

## 방사성폐기물 처분장의 입지선정에 있어서 '도우넛효과'에 관한 연구

김지용 · 최기련

아주대학교 대학원 에너지학과

### A Study on The 'Doughnut Effect' in Siting A Nuclear Waste Repository

Ji-Yong Kim and Ki-Ryun Choi

Department of Energy Study, Ajou University Graduate School

#### 요 약

본 연구이전에 다양한 몇몇 연구를 통하여 울진원전 인근주민들에게서 '도우넛효과'의 발생가능성이 가장 크다는 판단을 기초로 본 연구이전에 수행된 몇몇 연구결과를 검토하여 울진원전 인근주민에게서 '도우넛효과'의 발생가능성이 있는 것으로 판단하였다. 이에 해당지역에 대한 직접면접과 분석을 통하여 '울진원전 인근지역'에서 도우넛효과를 활용한 시설입지의 가능성을 확인하였다. 향후 방사성 폐기물 처분장 입지선정에 있어서 '도우넛효과'를 활용한 사전연구의 유용함을 실증적으로 제시하였다.

**Abstract**— Siting a nuclear waste facility in a specific area, the public show some different attitudes for newly suggested nuclear facility as a function of distance from the existing facilities, namely 'Doughnut Effect'. This Doughnut Effect indicates not only indirect public assessment for the existing facilities, but transition of public attitude between socio-economic expectation and risk perception. Ulchin area was selected as a case study model and the possibility to success in siting a nuclear waste facility in that area was shown. Thus, availability of the 'Doughnut effect' as a pre-study for siting radioactive waste disposal facilities was practically suggested.

## 1. 서 론

### 1-1. 문제의 제기

원자력발전은 다양한 반론에도 불구하고 일부 국가에서는 가까운 미래 전력에너지공급의 현실적 대안이며 그 자체로서 과학기술의 첨단이라는 성격으로 인하여 오늘 날 점증하는 국제적 환경기준을 만족시킬 수 있는 에너지원으로서도 그 위치를 새로이 하고 있다. 그러나 현재의 기술수준에서 원자력발전에 의한 방사성폐기물의 발생은 불가피한 것으로 보여진다. 즉 사회에 일정한 긍정적 편익을 제공하는 이면에는 방사성폐기물이라고 하는 부담을 동시에 지우고 있으며, 방사성폐기물을 고려하지 않고서는 원자력에너지의 사용을 이해하거나 상상하기가 쉽지 않다.

본 연구에서는 원자력일반에 대한 국민대중의 이해 혹은 수용성과 방사성폐기물 처분시설에 대한 지역주민의 이해 혹은 수용성의 문제를 구분하고 있다. 이미 많은 사람들이 발전대안으로서의 원자력의 이용에 대해서는 동의하고 있는 것으로 여러 조사연구를 통하여 드러나 있기 때문이며, 원자력발전과 방사성폐기물이 불가분의 관계를 전제로 이미 건설 운영중에 있는 원전에서 발생하는 방사성폐기물의 처분이 시간이 지남에 따라 그 시급성을 더해가고 있기 때문이기도 하다.

### 1-2. 우리나라의 방사성폐기물 처분장 입지추진

1989년 이전까지 우리나라의 방사성폐기물 처분장부지선정 추진은 한국원자력연구소 방사성폐기물 사업본부가 담당하였으며, 이후 방사성폐기물 관리사업단, 제

**Table 1. Brief history of siting nuclear waste facility in Korea.**

추진 지역	결과	추진 경과 및 문제점
영덕군 남정면 ('86~'89)	실패	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '비밀'한 사업추진의 한계 노출</li> <li>• 국가정책의 주민반대에 의한 좌절 선례</li> <li>• 대중이해(PA) 사업의 필요성 최초 제기</li> </ul>
안면도 ('90~'92)	실패	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 편의적 부지선정과정 노출</li> <li>• '3급비밀'로 결정과정 은폐</li> <li>• 공식적 철회후에도 비밀하게 추진진행</li> <li>• 기술적 검토결여로 불신증폭</li> <li>• 선행 사업에 대한 평가부재</li> </ul>
영일군 청하면 ('91)	실패	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공개적 사업추진 천명과는 달리 비밀한 진행</li> </ul>
자발적 유치 ('93~'95)	실패	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실질적인 최초의 공개추진 사례</li> <li>• 다수의 자발적 입지신청 제기</li> <li>• 유치신청지역 인근지역주민들의 보다 강력한 반대 발발</li> <li>• 당국의 포괄적 지역개발사업 제시에 의한 효과적 자발신청 관리능력 부재</li> <li>• 지역개발사업의 입지전인잠재력 확인</li> </ul>
굴업도 ('93~'95)	실패	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공개적 사업추진</li> <li>• 지자체 선거과정에서 후보들의 득표를 의식한 반대 공약</li> <li>• 인근지역에서의 지진발생 및 활성단층대 발견으로 입지추진계획의 백지화</li> <li>• 추진주체의 기술적 검토 및 안전성 확보 능력에 대한 불신심화</li> </ul>

2원자력연구소, 원자력환경관리센터 등으로 개칭되어 담당하다가 1997년 1월 한국전력으로 이관되었다. 그간의 방사성폐기물 처분장 추진경과를 정리하면 Table 1과 같다.

**1-3. 방사성폐기물 및 관리현황**

**1-3-1. 방사성폐기물**

원자력법 제2조 18호에는 방사성폐기물을, '방사성물질 또는 그에 의해서 오염된 물질로서 폐기의 대상이 되는 물질(사용후 핵연료를 포함)'이라고 정의하고 있으며, 방사성물질(동법 제2조 5호)은 '핵연료물질, 사용후 핵연료, 방사성동위원소, 원자핵분열 생성물'로 규정하고, 핵연료물질로 '우라늄, 토륨 등 원자력을 발생할 수 있는 물질'로 규정하고 있다. 폐기물에 함유된 방사능의 세기에 따라 저준위, 중준위 그리고 고준위폐기물로 구분하고 있다.

이러한 방사성폐기물의 특징은 인공적으로 파괴할 수 없는 반감기를 가지고 있으며 오염 및 축적시에 유전적 장애가 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 방사성폐기물을 국가차원에서 종합관리하여 국민보건과 국토환경을 보전할 목적으로 폐기물발생기관외부에 방사성폐기물 종합관리시설을 건설한다는 기본방침하에 방사성폐기물 관리사업계획을 확정하여 부지선정을 위해 노력하고 있으나 입지에정주민의 강력한 반발에 부딪혀 아직 입지가 확정되지 못한 상태이다.

**1-3-2. 관리현황**

저장현황은 다음의 Fig. 1과 같으며, 이외에도 방사성 동위원소 이용기관인 산업체, 의료기관 및 연구교육기관에서 발생하는 폐기물은 한국원자력연구소내의 임시 저장고에 보관 중이다.

위에서 보는 바와 같이, 원전의 추가건설에 따른 방사성폐기물의 증가를 고려하지 않는다고 하더라도 기존의 원전으로부터 발생하는 폐기물만으로도 2000년을 전후하여 포화상태에 이를 것임을 알 수 있다. 이는 공학적 판단에 의해 방사성폐기물 처분시설에 폐기물을 저장하지 않고 발전소내에 임시로 저장하므로써 오히려 방사성폐기물의 안전관리에 잠재적 위험을 증가시키는 것이다.

방사성폐기물 저장현황

발전소	(1994년말 기준) (단위: 200 L 드럼)					
	중저준위 폐기물			고준위폐기물(사용후 핵연료)		
	저장용량	저장량	포화년도	저장용량	저장량	포화년도
고리	50,200	29,851	2014	1,423	750	1999
영광	9,000	2,145	2018	632	312	1998
울진	23,000	6,960	2014	578	226	2000
월성	17,400	5,846	2010	1,440	1,093	1997
계	99,900	44,802 (44.8%)		4,073	2,381 (58.4%)	

**Fig. 1. Radioactive waste storage status.**

## 2. 대중이해 (Public Acceptance)

### 2-1. 대중이해의 개념적 이해

Public Acceptance는 대중이해 혹은 대중수용성, 국민이해 등으로 번역, 이해되고 있다. 사회적 공익시설의 입지과정에 대한 국민의 포괄적 동의를 의미하는 것으로서, 우리나라의 경우 중앙정부의 강력한 지도력하에 원자력을 도입했던 초기과정에서는 거의 생략되었으나, 1980년대 들어서 사회적 민주화와 개방화의 본격적 전개와 더불어 지방자치체도의 실현을 계기로 급부상하였다. 전 사회적인 민주적 절차에 대한 기본적 욕구를 배경으로 대중수용성 혹은 대중의 이해는 시설입지에 있어서 결정적인 역할을 하기에 이르렀다.

폐기물 관리시설과 관련하여, 최근의 안면도 핵폐기물 처분장, 굴업도 처분장 등의 입지에서도 대중의 이해를 구하지 못하는 경우에는 정책추진이 원활히 수행될 수 없다는 것이 극명하게 드러난 바 있다. 따라서, 우리나라 뿐 아니라 원자력을 전력원으로 채택하고 있는 많은 국가들이 대중의 이해를 제고하기 위한 정책수단을 개발하기 위해 다양한 대중태도파악 노력을 통해 접근방법을 모색하고 있다.

### 2-2. 대중이해의 지위

가까운 미래에 있어서 원자력은 중요한 전력대안의 하나로 인식되고 있다. 대중의 원자력에 대한 태도를 묻는 다양한 여론조사에서 중요한 전력대안으로서 미국은 물론 우리나라의 많은 사람들이 원자력을 선택한 바 있다. 이는 원자력발전에 대한 부정적 인식과 더불어 대중이 원자력의 전력공급에 있어서의 중요성과 불가피성을 인정하는 것을 의미한다. 그러나, 현재와 미래의 주요한 전력대안으로서의 원자력의 필요성에 대한 광범위한 인정과 시설입지에 대한 더욱 강력한 반대와의 입장차이에는 채워져야 할 다양한 변수와 요인들이 자리잡고 있다. 그것들은 기본적으로, 안전을 입증할 수 있는 기술성, 국민들로부터 확실한 신뢰를 받는 정치권력, 원자력 발전의 이용에 대한 강화된 필요성, 확대된 대중이해를 획득하기 위한 정책, 사업추진측의 신뢰성있는 정책집행 태도, 국제적인 환경, 미래의 생활에 대한 긍정적 기대 등이다. 이에 따라 원자력안전성 강화기술 개발, 입지과정 초기에서부터 대중의 광범위한 참여와 입지추진과정의 형평성 및 투명성 보장, 책임있는 보상의 제도화 등이 이러한 입장차이를 극복할 대안으로 제시되고 있다. 즉, 원자력의 미래에 대한 긍정적 태도와 원자력관련시설의 입지에 대한 반대태도 사이의 모순된 영역은 강력한 대중이해 사업의 전개를 통해 극복되어야 하며, 대중의 원자력에 대한 이러한 모순된 태도를 규명하고

개선하려는 노력이 바로 대중이해사업이다.

### 2-3. 대중이해에의 접근

일반적으로 비선호시설에 대한 주민반발(NIMBY)은 일반적인 형평성운동 혹은 반대운동과는 기동성(mobilization)이나 복잡성(complexity)등의 측면에서 매우 상이하다. 지리적인 한정성과 부정적인 감정을 반영하기 때문에 신속한 기동성과, 기술 환경 위험 형평성 정치 경제 등과 같은 여러 문제들과 관련되어 있기 때문에 복잡한 성격을 띤다.

방사성폐기물 처리시설을 지역에 입지시키기 위한 정책적 접근방식은 크게 전통적 접근방식, 보상적 접근방식, 그리고 협상적 접근방식 등 세가지로 나눌 수 있다.

#### 2-3-1. 전통적 접근방식

전통적 접근방식은 결정-발표-옹호(Decide-Announce-Defend)로 특징을 규정할 수 있는 것으로 중앙정부가 사업추진의 주도권을 가지고 입지를 추진하는 방식이며, 대개의 경우 공학적·과학적 안전성 입증노력을 동반한다. 그러나 미국등지의 입지추진 사례에서도 이러한 전통적 접근방식에 의존하는 노력이 대중이해의 획득에 더 이상 유효하지 않음을 지적하고 있으며, 종래 방사성폐기물 처분시설 부지확보노력 과정이 이러한 전통적인 방식에 입각하여 진행되었던 것으로 분석되고 있는 만큼 새로운 시도로 부지를 확보하는데 일조하려는 본 연구에서는 고려하지 않는다.

#### 2-3-2. 보상적 접근방식

보상적 접근방식은 유해시설과 관련된 외적 비용을 내재화시키는 수단으로서 보상을 이용하는 것으로, 시설입지로 인하여 생기는 '편익의 광역적 성질'과 지역에 집중되는 '비용의 지역적 성질'간의 불균형을 해소하려는 접근방식이다. 즉, 새로운 시설입지로 인한 실질적인 물질적 정신적 피해나 앞으로 발생할 수 있는 가시적 비가시적 손실에 대하여 금전, 리베이트(rebate), 지가보장 등과 같은 다양한 유인을 시설입지지역 주민들에게 제공하여 주민반발을 감소시키고 시설입지에 대한 지역 대중의 이해를 구하려는 접근방식이다.

#### 2-3-3. 협상적 접근방식

협상적 접근방식이란 시설입지 관련 당사자들간의 의견차이를 좁히려는데 주안점을 두는 접근방식으로 시설입지과정에 대중의 참여를 유도한다는 특징을 가지고 있다. 그러나, 협상과정에 한정된 주민만이 참여할 수 있다는 것과 협상시한이 무의미할 수도 있다는 등의 한계를 가지고 있기도 하다.

상술한 접근방식들 중 어느 한 유형의 방식만으로는 시설입지에 대한 대중의 이해를 구하기 어렵기 때문에 다양하게 결합된 형태로 재구성되어 실제 입지추진과정

에 적용되고 있으며, 적용대상이 되는 지역대중의 특성에 따라 각기 다르게 추진되어야 할 필요가 있다. 본 연구에서 중심적인 연구대상으로 고려하는 대중이해의 특징은 이미 원자력관련시설이 존재하는 지역에 새로운 원자력관련시설을 입지하는 과정에 대한 것이므로, 따라서 일반적으로 원자력발전소나 방사성폐기물 처분시설에 대하여 일반대중의 이해를 파악하는 것과는 달리 지역의 이해관계나 특성을 반영하는 접근방법을 선택해야 한다는 것을 입증하고자 하는 것이다. 이를 기존 원전시설로부터의 거리에 따라 해당 지역주민들의 새로운 시설입지에 대한 태도가 변화하는 것으로 파악하여 보상적 접근방식과 협상적 접근방식을 어떻게 결합시켜야 하는지를 시도하였다.

### 3. 도우넛효과(Doughnut Effect)

#### 3-1. 도우넛효과

'도우넛효과(Doughnut Effect)'라는 용어는 원자력관련시설이 존재하는 지역에 새로운 원자력관련시설의 입지를 추진하는데 있어서 인근지역주민의 태도가 기존 원자력관련시설로부터의 거리에 따라 달리 나타나며, 일정한 거리 이후에는 일반적인 경우의 태도에 수렴해감으로써 그 모양이 도우넛과 유사함으로 해서 붙여졌으며, 유카산 고준위방사성폐기물 처분장의 입지추진과정에 대한 1995년 NEA/IAEA의 종합보고서에서 명명되었다.

이 도우넛효과는 네바다주에 위치한 유카산(Yucca Mt.)에 고준위방사성폐기물 처분시설을 유치하는 것에 대한 인근지역 주민들의 태도조사를 분석하는 과정에서 발견되었다. 대개의 경우 사람들이 방사성폐기물 처분장 인근에서 생활하는 것을 기피하고 있기는 하지만, 반대의 수준에는 많은 차이가 존재한다. 극심하게 반대하는 지역이 있는가 하면, 반대가 그렇게 극심하지 않은 지역도 있었던 것이다. 미국의 네바다주 유카산에 고준위방사성폐기물 처분장을 건설하려는 것에 대하여, 사람들의 예상과는 달리, 유카산에 인접해서 살아가는 사람들은 좀 더 멀리 떨어져 살아가는 사람들에 비해 더 수용적 태도를 가지고 있었던 것으로 밝혀졌다. 시설의 제안이 있었던 지역인근에는 이미 "텍사스핵실험장"이 있었기 때문이다. 이렇게 제안시설 인근주민의 거리에 따른 태도변화의 양상을 "Doughnut Effect"라고 하며, 대중의 위험과 이익에 대한 인식과 태도를 지리적 변화의 함수로 설명하려는 개념이다. 그러나 이것이 범세계적으로 혹은 원자력관련학계에서 대중태도를 설명하는 일반적인 개념으로 자리잡은 것은 아니며 특수한 지역에서 유의성을 갖는 것으로 알려져 있다. 즉 이미 원자

력에 관련된 강력한 역사성이 존재하는 지역에 방사성폐기물 관리시설을 입지시키는 경우에 발생하는 성질을 가지고 있다.

#### 3-2. 도우넛효과의 발생과 그 의의

제안시설에 대한 위험인식의 거리에 따른 차이는 제안시설이 가져다 줄 경제적 이익에 대한 기대만큼이나 중요하다. 위험에 대한 개인의 인식에 따라 처분시설에 대한 수용성에 차이가 있으며 이는 시설이 가져올 경제적 이익에 대한 기대와 더불어 대중의 태도를 결정하는 중요한 요인으로 인식되고 있다. 즉, 시설인근에 거주하는 사람들이 다른 원자력관련 기술에 대한 선형적 경험으로 인하여 새로운 시설제안에 대하여 좀 더 수용적 태도를 보인다고 가정하는 경우에, 도우넛효과는 입지결정에서 반드시 발생하게 된다. 단지 사업추진자가 입지시설에 대하여 동정적인 인식을 가지고 있는 지역에 부지를 추진하는 경우에만 일어날 수 있다는 한계가 있다.

##### 3-2-1. 도우넛효과 발생의 의의

부지로 선정된 지역이 원자력과 관련된 상당한 역사성을 가지고 있다고 하더라도 기존의 원자력관련시설로부터 이익보다는 피해를 많이 경험했던 경우에는 대중의 태도가 오히려 적극적인 반대성향을 보이게 되며 따라서 도우넛효과를 기대할 수는 없다. 도우넛효과가 발생하는 지역에서의 찬성의사의 증가는 경제적 이익의 각기 다른 수준에서 비롯되는 것으로 분석할 수 있다. 새로운 직업, 세수입의 증대, 서비스에 대한 수요증대 등이 시설의 인근지역에 집중되는 경향이 있으므로, 제안된 시설 인근에 거주하는 사람들은 시설의 건설에 대하여 찬성하는 태도를 갖게 되는 것이다. 즉, 시설제안 인근주민들의 새로운 시설에 대한 경제적 사회적 기대가 주민들로 하여금 수용적 태도를 나타내도록 하는 것이므로, 기존의 원자력관련시설이 과거 건설이후로 지역사회의 발전에 기여한 바를 주민들이 긍정적으로 평가하는 인식이 존재해야 할 필요가 있으며, 새로운 시설의 입지에 대하여 지역주민들이 경제적 이익을 기대하지 않는 경우에는 기존의 원자력관련시설이 해당지역사회의 발전에 기여한 바가 없거나 주민들이 긍정적으로 평가하고 있지 않다는 것을 의미하게 된다.

또한 도우넛효과의 발생을 위해서는 인근에 거주하는 사람들이 기존의 원자력관련시설을 안전한 것으로 평가해야 할 필요가 있다. 그것은 시설의 인근지역주민들은 원거리지역의 주민들보다 더 높은 수준의 위험을 경험하게 될 것이다. 방사성폐기물 처분장같은 시설의 경우에는 더욱 더 심각하게 보이는 수가 있다. 그러므로 기존의 원자력관련시설의 안전성에 대해 강력한 신뢰가 없는 경우에는 새롭게 입지할 원자력관련시설의 안전성

에 대하여 강력한 신뢰를 보이기 힘들며 도우넛효과가 나타나지 않을 것이다. 즉, 경제적 기대인식과 마찬가지로 새로운 시설의 안전성에 대한 기대와 신뢰 역시도 기존의 원자력관련 시설에 대한 기대 및 신뢰에서 비롯된다는 점에서 도우넛효과는 기존 원자력관련시설의 안전성에 대한 지역주민들의 평가도 내포하고 있다고 할 수 있다.

그러나, 도우넛효과는 전술한 긍정적인 측면이외에도 원자력시설의 입지결정과정에서 몇가지 부정적인 측면도 가지고 있다. 원자력관련시설 특히 방사성폐기물 처분장과 같은 시설에 대하여 지역주민들이 수용적 태도를 보이는 것은 원자력시설의 안전성과 사업추진자(정부나 한국전력)에 대한 신뢰와 경제적 기대뿐 아니라 해당지역사회의 경제적 궁핍에 비롯해서도 나타날 수 있다. 사업추진자가 궁핍한 지역을 부지로 선정하는 경우 해당지역주민들은 시설이 가져다 줄 경제적 이익에 관심을 집중하게 되며, 다른 지역으로 부지가 결정되는 것을 원치 않게 된다. 이는 국토의 균형있는 개발이라고 하는 국가 경제정책의 실패가 오히려 원자력시설의 부지확보에 도움이 될 수 있다는 아이러니이며, 동시에 가난한 사람들을 뇌물(지역협력사업기금)을 이용하여 매수한다고 하는 경제적 측면에서의 윤리성에 문제가 있는 것으로 보이기도 한다. 경제적으로 궁핍한 지역을 시설부지로 선정해야 한다고 하는 주장이 있기도 하였으나 거의 모든 경우에 있어서 격렬한 반대를 촉발시켰다. 이는 많은 사람들에게 불공정하다는 관념을 불러일으키게 되어 입지과정에 대한 대중적 신뢰도를 낮추고 심지어 더 커다란 반대를 촉발시키는 것으로 보여진다.

### 3-3. '도우넛효과'의 도입

이미 지적한대로 우리나라는 시설에 대한 대중의 이해를 획득하지 못하여 많은 부지선정시도에서 실패를 거듭하고 있다. 특히 대개의 입지노력이 원자력관련시설이 이미 존재하는 지역인근에 부지를 선정하려 했던 것이 아니라 상당히 멀리 떨어져 있거나 무인도 등지에 부지를 마련하고자 하는 것이었으며, 예상했던대로 엄청난 주민반대에 부딪혀야 했다. 그러나 1996년 8월 한국원자력학회가 발표한 '원자력진흥종합계획수립연구' 최종보고서는 대단히 시사적이다.

"(대개의 원자력발전소 후보부지에서 반핵단체의 과장된 주장에 현혹된 대중의 격렬한 반발이 있으나) 원자력발전소 건설과 운영과정을 지켜본 원자력발전소 소재지역 주민들은 그간의 안전운전과 꾸준한 홍보활동 및 주변지역 지원사업 수혜등으로 인하여 원자력발전소와의 유대강화는 물론 안전성에 대한 이해가 증진되어 일반적인 원자력발전소 후보지역보다는 부정적 인식이

많이 개선되고 있다"

즉, 일반대중의 원자력에 대한 인식보다는 원자력시설 인근지역주민의 인식이 원자력에 대하여 상당히 동정적임을 나타내는 것이며, 이는 도우넛효과 발생 가능성에 대하여 다소간 희망적이다. 여기에 더하여, 한국원자력안전기술원은 영광 고리 월성 울진 등의 원자력발전소가 가동중인 지역 중에서도 울진지역이 가장 원자력에 대하여 동정적이라고 보고하고 있다. 동시에, 원자력과 지역발전과의 관계에 대하여 다른 원자력발전소 주변주민은 대체적으로 '지역발전에 해로운 것이 더 많았다'는 부정적인 시각이 '지역발전에 이로운 것이 더 많았다'는 긍정적 견해보다 다소 우세한 것으로 나타났으나 울진지역에서는 긍정적인 시각이 상대적으로 더 우세한 것으로 나타났다. 울진지역을 제외한 다른 원자력발전소 인근지역들은 최근의 원자력발전소 추가건설 논쟁, 중수유출, 인근지역의 기형송아지 출생 등의 문제로 인하여 원자력의 안전성에 대한 불신을 나타낸 것으로 보이며, 울진지역의 경우 '주변에 원자력발전소를 건설'하는 것에나, '원전의 안전성에 대한 만족도를 묻는 항목에서 다른 지역과 달리 상당히 높은 긍정적인 반응을 보인 것은 해당지역이 도우넛효과의 높은 잠재성이 있음을 나타내고 있다.

울진을 제외한 영광 고리 월성 원자력발전소 지역들은 도우넛효과 발생의 이른 바 '충분조건'을 만족시키지 못하고 있다. 이에 반해 원자력관련시설의 존재라고 하는 도우넛효과의 '필요조건'과 동시에 안전운전에 대한 지역주민들의 상대적으로 높은 신뢰, 시설의 이익에 대한 경제적 기대 등 일정한 '충분조건'을 형성하고 있는 울진 원자력발전소 인근지역에 대하여 도우넛효과를 실험하여 방사성폐기물 처분장의 수용가능성을 타진하는 것은 따라서 의미있는 시도일 수 있다.

## 4. 울진 원자력발전소 인근주민들의 방사성 폐기물 처분시설에 대한 태도

### 4-1. 실험설계 배경

울진 원전인근지역을 실험대상지역으로 선정하게 된 배경은 다음과 같다.

첫째, 일반국민을 대상으로 하는 원자력시설에 대한 태도조사는 이미 실시된 바 있어 원자력관련시설 인근 지역 주민들의 태도를 분석해야 할 필요가 있다.

둘째, 도우넛효과의 발생이 원자력관련시설의 존재와 해당시설의 지역사회에 대한 긍정적 영향을 필요 충분 조건으로 하고 있기 때문이다.

셋째, 선행된 조사연구를 통하여 울진지역이 다른 원전지역과는 달리 원전의 추가건설에 대하여 상대적으로

우호적인 태도를 보였기 때문이다.

이외에도, 울진원전 지역은 약 50 km 떨어진 삼척시 근덕면 지역에 원전의 추가건설이 추진되는 과정에서 국제환경단체까지 반대운동에 개입했던 경험을 가지고 있으며, 방사성폐기물장 처분장 추진되었다가 백지화된 경상북도 영덕군 남정면과는 약 60 km 떨어져 있다. 울진 원자력발전소는 경북 울진군 북면 부구리에 위치하고 있으며 주변 지역은 소규모 읍과 농업 수산업으로 생업을 잇는 주민들로 구성되어 있다. 과거 원전 입지당시에도 지배적인 태도는 시설에 대한 격렬한 반대였으나, 지역개발을 염두에 둔 일부지역에서의 찬성태도 또한 있었던 지역이다.

4-2. 설계기준

4-2-1. 표본지역

'도우넛효과'의 발생을 확인하기 위해 울진원전 부지로부터 떨어진 거리에 따라 표본지역을 선정하여 거리에 따라 방사성폐기물 처분장에 대한 태도의 변화여부를 추적하였으며 지역은 다음과 같다.

이와 같이 설정된 지역에서 층화샘플링(Stratified Sampling)에 의해 추출된 표본의 거리에 따른 구분과 표본수는 다음과 같다.

원전으로부터의 거리	표본수	Chi-Square Test 결과
10 km 이내	19	Value=3.479 Prob.=0.324
11~20 km	16	Value=7.897 Prob.=0.048
21~30 km	19	Value=8.020 Prob.=0.046
31~40 km	29	Value=5.039 Prob.=0.169
41~50 km	28	Value=8.145 Prob.=0.043
51~60 km	11	Value=5.455 Prob.=0.141
61~70 km	1	Value=2.143 Prob.=0.343
71~80 km	14	Value=7.139 Prob.=0.068
81 km 이상	5	

거리에 따른 집단별 태도를 파악해야 할 필요로 인하여 울진원전으로부터의 거리에 따라 5개의 집단으로 구분하여 무작위표본추출을 수행하였으며, 이렇게 구분된 집단의 응답간에 유의성있는 차이를 확인하기 위해 인접 구간별로 유의성 검정(Chi-Square Test)을 실시하여 분석 대상 표본집단을 조정하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

4-2-2. 인구통계학적 배경

본 연구조사는 직접면접을 통하여 자료를 수집하였으며, 설문에 응답한 사람들의 인구통계학적 배경은 다음과 같다.

가. 성별

성별태도에 있어서 95%의 신뢰구간에서 유의성을 인

남자	82명(55.4%)
여자	66명(44.6%)
계	148명(100%)

정할 만한 차이는 보이지 않았다. 즉, 94년의 입지추진 당시의 태도, 지역주민의 참여를 보장하는 입지추진, 그리고 지역협력사업의 내용을 강화하는 조건의 입지추진에 대한 응답자의 성별에 따른 응답유의성은 95%의 신뢰구간에서 각각 P=0.232, P=0.629, P=0.216으로 나타났다.

나. 나이

21-25세	26-30세	31-40세	41-50세	51-60세	60세 이상	계
21 (14.2%)	22 (14.9%)	45 (30.4%)	30 (20.3%)	20 (13.5%)	10 (6.8%)	148 (100%)

성별과 마찬가지로 95%의 신뢰구간에서 유의성있는 것으로는 나타나지 않았다. 단, 지역협력사업을 강화하

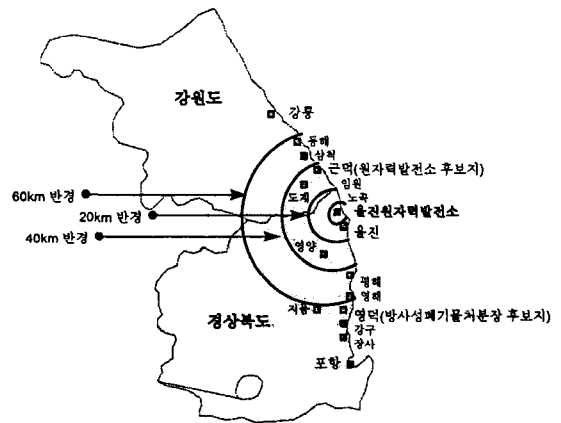


Fig. 2. Sampling areas classified by distance from Ulchin Nuclear Power Plant.

Table 2. Incidences of sample by distance.

집단	원전에서의 거리	빈도수	%	누적빈도수
A	0~20 km	35	26.5	35(26.5%)
B	21~30 km	9	6.8	44(33.3%)
C	31~50 km	57	43.2	101(76.5%)
D	51~100 km	31	23.5	132(100%)

여 입지를 추진하는 경우에 대한 응답에 대해서는 90% 신뢰구간에서 유의성이 있었다. 30~50대의 연령층에서 특히 지역협력사업을 동반한 입지추진에 찬성태도가 많이 나타났으며, 오히려 20대의 연령층에서는 지역협력사업이 강화된 입지추진에 반대하는 태도가 두드러지게 나타났다.

4.3. 도우넛효과과의 분석

4.3-1. 구분

구간별 유의성 검정(Chi-Square Test)을 통한 구간별 유의성(95% 신뢰구간에서, A-B사이에는  $P=0.048 < 0.05$ , B-C사이에는  $P=0.046 < 0.05$ , C-D사이에는  $P=0.043 < 0.05$ 로 Chi-Square Test를 통하여 유의성 확인)을 기준으로 구분하였다. 방사성폐기물처분장의 입지추진에 관련된 항목에 응답하지 않은 사람 16명을 분석대상에서 제외하였으며, 50~60 km구간에 거주하는 사람은 없었다.

4.3-2. 거리에 따른 태도의 변화

① 1994년의 영덕 및 울진지역 방사성폐기물 처분장 입지추진에 대한 태도

1994년 이 지역에 추진되었던 방사성폐기물 처분장의 입지시도에 대한 태도를 묻는 질문에 대한 면접대상자들의 응답을 기존의 울진원자력발전소로부터의 거리로 나타내었다. 당시의 입지추진이 빈약한 지역협력사업내용으로 과거와 같은 방식으로 진행되었다는 것과 집단 B의 표본수가 9명밖에 안된다는 점을 감안하는 경우, 주민들의 태도는 기존원전에서 멀어질수록 반대태도가 증가하고 찬성태도는 감소하였음을 알 수 있다. 여러차례의 입지추진에서 부지로 선정된 지역보다는 인근 지역에서 더욱 격렬한 반대가 발생했던 현상을 설명하고 있는 항목이라고 할 수 있다.

② 방사성폐기물 처분장 입지과정에서 지역주민과 환경단체의 참여를 보장하는 경우

지역주민과 심지어 환경단체가 입지선정과정에 참여하는 것을 보장하는 방사성폐기물 처분장 추진이 진행되는 경우의 태도를 묻는 질문에 대하여, 주민들은 다

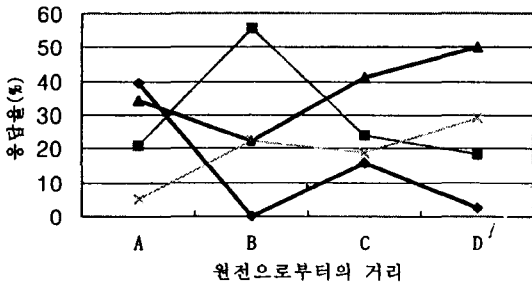


Fig. 3. Public attitudes for RW repository, in 1994. -◆- 찬성, -■- 중립, -▲- 반대, -×- 모름, -※- 무응답.

소 혼란스런 태도를 보이고 있다. 집단 C를 제외한 모든 집단에서 찬성태도가 지배적인 것으로 나타났다. 특히 다른 집단에서는 이러한 조건입지가 상당한 비중의 반대태도를 유지한 채 찬성태도를 증대시킨 것으로 나타났다으나, 집단 D에 있어서는 반대태도의 비중을 크게 낮추고 찬성태도의 비중을 높이는 것으로 나타나, 이 조건이 원거리집단에서는 찬성태도 유발요인임을 알 수 있다.

③ 보상은 물론, 많은 지역개발사업과 재정지원을 강화하는 조건으로 입지를 추진하는 경우

Fig. 5와 같이, 방사성폐기물 처분장의 입지를 '보상적 접근'방식으로 추진하는 경우에 대한 지역주민들의 태도는 여타의 조건하에서와 분명하게 다른 양상을 보이고 있다. 이미 고시된 바 있는 지역협력기금과 지역협력사업의 강화 및 직접보상 등 처분장의 지역사회에 대한 경제적 효과에 대한 기대가 주민들의 시설에 대한 태도에 미치는 영향을 파악하고자 실시한 질문에서, 울진원

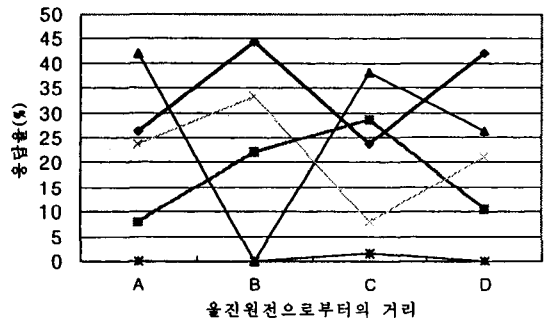


Fig. 4. Public attitudes for RW repository under the conditions of participation of local residents & environmental groups in site selection, construction and operation (Negotiation Approach).

-◆- 찬성, -■- 중립, -▲- 경과확인후 결정, -×- 모름, -※- 무응답.

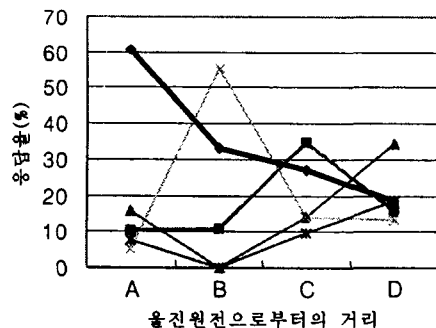


Fig. 5. Public attitudes for RW with huge compensation (Compensation Approach).

-◆- 찬성, -■- 중립, -▲- 반대, -×- 모름, -※- 무응답.

전에 보다 인접한 지역의 주민들일수록 시설의 경제적 파급효과에 대한 기대가 크며 따라서 찬성수준도 대단히 높은 것으로 나타났다. 한편, 집단 C를 경계로 그보다 멀리 떨어져 있는 지역주민들에게서는 이러한 '보상적' 정책에 따른 태도의 변화가 작게 나타나고 있어 보상이나 지역개발사업의 혜택에 기대를 걸고 있지 않은 것으로 파악된다. 즉, 원거리 지역주민들에게보다는 인접지역 주민들에게 '보상적 접근방법'이 유력한 찬성태도 유발요인으로 작용한다는 것을 보여준다.

4-3-3. 기존 원전운영의 안전성을 신뢰하는 사람들의 태도

전체 응답자 중 '울진원전의 안전운영을 믿는' 사람들(62명)이 방사성폐기물 처분장의 입지에 대하여 어떠한 태도를 나타내는지 확인하였다. 일반적으로 기존 시설의 안전성을 신뢰하는 사람들이 새로운 원자력관련시설의 입지에 동정적이라고 알려져 있으며 이것은 도우넛효과 발생의 주요한 구성요소이기도 하다.

전체 표본에서의 찬성태도의 비율(45/148)인 30.41%보다 증가된 찬성태도를 보이고 있으며, '협상적 접근'이 시도되는 경우 기존 시설의 안전성에 대한 신뢰여부가 새로운 시설에 대한 태도결정에 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

기존 시설로부터 간접적으로 경험한 시설의 안전성에 경제적 이익이 부가됨으로써, 새로운 시설입지에 대하여 찬성태도가 상승한 것으로 분석할 수 있다. 즉 이 경우, '보상적 접근'이 '협상적 접근'보다 찬성태도 유발력이 더욱 큰 것으로 분석되었다.

4-3-4. 태도형성요인 분석

주요한 찬성태도의 형성요인을 알아보기 위해 찬성과 반대의 태도가 상대적으로 분명하게 구분된 '보상적 접근'에 의한 방사성폐기물 처분장 입지에 대한 태도를 묻

는 항목에 대한 집단별 찬성과 반대의 이유를 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

가. 찬성요인(Fig. 6)

기존의 원전으로부터 비교적 인접한 거리에서 가장 극명하게 나타나는 찬성요인으로는 지역개발효과에 대한 기대이다. 또한 집단 A에서 그러한 경제사회적 개발효과에 동반하는 고용기회의 증가와 충분한 보상에 대한 기대가 두드러진 찬성요인으로 나타났다. 그러나 처분장의 안전성에 대한 신뢰는 기존 원전에 인접할수록 찬성태도 유발요인으로서의 영향력이 약해지는 것으로 나타났다. 이는 시설의 공학적 안전성 확보여부에 무관하게 '보상적 접근'을 통하여 인접지역주민들의 찬성태도를 유도할 수 있다는 것을 보여주는 것으로써, 처분장의 형평성과 '뇌물매수' 논쟁을 일으킬 수 있는 부분이며, 이에 따라 안전성확대대책 및 적극적인 홍보의 필요성을 강조하고 있다. 한편, 앞에서의 분석과 마찬가지로, 원전으로부터의 거리가 먼 지역일수록 안전성에 대한 신뢰가 지역개발이나 고용기회의 증가보다 중요한 찬성요인으로 나타나, 입지과정에서의 안전성에 대한 홍보가 집중되어야 할 대상지역임을 알 수 있다.

나. 반대요인(Fig. 7)

Fig. 7에서 나타난 바와 같이, 집단 A에서 방사성폐기물 처분장의 울진지역 인근 입지에 반대하겠다고 응답한 사람들은 모두 반대이유로 처분장이 안전하지 못하기 때문이라고 응답하였으며, 75%가 원자력시설의 과도한 집중과 사업추진자(정부 및 한전)를 신뢰하지 못

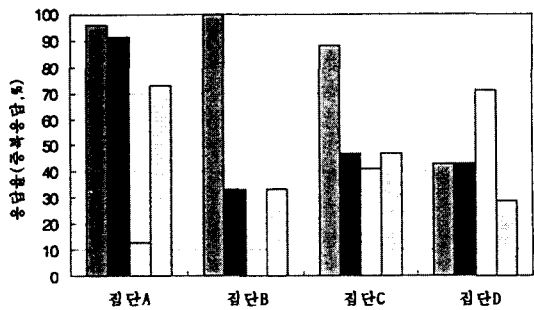


Fig. 6. Reasons of vote for RW repository siting.

■ 지역개발효과에 대한 기대 ■ 고용기회의 증가  
□ 안전성에 대한 신뢰 ■ 충분한 보상에 대한 기대

Table 3. Attitudes of those who trust safety of existing nuclear facility for RW (Negotiation approach).

	찬성	반대	중립	모름	계
빈도수	23	8	22	9	62
%	37.1	12.9	35.5	14.5	100
전체표본	30.41%	18.24%	39.19%	12.16%	100%

Table 4. Attitudes of those who trust safety of existing nuclear facility for RW (Compensation approach).

	찬성	반대	중립	모름	무응답	계
빈도수	33	8	12	3	6	62
%	53.2	12.9	19.4	4.8	9.7	100
전체표본	35.81%	22.97%	18.92%	22.30%		100%



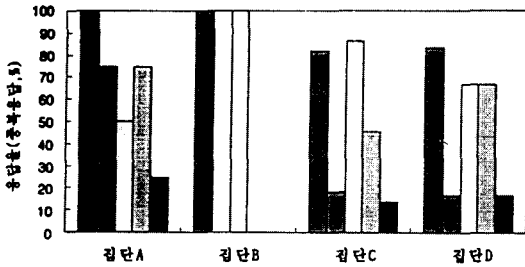


Fig. 7. Reasons of vote against RW repository siting  
 1. 처분장의 안전성 불신      2. 원자력시설의 과도한 집중  
 3. 처분장에 의한 환경오염      4. 정부 및 한전에 대한 불신  
 5. 지역주민의 의견무시

하기 때문이라고 응답하였다. 또한 거의 전체 집단에서 처분장의 안전성에 대한 불신이 주요 반대 요인으로 드러났으며, 안전성의 주요문제는 환경오염인 것으로 나타났다. 그리고 정부 및 한전에 대한 불신으로 반대하겠다는 응답이 거의 무시할 수 없는 수준으로 전체 집단에서 나타나, 일상적인 원자력관련 국가정책과 한전의 거동이 방사성폐기물 처분장의 입지에도 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

4.4. 분석결과

① 울진원전 인근지역주민들의 태도는 성별, 직업, 거주지에 따른 차이를 보이지 않았으며, 응답자의 나이와 결혼상태에 따라서는 일부 차이를 보이기도 하였으나 유의할 수준은 아니었다.

② 지난 '94년에 시도되었던 영덕/울진지역에 대한 방사성폐기물 처분장의 입지추진에서 이미 '도우넛효과'가 일부 관찰되었으며, 월성 및 울진 원자력발전소로부터 원거리에 떨어져 있어 보상으로부터는 소외된 반면 동일한 수준의 위험인식을 가지고 있는 지역적 특성이 특히 영덕지역에서 높은 수준의 반대태도로 나타났다.

③ 기존의 원전으로부터 멀리 떨어진 지역일수록 주민의 참여에 의한 '협상적 접근'이 찬성태도를 유발하는 주요한 요인이다.

④ 기대한 바와 마찬가지로, '보상적 접근'에 의한 입지의 경우에서 가장 전형적인 '도우넛효과'가 발견되었다.

⑤ 기존 원전의 안전운영을 신뢰하는 사람들은 새로운 방사성폐기물 처분장의 입지에 대해서도 높은 수준의 찬성태도를 보이며, 이 경우 특히 '보상적 접근'이 커다란 찬성태도 유발요인으로 나타났다.

⑥ 일반적으로 지역개발효과, 충분한 보상 등이 가장 큰 찬성태도의 유인으로 나타났으며, 이는 시설의 안전성에 대한 고려보다는 경제적 이익에 관심을 집중하고 있음을 의미한다.

⑦ 방사성폐기물 처분장의 안전성에 대한 불신과 환

경오염, 정부 및 한전 등 사업추진자에 대한 불신 등이 주요 반대요인으로 드러났다.

5. 결 론

원자력에 관련된 긍정적인 역사성이 존재하는 지역에 새로운 원자력시설을 입지하는 경우에 발생하는 특징을 가지고 있는 '도우넛효과'를 이변 울진지역을 대상으로 하는 실험을 통하여 확인할 수 있었다. 이에 입지가능성이 확인된 울진지역에 방사성폐기물 처분장을 입지하기 위한 가능한 대책은 다음과 같은 결론이 가능하다;

① 기존 시설의 안전성과 지역사회에 대한 경제적 파급효과에 대한 지역주민의 신뢰가 도우넛효과 발생의 근거이며, 따라서 이미 운영중에 있는 원전시설의 안전성에 대한 신뢰를 극대화하는 조치들이 마련되어야 하며 원전측의 인근지역사회에 대한 사회경제적 기여도가 확대되어야 한다.

② 인접거리(약 20 km 이내)내의 주민들에 대해서는 '보상적 입지정책'이 효과적일 수 있다.

③ 약 20~30 km 내의 지역주민들에 대해서는, 시설입지에 보다 포괄적인 지역협력사업이 마련되어야 한다.

④ 약 30~50 km 내의 주민들은 '시설의 위험은 인접 지역주민들과 크게 다르지 않으나 예정된 시설이 가져올 경제적 파급효과에서는 소외될 수밖에 없다'는 인식으로 높은 수준의 반대태도를 보이고 있다. 이 지역에 대해서는 '보상적 접근'보다는 입지과정에 주민의 참여를 보장하는 '협상적 접근'이 보다 효과적일 수 있다.

⑤ 그 이상의 원거리 지역주민들의 경우에는 '협상적 접근'이 가장 강력한 찬성태도 유인이므로, 입지과정에서의 주민참여를 집중적으로 홍보하므로써 수용적 환경을 조성할 수 있다.

본 연구의 한계를 극복하고 보다 합리적인 입지추진을 위해서는 다음과 같은 연구들이 진행되어야 한다;

① 원전가동지역 전체에 대한 '도우넛효과' 발생여부의 조사연구

② 거리별로 '보상적 접근'의 찬성태도 유발가설 설정 및 재검정을 통한 '도우넛효과' 확인

③ 지방자치체도의 정착에 따른 '보상' 및 '수혜'주체, 적정보상규모 등 환경의부성에 대한 연구

④ 시설의 안전성보장을 위한 제도에 대한 연구

⑤ 원전관련시설이 존재하는 전역에서 '도우넛효과'의 조건을 형성하는 정책에 관련된 연구

연구결과에 기초하여, 적어도 울진 원자력발전소 인근지역에 방사성폐기물 처분시설의 입지가능성이 상당히 큰 것으로 판단된다. 공학적으로 가장 안전하다고 홍보되어 오던 몇몇 후보부지에서 시설입지에 실패한 바

있는 우리는 향후, 입지확보노력을 기존 원전인근지역에 집중하므로써 최소한의 처분장 부지를 확보할 수 있을 것으로 생각된다.

연구의 관심을 다른 에너지시설의 입지문제로 확대 전환하는 경우에도 광역한 의미의 '도우넛효과'를 입지가능성 분석의 도구로 활용하여 사전에 조건을 성숙시켜 나가는 노력이 필요할 것이며, 도우넛효과와 구성내용에 대한 심화된 연구가 뒤따라야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 충남대학교 자연과학연구소: "중저준위 방사성폐기물 해저암반 처분장의 위치기준 설정연구", 원자력안전기술원, (1992).
2. 충남대학교 행정대학원: "한국인의 위험인식 상태와 원자력관련시설의 사회문화적 환경개선을 위한 연구", 원자력환경관리센터 최종보고서, (1993).
3. 한국사회과학연구협의회: "방사성폐기물 관리의 국민이해 제고방안", 원자력환경관리센터, (1992).
4. 원자력환경관리센터: "원자력 및 방사성폐기물관리사업에 대한 의식조사", (1995).
5. 유해운: "비선호시설입지에 대한 주민반대요인에 관한 연구 - 원자력관련시설입지를 중심으로 -", 광운대학교 행정학과 박사논문, (1995).
6. 강권호: "소각시 방사성핵종과 유해중금속의 열적거동해석", 원자력환경관리센터, (1993).
7. 김경동 홍두승: "원자력과 지역이해 - 사회과학적 접근 -", 서울대학교 출판부, (1992).
8. 김종숙: "원자력시설 부지선정의 효율화 방안에 관한 연구 - 주민참여방안을 중심으로 -", 한국원자력연구소, (1993).
9. Doug Eastering & Howard Kunreuther: "The Dilemma of Siting A High-Level Nuclear Waste Repository", Kluwer Academic Publishers, (1995).
10. Kent E. Portney: "SITING HAZARDOUS WASTE TREATMENT FACILITIES, THE NIMBY SYNDROMS", Auburn House, (1991).
11. NEA: "BROAD ECONOMIC IMPACT OF NUCLEAR POWER", OECD, (1992).
12. F. Chadwick: "Public Acceptance Workshop Report", Nuclear Energy, Aug. 22. (1983).
13. "Nuclear Waste News", vol. 16 No. 33, August 15, 321 (1996).