer, N. J. and Dayton, C. M. (1987). Improved Estimation of Academic Cheating Behavior Using the Randomized Response Technique, *Research in Higher Education*, Vol. 26, 61-69.
- [26] Shimizu, I. M. and Bonham, G. S. (1978). Randomized Response Technique in a National Survey, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 73, 35-39.
- [27] Stem, D. E. and Steinhorst, R. K. (1984). Telephone Interview and Mail Questionnaire Applications of the Randomized Response Model, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 79, 555-564.
- [28] Tracy, P. E. and Fox, J. A. (1981). The Validity of Randomized Response for Sensitive Measurements, *American Sociological Review*, Vol. 46, 187-200.

- [29] Umesh, U. N. and Peterson, R. A. (1991). A Critical Evaluation of the Randomized Response Method : Applications, Validation, and Research Agenda, *Sociological Methods and Research*, Vol. 20, 104-138.
- [30] Volicer, B. J., Cahill, M.H., Neuburger, E., and Arntz, G.(1983). Randomized Response Estimates of Problem Use of Alcohol among Employed Femeals, *Alcoholism : Clinical and Experimental Research*, Vol. 7, 321-326.
- [31] Volicer, B.J. and Volicer, L. (1982). Randomized Response Technique for Estimating Alcohol Use and Noncompliance in Hypertensives, *Journal of Studies on Alcohol*, Vol. 43, 739-750.
- [32] Warner, S. L. (1965). Randomized Response : A Survey Technique for Elimination Evasive Answer Bias, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 60, 63-69.
- [33] Wiseman, F., Moriaty, M., and Schafer, M. (1975). Estimating Public Opinion with the Randomized Response Model, *Public Opinion Quarterly*, Vol. 39, 507-513.
- [34] Zdep, S. M. and Rhodes, I. N. (1976). Making the Randomized Response Technique Work, *Public Opinion Quarterly*, Vol. 40, 531-537.

## A Practical Plan of Randomized Response Technique<sup>5)</sup>

Jea-Bok Ryu<sup>6)</sup>, Kay-O Lee<sup>7)</sup>, and Gi-Sung Lee<sup>8)</sup>

### Abstract

In surveys on sensitive issues which respondents are unwilling to answer, response biases usually occur since respondents tend to answer untruthfully or evade answer. Warner(1965) introduced the Randomized Response Technique (RRT) which protected the privacy of the individual respondent to reduce these response biases. Though this technique are theoretically good it has some problems in applying this technique to field survey. Therefore in order to apply easily RRT to practical survey we present the practical plan through comparing and analyzing the several cases which RRT was applied. Also we take the field survey according to this plan.

---

5) This paper was supported in part by NON DIRECTED RESEARCH FUND, Korea Research Foundation, 1993.

6) Department of Applied Statistics, Chongju University, 36 Naedok-dong, Chongju-si, Chungbuk, 360-764, KOREA.

7) Korea Air Force Academy, Cheongwon-gun, Chungbuk, 363-849, KOREA.

8) Department of Computer Science & Statistics, Jeonju Woosuk University, 490 Hujong-ri, Samrye-eup, Wanju-gun, Jeonbuk, 565-800, KOREA.





