creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학전문석사 학위 연구보고서

재생에너지 건설사업의 수용성 확보를 위한 지역주민 선호도 분석

- 조건부가치측정법과 컨조인트 분석을 이용하여 -

The Regional Preference for the Acceptance of Renewable Energy Construction Project

2018년 12월

서울대학교 공학전문대학원

응용공학과 응용공학전공

김 경 재

재생에너지 건설사업의 수용성 확보를 위한 지역주민 선호도 분석

- 조건부가치측정법과 컨조인트 분석을 이용하여 -

지도교수 구 윤 모

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2018년 12월

서울대학교 공학전문대학원

응용공학과 응용공학전공

김 경 재

김경재의 석사 학위논문을 인준함

2018년 12월

위 원 장 서 은 석 (인)

위 원 구 윤 모 (인)

위 원 한 훈 (인)

국문초록

에너지 전환시대를 맞이하여 태양광, 풍력 등 재생에너지 역할이 증가하고 있다. 하지만, 재생에너지 설비를 건설간에 발생되는 여러 사회적 이슈로 사업이 지연되거나 중도에 취소되어 재생에너지 보급에 막대한 영향을 미치고 있다. 이에 본 연구는 태양광, 풍력설비 건설간 발생되는 사회적 이슈에 대한 가치를 조건부가치측정법과 컨조인트 분석법을 이용하여 추정하고 분석하였다. 추정결과, 태양광, 풍력발전 모두 통계적으로 유의하였고, 태양광의 경우 전체 응답자 평균 수용의사액은 1,570만원, 풍력발전은 3,135만원으로 추정되었다. 컨조인트 분석에서는 설치용량, 설치위치, 거주지와 이격거리, 사업 파트너 변화에 따른 한계수용의사액을 추정하였다. 태양광의 경우 설치용량은 Log(MW) 만큼 커질 경우 170만원이 늘어나고, 거주지와 이격거리는 Log(km)만큼 가까워 질 경우 513만원이 늘어나며, 설치위치는 건물옥상보다 평지에 설치 할 경우 2,392만원, 산지에 설치할 경우 1,192만원의 한계수용의사액이 증가되었다. 사업파트너는 통계적으로 유의미하지 않아, 영향이 없는것으로 분석되었다.

풍력은 설치용량의 경우 Log(MW) 만큼 커질 경우 328만원이 커지고, 거주지와 이격거리는 Log(km)만큼 가까워 질 경우 1,562만원이 커지며, 사업파트너는 공공보다 민간이 설치 할 경우 771만원의 한계수용의사액이 증가하였다. 설치위치는 통계적으로 유의미하지 않았고, 이는 대부분의 풍력발전이 산지에 설치되어 있는 결과로 판단된다. 정부의 정책적·경제적 지원이 늘어나는 가운데, 실효성을 거두기 위해서는 지역주민의 수용성 확보가 불가피함에 따라, 본 연구를 활용하여 정부 관계자 또는 발전사업자의 재생에너지를 원활하게 건설하기 위한 전략적 방향을 제시할 수 있다.

주요어 : 조건부가치측정, 컨조인트분석, 태양광, 풍력, 지원금, 선호도
학 번 : 2017-22342

목 차

제 1 장 서 론 ····· 1

제 2 장 이론적 배경 및 기존연구 고찰 ····· 3

제 1 절 재생에너지 현황 및 동향 ····· 3

제 2 절 비시장재화의 가치추정 방법 ····· 13

제 3 절 국내/외 선행연구 ····· 16

제 3 장 연구방법 ····· 19

제 1 절 설문자료 구성 및 방법론 ····· 20

1. 분석대상 설정 ····· 20

2. 설문방법 및 응답분포 ····· 20

제 2 절 분석모형 소개 ····· 31

1. 조건부 가치측정법 ····· 31

2. 컨조인트 분석법 ····· 33

제 4 장 연구결과 ····· 36

제 1 절 조건부 가치측정법의 추정결과 ····· 36

제 2 절 컨조인트 분석법의 추정결과 ····· 41

제 3 절 사례별 수용의사액 추정 ····· 46

제 5 장 결론 및 시사점 ····· 54

참고문헌 ····· 57

표 목 차

[표 2-1] 연도별 신재생에너지 공급의무 비율 ····· 3
[표 2-2] '16~'17년 재생에너지 보급실적 ····· 6
[표 2-3] 지연 또는 무산된 재생에너지 건설사업 현황 ····· 7
[표 2-4] 최근 10년간 연도별 신재생에너지 민원현황 ····· 8
[표 2-5] 풍력발전 설치비용 ····· 11
[표 2-6] 풍력발전 송전망 시스템 구축비용 ····· 12
[표 2-7] 비시장재화 가치추정 방법분류 ····· 14
[표 3-1] 본 연구의 비용추정 흐름도 ····· 21
[표 3-2] 태양광 및 풍력발전설비 장·단점 ····· 22
[표 3-3] 응답자 기초통계 ····· 28
[표 3-4] 재생에너지 인식에 대한 보기카드 ····· 30
[표 3-5] 재생에너지 인식에 대한 응답결과 ····· 31
[표 3-6] 재생에너지 설치에 대한 찬반 응답결과 ····· 31
[표 3-7] 재생에너지 환경피해 인식 및 경험 응답결과 ····· 31
[표 4-1] CVM 설문지 제시금액 ····· 37
[표 4-2] 태양광발전 CVM 제시금액별 응답분포 ····· 38
[표 4-3] 풍력발전 CVM 제시금액별 응답분포 ····· 39
[표 4-4] 태양광 및 풍력발전 WTA 평균값 추정결과 ····· 41
[표 4-5] 태양광발전 컨조인트분석 추정결과 ····· 42
[표 4-6] 풍력발전 컨조인트분석 추정결과 ····· 43
[표 4-7] 태양광 및 풍력발전 MWTA ····· 44
[표 4-8] 태양광 및 풍력발전 상대적 중요도 ····· 46
[표 4-9] 태양광발전 건설사업 현황 ····· 47
[표 4-10] 태양광발전 사업별 WTA 추정결과 ····· 48
[표 4-11] 이격거리에 따른 태양광발전 WTA 변화 ····· 49

[표 4-12] 가구수에 따른 태양광발전 건설단가 변화 ····· 50
[표 4-13] 풍력발전 건설사업 현황 ····· 51
[표 4-14] 풍력발전 사업별 WTA 추정결과 ····· 52
[표 4-15] 이격거리에 따른 풍력발전 WTA 변화 ····· 52
[표 4-16] 가구수에 따른 풍력발전 건설단가 변화 ····· 53

그 림 목 차

<그림 2-1> 재생에너지 3020 정책 목표 ····· 4
<그림 2-2> 3020 목표달성을 위한 발전원별 보급계획 ···· 4
<그림 2-3> '08~'17년 재생에너지 발전량 추이 ····· 5
<그림 2-4> '08~'17년 재생에너지 설비용량 추이 ····· 5
<그림 2-5> '08~'17년 태양광, 풍력 설비용량 추이 ····· 6
<그림 2-6> 태양광발전 시스템 구성도 ····· 9
<그림 2-7> 태양광 발전원리 ····· 9
<그림 2-8> 풍력발전 시스템 구성도 ····· 10
<그림 2-9> 태양광발전 설치비용 추이 ····· 11
<그림 2-10> 500MW 해상풍력발전 단지 CAPEX ····· 12
<그림 2-11> 해상풍력 발전 비용 추이 ····· 13
<그림 3-1> 설문지 보기카드 ····· 22
<그림 3-2> 태양광발전 조건부가치측정 예비 설문지 ····· 24
<그림 3-3> 풍력발전 조건부가치측정 예비 설문지 ····· 24
<그림 3-4> 태양광발전 컨조인트분석 속성 및 설명 ····· 25
<그림 3-5> 풍력발전 컨조인트분석 속성 및 설명 ····· 26
<그림 3-6> 태양광발전 선택집합 설문지 ····· 27
<그림 3-7> 풍력발전 선택집합 설문지 ····· 27
<그림 3-8> 월 가구소득 분포 ····· 29
<그림 3-9> 월 개인소득 분포 ····· 29
<그림 3-10> 가구당 월 전기요금 분포 ····· 29
<그림 4-1> 태양광발전 CVM 응답분포 ····· 38
<그림 4-2> 풍력발전 CVM 응답분포 ····· 39
<그림 4-3> 태양광발전 NO-NO 응답분포 ····· 40

<그림 4-4> 풍력발전 NO-NO 응답분포 ····· 40
<그림 4-5> 태양광발전 설치용량 변화에 따른 MWTA ·· 45
<그림 4-6> 태양광발전 이격거리 변화에 따른 MWTA ·· 45
<그림 4-7> 풍력발전 설치용량 변화에 따른 MWTA ····· 45
<그림 4-8> 풍력발전 이격거리 변화에 따른 MWTA ····· 46
<그림 4-9> 이격거리에 따른 태양광발전 WTA 추이 ····· 49
<그림 4-10> 가구수에 따른 태양광발전 WTA 추이 ····· 50
<그림 4-11> 가구수에 따른 태양광발전 건설단가 추이 ·· 50
<그림 4-12> 이격거리에 따른 풍력발전 WTA 추이 ····· 53
<그림 4-13> 가구수에 따른 풍력발전 WTA 추이 ····· 54
<그림 4-14> 가구수에 따른 풍력발전 건설단가 추이 ····· 54

제 1 장 서 론

2015년 파리 기후변화협약 체결로 국제 사회는 기후변화 대응을 위해 당사국들에게 보다 높은 수준의 온실가스 감축을 요구하고 있고, 우리나라는 2030년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37%를 감축하는 목표를 확정하였다(산업통상자원부, 2016.12). 정부는 산업부문의 부담은 최소화하면서 상대적으로 수송, 건물부문과 함께 발전부문에서 온실가스를 더 감축하기 위한 계획을 수립하였다. 또한 일본 후쿠시마 사태의 여파와 미세먼지 배출의 획기적인 감축을 위해 우리나라 에너지 믹스에서 50% 이상을 차지해 왔던 원자력과 석탄발전의 비중을 내리고, 신재생에너지를 확대하는 에너지 전환 시대에 접어들었다. 이에 따라, 우리나라는 에너지 공급 패러다임을 공급자 중심의 저렴하고 안정적인 전력공급에서 수요자 중심의 안전하고 깨끗한 전력공급으로 바꾸면서 에너지 전환을 국가 장기적인 에너지 비전으로 추진하고 있다. 정부는 2017년 10월 에너지 전환 로드맵을 수립하였고, 원전의 단계적 감축, 노후 석탄발전 폐지, 태양광 및 풍력 등 청정에너지 중심의 재생에너지 3020 이행계획을 수립하였다 (산업통상자원부, 2017.10). 2030년까지 재생에너지 발전량 비중을 20%까지 달성하기 위해서는 2017년 기준 15.1GW의 신재생 설비용량에서 추가로 48.7GW의 설비가 필요하고, 이는 정부의 안정적인 정책적·경제적 지원이 뒷받침될 것이라는 것을 의미한다. 하지만, 재생에너지 설비를 건설하기 위해서는 지역주민 수용성 확보, 환경영향평가 만족이 선행되어야 하나, 깨끗하다고 여겨왔던 재생에너지가 삼림파괴, 경관훼손 등 환경적 피해와 토지이용 제한, 부동산 가치하락 등 사회·경제적 피해 등에 대해 지역주민의 수용성이 확보되지 않아 사업이 지연되거나, 착수조차 못하고 취소되는 사례가 증가하고 있다. 특히, 재생에너지 산업은 대부분 민간 업체가 주도하는 사업이기 때문에 정부 또는 공공이 추진하는 사업에 비해 사회적 수용성은 더욱 중요하다고 볼 수 있다(이철용, 2014).

정부는 발전설비에 대한 국민의 이해를 도모하고, 건설사업 촉진을 위해 2015년에 발전소 주변지역 지원에 관한 법률을 제정하였고, 이를 기준으로

원자력, 석탄, 수력 및 양수, 신재생에너지 등이 설치된 발전소 주변지역에는 기본지원사업으로 연간 발전량(kWh)에 따라 지원금이 결정되어 환경개선, 복지증진, 교육장학 및 홍보사업 등을 추진하고 있고, 설치되고 있거나 예정인 지역에는 특별지원사업으로 구분하여 지원이 되고 있다(산업통상자원부, 2017.12). 단, 2MW 이하 신재생에너지를 이용한 발전설비는 지원 대상에서 제외되어, 태양광발전은 주로 2MW 이하 소규모 설치되기 때문에 정부의 정책적인 지원을 받지 못하게 되고, 2MW 이상으로 설치되어 주변지역에 지원이 되더라도 태양광과 풍력은 에너지 이용효율 특성상 발전량이 적어 지원수준이 타 발전원에 비해 상대적으로 낮기 때문에 재생에너지 사업에 대한 정책적인 지원규모는 낮을 수 밖에 없다. 더불어, 지역별 지원금 요구수준에 대한 과열로 사업자에 대한 투자부담이 갈수록 증가하여, 경제성이 낮아 사업추진이 불가능하고, 특히 신재생에너지 보급 의무화 대상 사업자의 경우 그 부담은 더욱 커지고 있다.

이러한 상황에서 기존 신재생에너지 관련 연구는 원자력 또는 화력발전에서 신재생에너지로 전환에 따른 공급자 입장에서 비용 및 사업성 분석 또는 신재생에너지 의무할당제도 시행에 따른 재생에너지 선호도 분석에 집중되어 왔다. 이에 따라 본 연구에서는 조건부 가치측정법을 사용하여 태양광, 풍력발전 설비가 설치될 경우 여러 환경적·사회적 이슈들에 대해 소비자가 체감하는 수용의사 비용을 추정하고, 더불어, 컨조인트 방법론을 사용하여 주요 이슈들에 대해 소비가가 부여하는 한계효용가치를 분석하여, 건설사업별 특성(설치용량, 위치, 거주지와 이격거리, 사업 파트너, 지원금 규모) 차이에 따른 수용의사액을 추정하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서 재생에너지에 대한 정부정책 및 보급현황, 환경재와 같은 비시장재화에 대한 가치추정 방법론 및 관련 선행연구를 살펴보고, 3장에서는 본 연구의 방법론 및 연구모형을 제시하며, 4장에서는 연구결과를 분석할 것이다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결론 및 시사점을 살펴본다.

제 2 장 이론적 배경 및 기존연구 고찰

제 1 절 재생에너지 현황 및 동향

“신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법”에서 신·재생에너지는 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛·물·지열·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 정의하고 있다. 이중에서 재생에너지는 태양열, 수력, 풍력, 조력, 지열 등 자연계에 존재하는 무한에 가까운 에너지를 이용하여 공급하는 에너지를 말하고, 우리나라는 태양광, 풍력 등 8개 분야로 구분된다.

1. 재생에너지 보급정책 및 현황

가. 정부 재생에너지 보급정책

우리나라는 2014년 제 4차 신·재생에너지 기본계획을 통해 2035년까지 1차 에너지의 11%, 전체 발전량 중 13.4%를 신·재생에너지로 공급하겠다는 목표를 설정하였고, 이를 달성하기 위해 2012년부터 신재생에너지 의무할당제도(RPS, Renewable Energy Portfolio Standard)를 도입하여 500MW 이상 발전설비를 보유한 발전사업자에게 총 발전량 중에서 [표 2-1]와 같이 연도별로 정부가 정해놓은 일정 비율 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급하도록 의무화하였다.

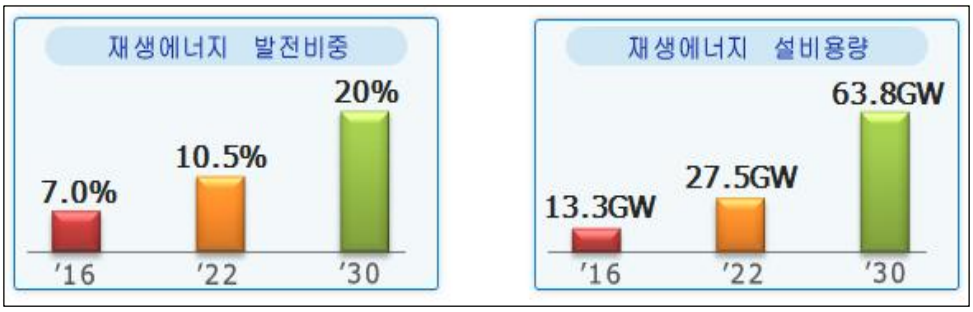
[표 2-1] 연도별 신재생에너지 공급의무 비율

구 분	‘12년	‘13년	‘14년	‘15년	‘16년	‘17년
비 율	2%	2.5%	3%	3.5%	4%	4.5%
구 분	‘18년	‘19년	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년 이후
비 율	5%	6%	7%	8%	9%	10%

출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터

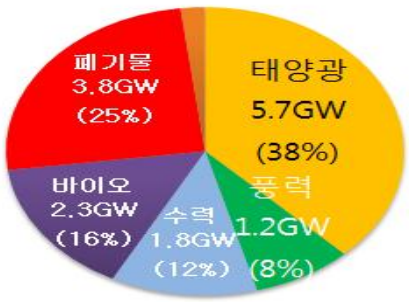
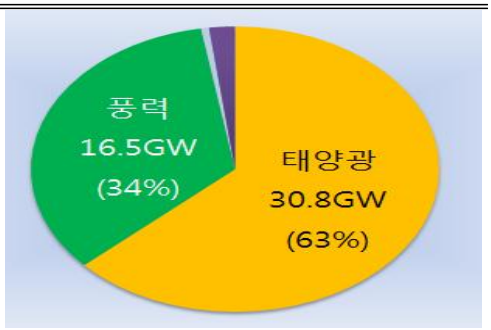
또한, 신기후체제에 따른 자발적 온실가스 감축목표를 수립하였고, 미세먼지 등 대기오염물질의 감축 그리고 후쿠시마 원전사고 이후 경주, 포항 지진 등에 대비하여 안전하고 깨끗한 에너지 공급을 위해서 <그림 2-1>과 같이 2016년 7%인 재생에너지 발전량 비중을 2030년까지 전체 발전량의 20%까지 신・재생에너지로 공급하는 '재생에너지 3020' 이행계획을 발표하였다(산업통상자원부, 2017). 이를 달성하기 위해서는 <그림 2-2>과 같이 총 63.8GW가 보급되어야 하고, '17년에 15.1GW가 보급됨에 따라, 향후 48.7GW의 신규설비가 필요하고, 이중 97%가 태양광, 풍력발전이 공급될 계획이다.

<그림 2-1> 재생에너지 3020정책 목표



출처 : 산업통상자원부(2017),「재생에너지 3020 이행계획」

<그림 2-2> 3020 목표달성을 위한 발전원별 보급계획

현재 ('17년, 15.1GW)	신규 ('18~'30년, 48.7GW)
	

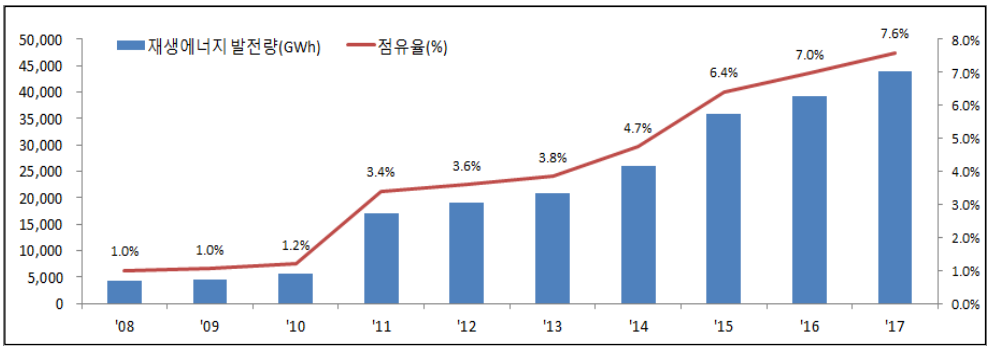
출처 : 산업통상자원부(2017),「재생에너지 3020 이행계획」

나. 국내 재생에너지 보급현황

2017년 기준 국내 총 발전량 대비 재생에너지 공급 비중은 7.6%로 2016년 7%에 비해 0.6%p 증가한 것으로 나타났다. 이중에서 태양광은 7,056GWh로 1.15%, 풍력은 2,169GWh로 0.35%를 차지하고 있다.

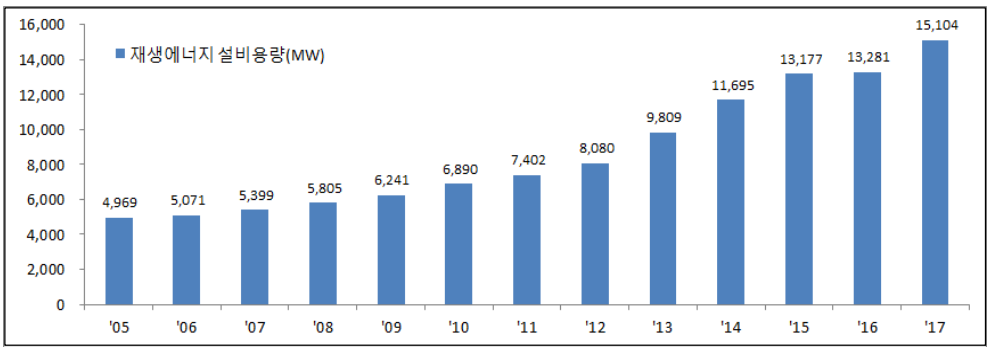
<그림 2-3> 2008년부터 2017년까지 재생에너지 발전량 추기를 살펴보면 10년간 연평균 증가율은 3.3%이고, 2011년 이후 최근 7년(2011~2017년)까지로 기간을 좁혀보면 5.2%가 증가함을 알 수 있다.

<그림 2-3> '08~'17년 재생에너지 발전량 추이



출처 : 한국에너지공단(2017). 2016년 신재생에너지 보급통계(확정치) 결과
한국에너지공단(2018). 2017년 신재생에너지 보급통계(잠정치)결과.

<그림 2-4> '08~'17년 재생에너지 설비용량 추이



출처 : 한국에너지공단(2017). 2016년 신재생에너지 보급통계(확정치) 결과
한국에너지공단(2018). 2017년 신재생에너지 보급통계(잠정치)결과.

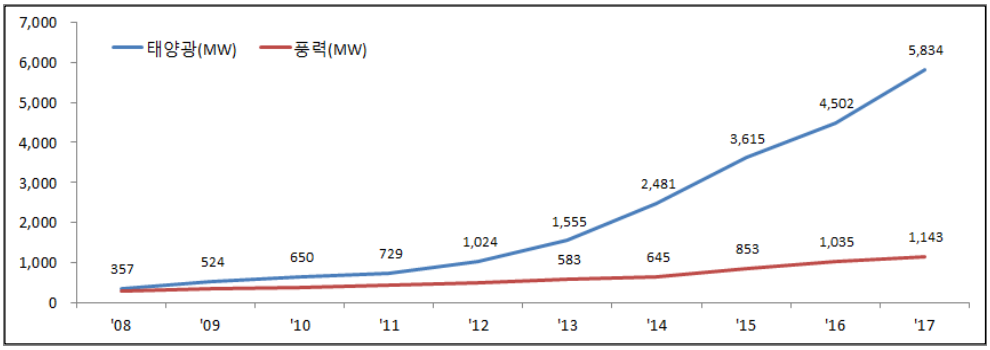
또한, 재생에너지 설비용량은 <그림 2-4>와 같이 점진적으로 증가하고 있고, 2016년 13,280MW에서 2017년 15,104MW로 1,823MW가 증가하였다. 이중에서 [표 2-2]와 같이 태양광이 1,332MW, 풍력이 109MW로 재생에너지 증가량의 약 80%를 차지하고 있다.

[표 2-2] 재생에너지 보급실적

구 분	2016년		2017년		전년 대비 증감	
	설비용량 (MW)	비 중 (%)	설비용량 (MW)	비 중 (%)	설비용량 (MW)	비 중 (%)
태양광	4,501	33.9	5,834	38.6	1,333	73.1
풍 력	1,034	7.8	1,143	7.6	109	6.0
수 력	1,790	13.5	1,794	11.9	4	0.2
해 양	255	1.9	255	1.7	0	0
바이오	1,906	14.4	2,284	15.1	378	20.7
폐기물	3,794	28.6	3,794	25.1	0	0
합 계	13,280	-	15,104	-	1,824	-

출처 : 한국에너지공단(2017). 2016년 신재생에너지 보급통계(확정치) 결과
한국에너지공단(2018). 2017년 신재생에너지 보급통계(잠정치)결과.

<그림 2-5> '08~'17년 태양광, 풍력발전 설비용량 추이



출처 : 한국에너지공단(2017). 2016년 신재생에너지 보급통계(확정치) 결과
한국에너지공단(2018). 2017년 신재생에너지 보급통계(잠정치)결과.

2. 지역민원에 의한 지연 또는 취소현황

재생에너지 보급이 확대되면서 환경단체나 주민 반발로 인한 갈등 사례가 적지 않게 발생하였다.(이희선 외, 2009) 또한, 2030년까지 재생에너지 비율을 20%까지 끌어올린다는 야심찬 계획을 내놨지만 재생에너지 설비가 기피시설로 인식되어 주민들의 반발 등으로 사업이 줄줄이 무산되고 있다(서울신문, 2017). 재생에너지 설비가 기피시설로 인식되는 이유는 <표 2-3>과 같이 자연훼손, 소음 및 저주파 등으로 신체 및 경제적 피해가 주요 원인으로 작용되고 있다.

<표 2-3> 지연 또는 무산된 재생에너지 건설사업 현황

사업명	설비용량	주민, 지자체 반대이유	추진결과
영천보현산풍력	40MW	영천시의 명산에 심각한 산림훼손, 주민 수면방해, 소음과 저주파로 신체 및 경제적 피해	무산
기룡상풍력	39MW		무산
울산동대산풍력	20MW	동산로 주변으로 저주파로 신체피해, 자연 훼손	무산
장흥풍력	16.1MW	소음과 저주파로 신체 및 경제적 피해, 사찰주변 수행환경 및 자연훼손	무산예정
연장리태양광	6MW	자연환경 파괴 주범, 전자파 피해, 재산권 생사 침해, 주변 농작물 부작용	지연
청송면봉상풍력	60MW	사업예정지 주변 2.5km 이격 마을 사전협의 소외 문제제기, 소음과 저주파로 신체 및 경제적 피해	지연
포항죽장풍력	72MW	사업예정지 주변 1.3km 이격마을 주민 10가구 민원 보상금 합의 문제로 사업추진 반대(1인당 10억원 추정)	지연

출처 : 산업통상자원부

국회 산업통상자원중소벤치기업위원회 소속 윤한홍 의원이 산업통상자원부 및 전국 17개 시도로부터 제출받은 최근 10년간 전국 신재생에너지 발전소 허가 및 운영과 관련한 민원이 총 579건이었고, 이중 태양광발전이 504건(87%)으로 가장 많았고, 풍력은 63건(10.9%)으로 뒤를 이어, 태양광, 풍력이 전체 97.9%를 차지하였다. 민원의 세부내용은 조망권, 소음, 저주파 등 생활권 및 건강권 침해, 산림훼손 등 환경파괴, 지가하락, 농작물 피해 등 재산권 침해, 토사 유출 등이 전체 발생건수의 96.3%에 해당되었다(한국에너지신문, 2017). [표 2-4]는 최근 10년간 민원발생 현황이다.

[표 2-4] 최근 10년간(2008~2017) 연도별 신재생에너지발전 관련 민원

연 도	태양광	풍 력	기 타	합 계
2008	9	0	0	9
2009	5	0	0	5
2010	2	0	0	2
2011	2	0	1	3
2012	3	1	0	4
2013	11	2	0	13
2014	45	2	1	48
2015	105	30	1	136
2016	116	21	5	142
2017	206	7	4	217
합 계	504	63	12	579

출처 : 한국에너지신문(2017),「신재생에너지 설치민원, 10년간 24배 증가」

3. 태양광, 풍력발전 설비 구성 설명

가. 태양광 발전

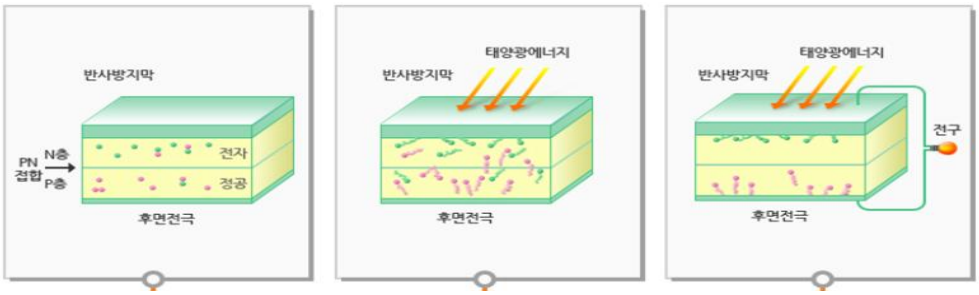
태양으로부터의 빛에너지를 직접 전기에너지로 바꾸어주는 발전기술로써 광전효과에 의해 전기를 발생하는 태양전지(Solar Cell)를 이용한 방식으로, 모듈, 축전지 및 전력변환장치로 구성된다. 태양전지는 모듈의 최소 단위로서, 모듈을 다수 연결하여 용도에 맞게 만든 것이 어레이(array)이다.

<그림 2-6> 태양광발전 시스템 구성도

출처 : 한국에너지공단 블로그(2016), 태양광에너지 소개

태양전지는 실리콘으로 만들어지는 반도체 소자이며, 서로 다른 전기적 성질을 가진 N형 반도체와 P형 반도체를 접합시킨 구조로, 태양빛이 반도체 속으로 흡수되어 자유전자와 정공을 발생시키고, 자유전자는 회로를 P형 반도체 쪽으로, 정공은 회로를 통하여 N형 반도체쪽으로 각각 이동하게 되며, 전위차에 의해 전류가 발생하게 된다.

<그림 2-7> 태양광 발전원리

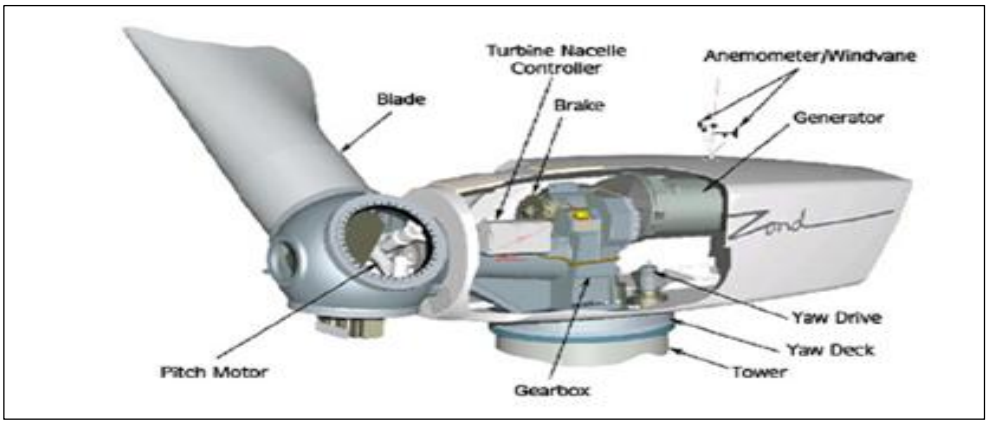


출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터, 신재생에너지 소개(태양광)

나. 풍력 발전

바람의 힘을 이용한 것으로 바람이 풍차의 날개를 돌리면 날개와 연결된 발전기에서 전기를 생산하는 발전기술로써, <그림 2-8>와 같이 풍차날개(Blade), 동력전달장치(Gearbox), 발전기 및 전력변환장치로 구성된다.

<그림 2-8> 풍력발전 시스템 구성도



출처 : 한국에너지공단 신재생에너지센터, 신재생에너지소개(풍력)

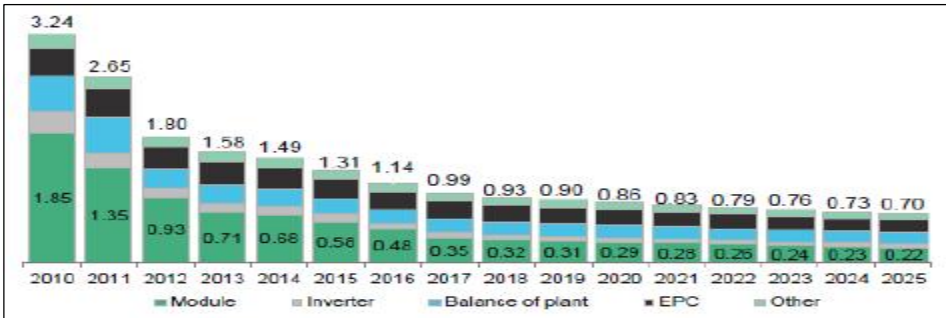
4. 재생에너지 설치비용 분석

발전설비의 초기투자비는 직접비와 간접비로 구분된다. 직접비는 기자재비, 토목비, 설치비 등으로 구성되고, 간접비는 설계비, 인허가 및 감리비 등으로 구성된다. 간접비는 직접비의 일정 요율로 정해지기에 직접비 차이에 의해 재생에너지 설치비용이 결정된다.

태양광 설비의 경우 2017년 연말 기준 100kW급을 기준으로 할 때 전체 설치비용은 2억원 선으로 자재비가 1.3억원으로 전체 비용의 65%를 차지하고 있다.(이투뉴스, 2018) <그림 2-9>는 Boomberg New Energy Finance(BNEF)에서 New Energy Outlook 2017을 통해 발표한 태양광 발전 시스템 설치가격에 대한 전망 자료로써, 2016년 기준 가격이 $1.14/W로, 2010년 대비 $2.10/W가 감소하였고, 2025년에는 $0.70/W으로 전망되어 향후에도 지속적으로 감소할 것으로 전망하였다.(BNEF, 2017e)

태양광 설치가격은 지속적으로 하락하는 가운데 우리나라는 프로젝트당 약 2,000~3,000만원의 민원비용이 발생하여, 총 사업비에서 민원비용이 차지하는 비율은 지속 증가할 것이고, 결국 민원비용이 전체 설치비용의 증가원인으로 작용되고 있다(이튜뉴스, 2018).

<그림 2-9> 태양광발전 설치비용 추이($/W)



주: 'other'는 개발세(developer fees), 토지인수세, 재정비용, 예비비(contingency), 그 외 부수적 비용을 포함.
자료: BNEF(2017e)

풍력발전의 경우 김경수(2017)는 풍력발전소 및 송전망 구축에 관련한 비용 인자들을 아래 <표 2-5>, <표 2-6>과 같이 나타냈다.
Contingency 및 Initial business cost는 해상풍력이 약 2배 많고, turbine cost는 육상풍력(onshore)이 13~51% 많으며, construction cost는 해상풍력이 약 2~6.8배 더 많이 소요된다.

<표 2-5> 풍력발전 설치비용

Paramaters	Values
Jacket price (MM₩)	1,705 (3MW) / 2,212 (5MW)
Contingency cost (MM₩/MW)	17.1 (onshore) / 42.8 (offshore)
Initial business cost (MM₩/MW)	23.9 (onshore) / 39.9 (offshore)
Onshore turbine cost (MM₩)	5,900 (GE) / 6,600 (Hyosung) 8,300 (Htyundai)
Offshore turbine cost (MM₩)	5,200 (Vestas) / 5,900 (Siemens) 5,500 (Doosan)
Onshore construction cost (MM₩)	425
Offshore construction cost (MM₩)	843 (5~20m) / 1,370 (20~40m) 2,910 (40~60m)

출처 : 김경수(2017),「인공신경망을 이용한 풍력발전 통합 최적화 모델 개발」

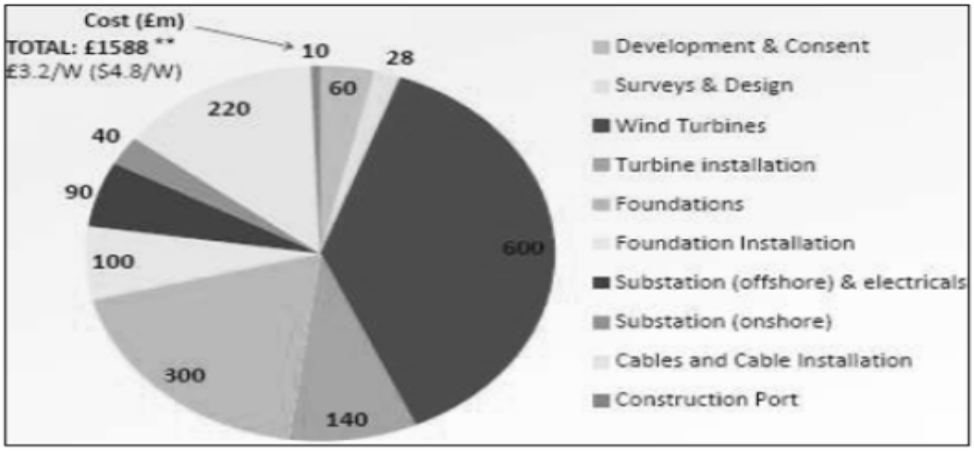
<표 2-6> 풍력발전 송전망 시스템 구축비용

Paramaters	Values
22.9kV line (MM₩/km)	658 (onshore) / 2,592 (offshore)
154kW line (MM₩/km)	1,085 (onshore) / 2,775 (offshore)
Onshore 154kV substation (MM₩/bank)	1,204
Offshore 154kV substation (MM₩/bank)	1,899

출처 : 김경수(2017),「인공신경망을 이용한 풍력발전 통합 최적화 모델 개발」

또한, 민창기 외(2014)는 500MW 해상 풍력발전단지의 CAPEX를 구성요소별로 살펴본 결과, <그림 2-10>과 같이 풍차날개 설치 및 재료비에 약 47%, 기초지지대 설치 및 재료비 약 28%, 해저케이블 설치 및 재료비에 14% 비중이 차지한 것으로 분석하였다.

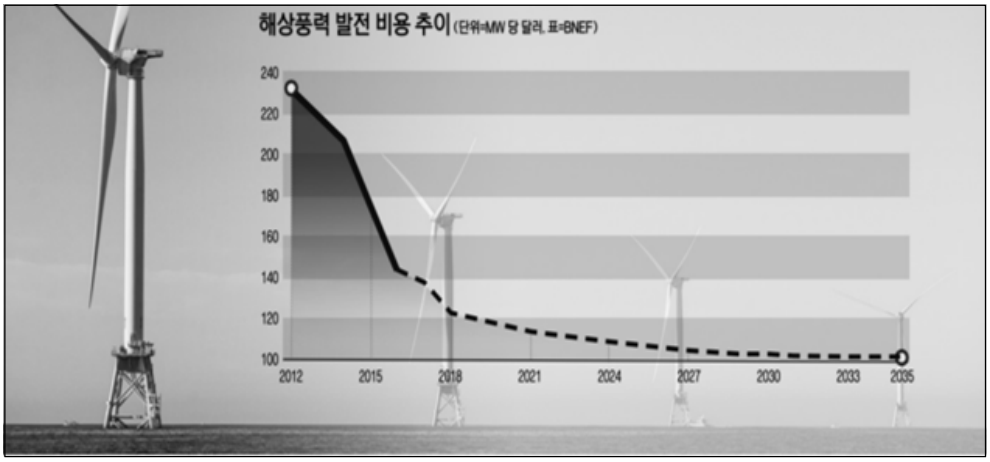
<그림 2-10> 500MW 해상 풍력발전 단지 CAPEX



출처 : 민창기 외(2014),「국내 해상풍력 경제성 분석」

더불어, <그림 2-11>과 같이 유럽의 해상풍력 설치비용이 2015년까지 급격히 감소했으며, 2016년 한해에만 22%가 감소했고, 2035년까지 지속적으로 감소할 것으로 발표하였다. 이는, 풍력발전 또한 태양광발전과 같이 민원비용이 전체 설치비용에서 차지하는 비율이 점점 증가함을 알 수 있다.

<그림 2-11> 해상풍력발전 설치비용 추이



출처 : 에너지경제(2017),「글로벌 에너지, 떠오르는 해상풍력시장..」

제 2 절 비시장재화 가치추정 방법론

1. 비시장재화의 가치평가 방법 구분

자연경관, 소음 등과 같은 환경재의 양적 또는 질적 변화에 따른 편익을 평가하기 위해서는 환경재가 소비자에게 주는 편익, 즉 환경재의 가치를 추정해야 한다. 하지만, 이러한 환경재는 시장에서는 거래되지 않거나, 관측이 어렵기 때문에, 비시장적 방법을 이용하여 가치를 평가해야 한다. 이러한 비시장적 재화에 대한 비용을 추정하는 방법에는 [표 2-4]과 같이 구분할 수 있다.

[표 2-7] 비시장재화 가치추정 방법분류

구 분	분석방법	특 징
현시 선호법	• 여행비용 평가법 • 헤도닉 가격 기법	시장에서의 거래행위 관찰후 평가
진술 선호법	• 조건부가치 평가법 • 컨조인트 분석법	가상의 시장을 이용한 사전 평가

출처 : 이철용(2014)

가. 현시선호 접근법

여준호(2008)는 간접분석법(indirect methods)이라 불리기도 하는 현시선호법은 가치를 추정하고자 하는 환경자원에 대한 현실시장 경제지표가 없기 때문에 환경질 변화시 대상재화와 관련된 시장재화의 변화를 이용하는 방법이라고 하였다. 환경재의 경우 시장자료가 존재하지 않기 때문에 해당 환경재와 관련된 시장에서 발생하는 변화를 분석하여 가치를 도출하는 방식으로, 이를 관련시장 접근법(related market approach)이라고 불리기도 한다.

김일중(2003)은 이 방법이 현시선호법이라 불리는 이유는 각 개인이 관련 시장에서의 행위를 통해 환경자원에 대해 부여하는 가치나 선호를 현시(Revealed) 하였다고 볼 수 있기 때문이라고 하였다. 현시 선호 접근법에는 대표적으로 여행 비용 접근법, 헤도닉 가격기법, 회피행위방법 등이 있는데, 이는 시장에서 거래가 이루어지는 재화의 거래 행위를 관찰함으로써 비시장 재화의 가치를 간접적으로 추정하게 된다.

나. 진술선호 접근법

여준호(2008)는 직접분석법(direct methods)이라 불리는 진술선호법은 실제시장이 아닌 가상시장에서의 선호도를 이용하는 방법으로, 자연환경을 소비하는 개개인이 자신의 선호를 실제 시장재화로 간접적으로 제시하는 것이 아니라 직접 제시하도록 하는 방법이라 하였다. 이는 보다 광범위한 자연환경의 가치(사용가치+비사용가치)를 평가하기 위해 고안된 방법으로, 관련된 시장에서 관찰하는 것이 어렵거나, 관찰이 가능하더라도 신뢰성이 떨어질 경우 실제로 존재하지 않는 시장을 가상의 시나리오를 작성하여 가상시장에 몰입하도록 구성한 후, 몇가지 설문조사를 통해 응답자의 반응 결과를 분석하여 가치를 평가하는 방법을 말한다.

진술 선호 접근법은 대표적으로 조건부 가치측정법(CVM, contingent valuation method)과 컨조인트 분석법(conjoint analysis)이 있다. 가장 많이 사용되고 있는 조건부 가치 측정법은 대상 재화에 대한 소비자의 지불의사액 또는 수용의사액의 범위를 개략적으로 결정한 다음 응답자에게 하나의 금액을 제시하여 지불의사 또는 수용의사가 있는지 여부를 직접적으로 질문하는 방법으로, 개방형 질문법과 양분선택형 질문법으로 구분된다. 개방형 질문법은 응답자가 자신이 최대 지불의사를 직접 제시하도록 하는 방식이고, 양분선택형은 제시된 금액에 대해 응답자가 선택하는 방식으로, 조건부가치측정법은 분석대상 재화의 가치를 응답자의 진술에 의존하기 때문에 믿을만한 결과를 제시하는지에 대한 비판을 받기도 하였다(Bergmann et al. 2010). 이러한 한계에도 불구하고, 여준호(2008)는 개방형 질문법의 경우 환경재에 대한 응답자의 이해부족에 따른 신뢰성

저해, 양분선택형 질문법의 경우 잘못된 제시금액에 대한 신뢰성 저해 등을 보완하고자 두가지 질문법을 동시에 고려하여 사용하는 방법을 제안하였다.

컨조인트 분석법은 평가대상의 여러 가지 속성(본 연구에서는 재생에너지 설치간 발생되는 환경이슈는 설치용량, 설치위치, 거주지와의 이격거리 및 사업파트너와 관련됨)에 대해 속성수준을 정하여 이들 속성과 속성수준으로 구성된 다수의 선택집합을 구성한 다음 가장 선호하는 집합 하나를 선택하게 함으로써 응답자의 선호도를 간접적으로 얻는 방법이다. 이는 속성별 가치에 대한 분석이 가능하나 환경재 속성을 정량화하는데 있어 선행연구 사례가 많지 않고, 많은 시간과 노력이 필요하다는 측면에서 적용하는데 한계로 작용된다(민동기 외, 2004).

2. 본 연구의 가치추정 방법론 선택

발전소 주변지역 지원에 관한 법률에는 발전소 주변지역에 대한 지원사업을 효율적으로 추진하고, 국민의 이해를 증진하며, 지역발전에 기여하는 목적으로 지원사업 추진을 법으로 명시되어 있고, 재생에너지가 건설중이거나 건설이 예정된 지역을 지원하고자 특별지원사업을 시행하도록 되어있다. 하지만 명확한 지원기준이 없고, 지역간 지원요구 수준이 상이하며, 지원되는 규모에 대한 정보도 비공개되어 현시선호 접근으로는 가치추정이 현실적으로 불가능하여 진술선호에 의한 추정방법 중 조건부 가치측정법과 컨조인트 분석법을 동시에 사용하였다. 조건부 가치측정법을 통해 재생에너지 건설에 따라 소비자가 체감하는 절대적 수용의사액을 추정한 후, 컨조인트 분석법을 사용하여 재생에너지 건설에 따른 주요 속성, 즉 설치용량, 거주지와 이격거리, 설치위치, 사업 파트너 등 여러 속성들의 변화에 따른 한계수용의사액을 추정하여 조건부 가치측정법에서 추정한 절대적 수용의사액을 기준으로 컨조인트 분석법을 통해 추정한 속성변화에 따른 한계수용의사액을 반영하여 프로젝트별 수용성 차이를 분석하고자 한다.

제 3 절 국내/외 선행연구

1. 조건부 가치측정법을 이용한 연구

Mozumder et al.(2011)은 미국 뉴멕시코 주의 신재생에너지에 대한 지불의사액을 분석하였고, 에너지원에 10%의 신재생에너지를 포함할 경우 전기요금으로 10$/월(평균 저기요금의 14% 인상분)을 추가로 지불할 수 있고, 20%일 경우 25$/월(평균 전기요금의 36% 인상분)을 지불할 의사가 있는 것으로 분석되었다.

Batley et al.(2001)은 개방형 질문(open-ended question) 방식을 사용하여 영국의 신재생에너지에서 생산된 전력에 대한 지불의사액을 분석하였다. 전체 응답자 중 34%가 신재생에 대해 지불의사가 있다고 응답했고, 평균 지불의사액은 응답자가 지불하는 전기요금의 16.6%로 나타났다.

이철용(2014)은 기존 공급 위주의 신재생에너지 정책에서 벗어나 수요측의 반응을 살피기 위해 이중경계 양분선택형(DBDC) 질문을 이용하여 신재생에너지에 대한 지불의사액을 추정하였고, 사회적 수용성 제고를 위한 방안을 제시하였다. 분석결과 신재생에너지로 생산한 전기사용을 위해 매달 3,456원을 추가로 지불할 의사가 있고, 원자력 발전에서 신재생에너지로 대체할 경우 매월 4,554원, 석탄화력발전에서 신재생으로 대체시 매월 4,005원을 추가로 지불할 의사가 있는 것으로 분석되었다. 더불어, 사회적·정치적 영역에서 국민 또는 지역주민을 상대로 홍보를 적극 실시할 필요가 있고, 신재생에너지 건설에 주민 참여를 유도하여 참여자들 모두가 이득을 가질 수 있도록, 충분한 인센티브 제공 및 시스템 구축이 필요함을 확인하였다.

김지효 외(2012)는 2012년 한국내 신재생에너지 공급의무화 제도(RPS, Renewable Energy Potfolio Standard)가 도입을 앞둔 상황에서 풍력, 태양광, 수력으로부터 생산된 전력에 대한 이중경계 양분선택형(DBDC) 질문을 이용하여 지불의사액을 분석하였다. 위 세가지 재생에너지원에 대한 가구당 평균 지불의사액은 매월 1,562.7원으로 추정되었고, 에너지원

별로는 풍력 1,592.2원/월, 태양광 1,557.2원/월, 수력 1,538.7원/월으로 나타났다.

박찬호 외.(2008)는 송전선로 지중화사업에 대한 파급효과를 분석하였고, 분석대상으로 도시미관 환경개선, 전자파 및 환경피해 예방, 대상지의 부동산 가격상승 등의 간접편익 항목을 중심으로 이에 따른 편익을 정량적으로 산정하였다. 이를 위해서 전기료를 통해 공사비를 분담해야 됨을 설명함으로써 가상 시장 시나리오를 제시하였고, 그 결과 지불의사액이 월 평균 8,294원으로 추정되었다.

2. 컨조인트 분석법을 이용한 연구

Bergmann et al.(2006)은 스코틀랜트를 대상으로 신재생에너지에 대한 투자가 경관, 야생동물, 대기질에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하였다. 수력, 육상 및 해상풍력, 바이오매스를 대상으로 하였고, 이들 에너지원이 경관에 미치는 영향, 야생동물에 미치는 영향, 대기오염에 미치는 영향, 고용기회 창출 및 재생가능 전력가격의 상승 등 5가지 속성으로 분석하였다. 분석결과 이들 신재생에너지로 인하여 경관에 미치는 영향을 최소화하기 위한 지불용의액은 15,390원, 야생동식물에 대한 영향을 최소화하기 위해서는 22,762원이 추정되었다. 고용효과는 유의미하지 않게 나타났다.

Nele Lienhoop.(2018).은 독일에서 풍력발전 설치시 지역 주민들의 의견을 결정하는 요인에 대해 분석하였다. 분석 대상으로 풍력 프로젝트 의사결정 과정의 참여수준, 지분참여 기회제공, 개발자, 전기요금 변화 등 4가지 속성으로 분석하였고, 분석결과 프로젝트 의사결정에는 영향을 미칠 수 없으나 의견 제시가 가능할 경우 가구당 연간 15유로, 개발자와 협력관계를 유지하고 의사결정에 영향을 미칠수 있을 경우 연간 188유로, 지분을 우선 매수할 수 있는 권리를 제공하여 프로젝트 이윤에 대한 개입이 가능할 경우 연간 65유로 지불할 의사가 있으나, 지자체가 개발자일 경우 연간 64유로, 대기업일 경우 92유로를 오히려 받아야 하는 것으로 분석되었다. 따라서 지역 주민 수용성을 위해 금전적인 보상뿐만 아니라,

의사결정 과정에 적극적으로 참여할 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다는 의미를 전달하였다.

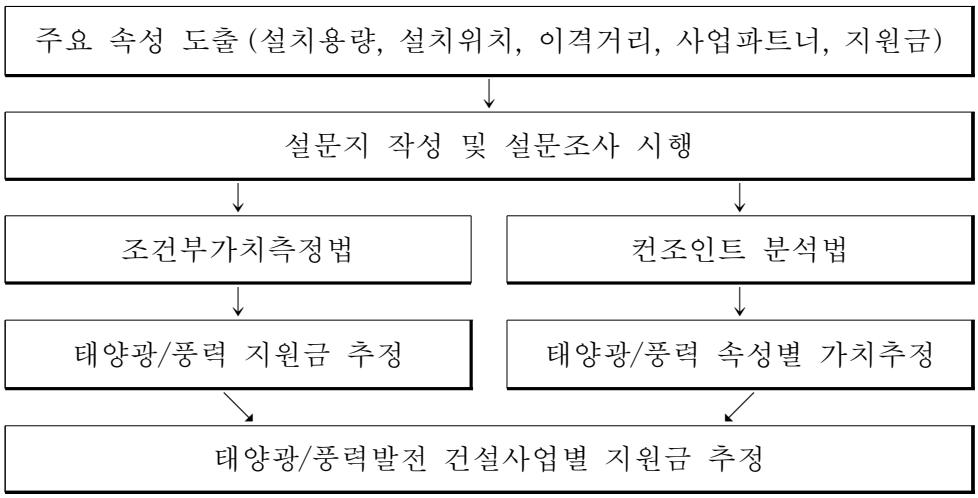
배정환과 안지운(2007)은 우리나라 대규모 풍력단지가 산간지역에 설치될 경우 풍력의 외부효과에 대한 다면적인 분석을 통한 외부비용을 추정하였다. 풍력단지의 속성으로 지역경제 활성화, 에너지 국산화, 대기오염 저감, 생태계에 미치는 영향, 경관에 미치는 영향 및 부담금 등 6개로 구분하였다. 순위로짓모형(rank ordered logit model)에 의한 분석 결과, 풍력단지 설치에 따라 지역경제 활성화에 연간 9,283원, 에너지 국산화에 연간 24,775원의 지불의사가 있는 것으로 분석되어, 풍력발전 설치가 지역경제, 에너지 국산화 효과에 긍정적으로 평가하였다. 하지만, 화력에너지에 의한 발전을 풍력발전으로 대체함으로써 대기환경 개선은 3,684원, 생태계에 미치는 영향은 5,883원, 경관에 미치는 영향은 1,068원만큼 보상이 필요한 것으로 분석되어, 풍력단지 설치가 대기환경, 생태계 및 경관에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 통계적 유의도 수준은 경관 영향을 제외하고 1% 유의수준 이내에서 모두 유의한 것으로 나타났다.

제 3 장 연구방법

본 연구는 조건부 가치측정법과 컨조인트 분석법을 통해 재생에너지 에 대한 수용의사액을 추정하고자 한다. 발전소 주변지역 지원에 관한 법률에 따르면 발전설비 건설을 촉진하고, 지역발전에 기여하기 위해 특별지원 사업을 추진하도록 명시되어 있으나, 사업별로 지원규모가 상이하고, 외부에 공개되지 않아 본 연구에 활용하기에는 한계가 있었다. 따라서, 수용의사에 대한 절대적 가치를 추정하는 조건부가치측정법과 재생에너지 주요속성에 대한 한계 수용의사액을 추정하여 속성변화에 따른 수용의사액 변화를 추정할 수 있는 컨조인트 분석법을 동시에 적용하였다.

조건부가치측정법은 재생에너지 건설에 따른 수용의사액은 응답자가 체감하는 기대값으로 가정하여 추정하였다. 컨조인트 분석법은 재생에너지의 주요 속성 및 속성수준을 도출하고, 이들 속성들로 조합된 대안중 응답자가 선호하는 대안의 선택을 통해 각 속성들의 부분가치와 재생에너지 건설사업에 대한 수용의사액을 추정하였다.

[표 3-1] 본 연구의 비용추정 흐름도



제 1 절 설문자료 구성 및 방법론

1. 분석대상 설정

본 연구는 태양광과 풍력발전설비 건설간 발생되는 주요 이슈에 대한 가치를 추정하기 위한 것으로써, 앞 장에서 설명된 비시장재화의 가치추정 방법인 진술선호도 조사를 수행하고자 한다. 이를 위해서는 추정하고자 하는 대상에 대해 가상의 상황을 설정하고, 이들 대상에 대해 응답자의 수용의사 수단을 정의해야 한다. 먼저 태양광과 풍력발전에 대한 정부 보급정책과 현 수준을 설명하고, 각종 매체, 연구보고서 등에서 다루어진 경제성, 안정성 및 환경성 측면에서의 장·단점들을 발췌한 자료와 함께 응답자의 이해도를 높이기 위해 보기카드 <그림 3-1>을 제시하여 설명하였다. [표 3-2]는 태양광, 풍력발전 장·단점에 대해 요약한 내용이다.

[표 3-2] 태양광 및 풍력발전설비 장·단점

구 분		주 요 내 용
태양광	장 점	• 온실가스, 미세먼지 등의 배출이 없음 • 햇빛이 있으면 어느 곳이든 설치 가능 • 소음 및 진동 등의 생활환경 피해가 없음 • 설치이후 유지비용이 거의 없음
	단 점	• 기존 원자력, 화력발전 대비 많은 면적이 필요 ※ 1MW : 태양광(4,500평), 원자력(225평), 석탄(246평) • 주로 산지 또는 농경지 등 산림파괴, 경관 훼손 • 폭우, 강풍 등 기후조건에 따라 전기생산 제한 • 판넬 열기로 주변온도 상승, 비육우 체중저하 가능
풍 력	장 점	• 무한정의 청정하고 안전한 에너지원 • 태양광 대비 효율적이고, 경제적임 - 태양광 대비 설치면적 1/4, 전기생산력 1.5배) • 농사, 목축 등의 병행으로 토지 효율성 높음
	단 점	• 상대적으로 많은 면적이 필요(400평/MW) • 주로 산등선에 설치하므로 설치비용이 높음 • 주로 산지 또는 농경지 등 산림파괴, 경관 훼손 • 거대한 날개 회전으로 소음, 그림자 깜빡임

<그림 3-1> 설문지 보기카드

더불어, 이러한 여러 상황에 대한 선택이 결국 지역주민의 반대로 귀결되면서, 건설지연 또는 중단되는 상황으로 전개되는 현실을 전달하면서 좀 더 현실적 접근이 될 수 있도록 가상의 상황을 만들어 갔다.

그 다음으로는 수용의사 수단을 정하기 위해 추정대상과 관련이 있으면서, 추상적이기 보다는 현실에서 다루어지고 있는 친숙한 수단을 사용하기 위해서, 지역 경제발전, 주민 복리증진 등을 목적으로 제정된 "발전소 주변지역 지원에 관한 법률 및 시행령"의 지원기준 및 방법에 대한 내용 일부를 발췌하여 설명하였고, 그 내용은 아래와 같다.

※ 전기공급설비 개발을 촉진하고, 발전소의 원활한 운영을 도모하며 지역 발전에 기여함을 목적으로 "발전소 주변지역 지원에 관한 법률 및 시행령" 을 제정하여 운영중입니다. 상기 법률 및 시행령에는 원자력, 석탄 및 수력 양수발전에 대한 지원기준이 명시되어 있고, 이중 수력발전 지원에 관한 사항의 경우 시행령 제 27조의 2 제 4항 3호에 의하면 "(중략) 수력을 생산하는 설비로서 시설용량이 2천킬로와트 초과 1만킬로와트 이하인 발전소에 해당하는 지역은 (중략) 5킬로미터 이내의 육지 및 섬지역" 에 지역지원사업 대상이 되고 있음에 따라 이를 준용하여 아래 설문지를 작성하였습니다.
※ 풍력발전은 야생생물보호구역 · 국립공원 등 법정 보호지역에서는 설치가 불가능하나, 산지관리법에 따라 주거시설 및 학교로부터 1.5㎞, 사육시설로부터 1㎞ 떨어져서 설치해야 한다.

출처 : 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 시행령(산업통상자원부, 2017)

2. 설문방법 및 표본설계

본 연구에서 설문조사는 예비설문과 본설문으로 구분하여 진행되었다. 예비설문 조사는 용어 및 내용 이해도, 질문방식의 적정성 등을 점검하는데 목적이 있고, 일대일 대면조사 또는 전화를 이용하여 시행하였다. 예비조사에서 조건부 가치측정은 태양광 또는 풍력발전으로 인하여 발생되는 사회적 이슈, 즉 거주지와의 이격거리, 설치위치, 설치용량, 사업파트너 및 지원금에 대한 가상의 상황을 설명하였다. 다만, 수용의사액의

기준 및 범위가 명확하지 않아서, 개방형 질문법을 사용하여 응답자가 가상 상황에 대한 희망 수용의사액을 <그림 3-2>, <그림 3-3>와 같이 직접 작성하도록 하였고, [표 3-2] 태양광 및 풍력발전설비 설치시 장·단점에서 제시된 내용에 대해 이해도를 도모하고자 일상생활과 비교하여 판단할 수 있도록 내용을 추가로 반영하였다. 단, 설치용량, 이격거리는 태양광, 풍력발전의 정부 또는 지자체 규제내용, 설비특성 등을 감안하여 작성하였고, 지원기간은 발전사업 허가부터 준공까지 약 5년 정도 소요되기에 이 기간동안 매년 지원한다는 가정하에 선정하였다.

<그림 3-2> 태양광발전 조건부 가치측정 예비 설문지

A1. 귀하의 거주지 인근에서 **반경 500미터 떨어진 산지에 귀하의 지자체(시, 군)에서 1,000킬로와트 시설용량의 태양광 발전설비**가 설치될 경우, 만약 귀하에게 향후 5년간 매년 어느정도의 보조금이 지원될 경우 태양광 발전설비를 수용할 의사가 있으십니까? (　　)원

※ 일반 주택 지붕에 설치된 태양광 발전설비가 3킬로와트이기에 1,000킬로와트 규모는 주택으로 환산시 약 333개의 주택에 설치한 것과 같은 규모이고, 이를 산지에 설치할 경우 우리 생활에 직접적인 피해(전자파, 열기, 농작물 피해 등)는 없으나, 태양광 발전부지 및 진입로 등을 건설하기 위해 약 4,500평의 면적이 필요하기에 그 만큼의 나무를 벌목해야 하고, 그에 따른 경관훼손, 동식물의 멸종 등의 영향을 미칠 수 있음. [17페이지 보기카드 참조]
더불어, 거주지와의 이격거리는 지역별로 차이가 있지만 100미터에서 1,000미터까지 지방조례 등을 통해 제한하고 있고, 거주지와 이격거리가 가까울수록 설치비용이 적게 들지만 태양광 패널의 빛반사, 주변 온도상승 및 전자파 등의 영향을 받을 가능성이 커지게 됨.

<그림 3-3> 풍력발전 조건부 가치측정 예비 설문지

B1. 귀하의 거주지 인근에서 **반경 1.5킬로미터 떨어진 산지에 귀하의 지자체(시, 군)에서 5,000킬로와트 시설용량의 풍력 발전설비**가 설치될 경우, 만약 귀하에게 향후 5년간 매년 어느 정도의 보조금이 지원될 경우 풍력 발전설비를 수용할 의사가 있으십니까? (　　)원

※ 언론매체 등에서 보는 해안가, 산지 등에 설치되어 있는 풍력 발전설비 1대가 2,000~3,000킬로와트이기에 5,000킬로와트 규모는 2대가 설치된 것과 같고, 이를 산지에 설치할 경우 우리 생활에 직접적인 피해(그림자 깜빡임, 전자파, 농작물 피해 등)는 없으나, 풍력 발전부지 및 진입로 등을 건설하기 위해 약 2,000평의 면적이 필요하기에 그 만큼의 나무를 벌목해야 하고, 그에 따른 경관훼손, 희귀 동식물의 멸종 등의 영향을 미칠 수 있음. 또한 풍력터빈 회전날개에 의한 저주파 소음(50~60데시벨)이 발생되어 권고치 45데시벨(야간 생활소음 수준)을 벗어나고 있고, 가깝게는 500미터에서 멀게는 3킬로미터까지 "윙윙"소리가 난다고 함. [17페이지 보기카드 참조]

컨조인트 분석은 조건부 가치측정법에서 설명된 설치용량, 설치위치, 거주지와 이격거리, 사업파트너, 지원금 등 5가지로 구성된 속성과 이들 속성에 대해서 언론에 보도된 실제 설치사례 등을 기반으로 속성수준을 <그림 3-4>, <그림 3-5>과 같이 설정하였다.

<그림 3-4> 태양광발전 컨조인트분석 속성 및 설명

A-2. 태양광 발전설비로 인한 영향에 대한 주민의견

지금부터는 앞서 설문한 A-1 설문지에 담긴 내용들 중의 일부를 여러 조건들로 구분하여 설문지를 작성하였고, 귀하의 거주지 인근에 이러한 조건들로 구성된 태양광 발전설비가 설치되어 있거나, 설치될 경우 귀하의 선택의사를 알아보기 위한 질문입니다. 아래 내용은 질문에 앞서 각 조건들에 대해 귀하의 이해를 돕고자 설명한 것으로, 다음에 제시한 5가지 내용을 잘 숙지해 주시기 바랍니다.

1. 설치용량	- 귀하의 거주지 인근에 태양광 발전설비가 설치될 예정이거나, 설치를 희망할 경우 설치용량 - 1,000킬로와트 태양광 발전설비를 설치하기 위해서는 대지면적이 약 15,000㎡(4,500평)이 소요되어, 원자력발전 대비 20배의 면적 필요하고, 50,000킬로와트의 경우 상암 월드컵 축구장의 70배의 면적이 필요 ※ 통상적으로 설치되는 용량은 일반 가정용의 경우 약 3킬로와트이고, 대규모 단지의 경우 수백킬로와트~수만 킬로와트까지 설치되고 있음.
① 100킬로와트, ② 1,000킬로와트, ③ 5,000킬로와트, ④ 50,000킬로와트	
2. 이격거리	- 태양광 발전설비가 귀하의 거주지 인근에 설치될 경우 거주지를 기준으로 떨어져서 설치되었으면 하는 거리 - 거주지와 가까울수록 전기를 공급하기 위한 비용이 적게 들지만, 태양광 패널의 빛반사 또는 주변 온도상승, 생산된 전기를 이송하는 전기선로에 의한 전자파 등의 영향을 받을수도 있음 ※ 일반 가정용 이외 태양광단지의 경우 100미터 ~ 1,000미터까지 지역에 따라 다양한 기준이 적용되고 있음.
① 100미터, ② 500미터, ③ 1,000미터, ④ 25,000미터	
3. 설치위치	- 태양광 발전설비 설치에 따른 부작용이 클 것으로 판단되는 위치 ① 농지/과수원 : 토지이용 제한, 태양광 열기 및 전자파 등으로 농작물 생육저하 및 소, 돼지 등 가축의 유산율 증가 및 체중 감소 ② 산지 : 태양광 설치부지 및 진입로 설치위한 산림 및 경관 훼손 ③ 건물 : 빛 반사 및 주변 온도상승, 전자파 등 인체피해
① 평평한 땅(농지, 과수원, 축사 등), ② 산지, ③ 건물 옥상 및 벽면	
4. 사업 파트너	- 태양광 발전설비를 설치시 지역주민과의 소통, 지역경제발전 기여 및 건설완수 책임 등에 성실히 임할 것으로 판단되는 사업자
① 민간 (지역내 민간사업자, 대기업) ② 공공(지방 자치단체, 공기업)	
5. 녹색전력공급 지원금	- 상기 1~4번의 조건으로 귀하의 거주지 인근에 태양광 발전설비가 설치되어 전기가 공급될 경우 전력공급지역 지원사업 일환으로 향후 5년간 매년 지원하는 금액
① 100만원, ② 300만원, ③ 500만원, ④ 1,000만원	

<그림 3-5> 풍력발전 컨조인트분석 속성 및 설명

B-2. 풍력 발전설비로 인한 영향에 대한 주민의견

지금부터는 앞서 설문한 B-1 설문지에 담긴 내용들 중의 일부를 여러 조건들로 구분하여 설문지를 작성하였고, 귀하의 거주지 주변에 이러한 조건들로 구성된 풍력 발전설비가 설치되어 있거나, 설치될 경우 귀하의 선택의사를 알아보기 위한 질문입니다. 아래 내용은 질문에 앞서 각 조건들에 대해 귀하의 이해를 돕고자 설명한 것으로, 다음에 제시한 5가지 내용을 잘 숙지해 주시기 바랍니다.

1. 설치용량	- 귀하의 거주지 인근 또는 주변에 풍력 발전설비가 설치될 예정이거나, 설치를 희망할 경우 설치용량 - 1,000킬로와트 태양광 발전설비를 설치하기 위해서는 대지면적이 약 1,300㎡(400평)이 소요되어, 원자력발전 대비 1.8배의 면적 필요 ※ 풍력발전기 1기당 1000~3000킬로와트이고, 일반적으로 풍력발전단지에 설치되는 용량은 수천킬로와트~수만 킬로와트까지 설치되고 있음.
① 1,000킬로와트, ② 5,000킬로와트, ③ 10,000킬로와트, ④ 100,000킬로와트	
2. 이격거리	- 풍력 발전설비가 귀하의 거주지 주변에 설치될 경우 거주지를 기준으로 떨어져서 설치되었으면 하는 거리 - 거주지와 가까울수록 전기를 공급하기 위한 비용이 적게 들지만, 풍력발전 회전날개에 의한 소음 또는 그림자 깜빡임, 생산된 전기를 이송하는 전기선로에 의한 전자파 등의 영향을 받을수도 있음 ※ 산지관리법에 따라 주거시설 및 학교로부터 최소 1.5km, 사육시설로부터 최소 1km 떨어져서 설치해야 한다.
① 1킬로미터, ② 3킬로미터, ③ 5킬로미터, ④ 10킬로미터	
3. 설치위치	- 풍력 발전설비 설치에 따른 부작용이 클 것으로 판단되는 위치 ① 거주지 주변 : 날개 회전 소음, 그림자 및 전자파 등 피해 ② 산지 : 풍력 설치부지 및 진입로 신설로 산림 및 경관 훼손 등 ③ 바닷가 : 더 많은 비용이 소요되고, 어업종사자에게 위압감이 발생가능
① (농지, 해안가 등) 거주지 주변, ② 산지, ③ 바닷가	
4. 사업 파트너	- 태양광 발전설비를 설치시 지역주민과의 소통, 지역경제발전 기여 및 건설완수 책임 등에 성실히 임할 것으로 판단되는 사업자
① 민간 (지역내 민간사업자, 대기업) ② 공공(지방 자치단체, 공기업)	
5. 녹색전력공급 지원금	- 상기 1~4번의 조건으로 귀하의 거주지 인근에 태양광 발전설비가 설치되어 전기가 공급될 경우 전력공급지역 지원사업 일환으로 향후 5년간 매년 지원하는 금액
① 100만원, ② 300만원, ③ 500만원, ④ 1,000만원	

하지만, 총 5개의 속성에 속성별 3~4개의 수준으로 구성됨에 따라, 가능한 유형은 총 384개(=4×4×3×2×4)로 개개인의 응답자에게 물어보기에는 너무 많기 때문에 구성 가능한 전체 유형중에서 설문에 사용할 일부 대안을 효과적으로 간추리기 위해서 직교성 검정(orthogonal test)을 수행하였고, 그 결과 18개의 대안을 추출하였다. 이후 각 대안을 3개씩

묶어 1개 선택집합으로 조합하였고, 응답자는 1개의 선택집합에 총 6개의 선택집합을 구성하여 선택집합에 대한 선호도를 질의하였고, 응답자는 각 선택집합내의 대안들 중에서 가장 선호하는 대안 하나를 선택하도록 하였다. 선택집합의 예시는 <그림 3-6>, <그림 3-7>과 같다.

<그림 3-6> 태양광발전 선택집합 설문지

문 1) 다음 3가지의 유형 중, 귀하가 선택하시기에 가장 적합한 유형을 선택해 주십시오

구 분	대안 1	대안 2	대안 3
1. 설치용량	50,000킬로와트	100킬로와트	1,000킬로와트
2. 이격거리	1000미터	25,0000미터	25,0000미터
3. 설치위치	농지, 과수원, 축사	농지, 과수원, 축사	건물 옥상 및 벽면
4. 사업자	공공(지자체, 공기업)	민간(지역사업자, 대기업)	공공(지자체, 공기업)
5. 지원금	300만원× 5년간	500만원× 5년간	100만원× 5년간
선 택			

<그림 3-7> 풍력발전 선택집합 설문지

문 1) 다음 3가지의 유형 중, 귀하가 선택하시기에 가장 적합한 유형을 선택해 주십시오

구 분	대안 1	대안 2	대안 3
1. 설치용량	10,000킬로와트	10,000킬로와트	100,000킬로와트
2. 이격거리	3킬로미터	10킬로미터	3킬로미터
3. 설치위치	농지 및 해안가	산지	바닷가
4. 사업자	공공(지자체, 공기업)	민간(지역사업자, 대기업)	민간(지역사업자, 대기업)
5. 지원금	100만원× 5년간	500만원× 5년간	1,000만원× 5년간
선 택			

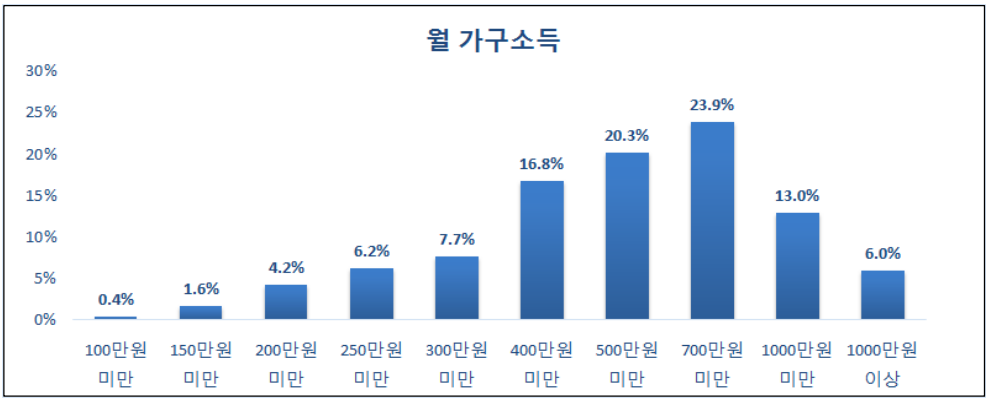
예비설문 결과 설문내용, 질문방식 등에 대해서는 문제가 없는 것으로 판단되어, 동일한 내용으로 본 조사를 실시하였다. 본 설문은 전문 리서치 업체인 엠브레인이 주관하였고, 2018년 5월 28부터 1주일 동안 전국에 거주하는 만 20세에서 69세 일반국민 548명을 대상으로 지역별 인구비를 고려 인터넷 설문 기반으로 무작위 조사를 진행하였다.

단, 조건부 가치측정 질문은 이중경계 양분선택형으로 재구성하여 본 설문을 실시하였고, 총 5개의 제시금액을 사용했는데, 전체 응답자가 548명이므로 각 제시 금액당 응답자의 수는 약 110명 내외이고, 설문에 응답한 응답자들의 구성과 기초 통계는 [표 3-3]과 같다.

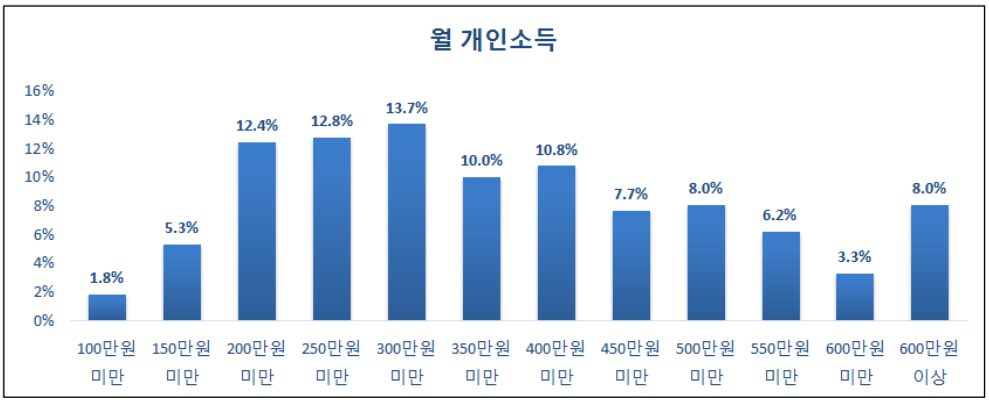
[표 3-3] 응답자 기초통계

구 분		응답자수	비 율
성 별	남자	280	51%
	여자	268	49%
연 령	20대	63	11%
	30대	133	24%
	40대	163	30%
	50대	162	30%
	60대	27	5%
지 역	서울특별시	110	20%
	부산광역시	40	7%
	대구광역시	30	5%
	인천광역시	33	6%
	광주광역시	22	4%
	대전광역시	17	3%
	울산광역시	7	1%
	경기도	150	27%
	강원도	5	1%
	충청북도	15	3%
	충청남도	22	4%
	전라북도	19	3%
	전라남도	11	2%
	경상북도	21	4%
	경상남도	37	7%
	제주	5	1%
	세종	4	1%

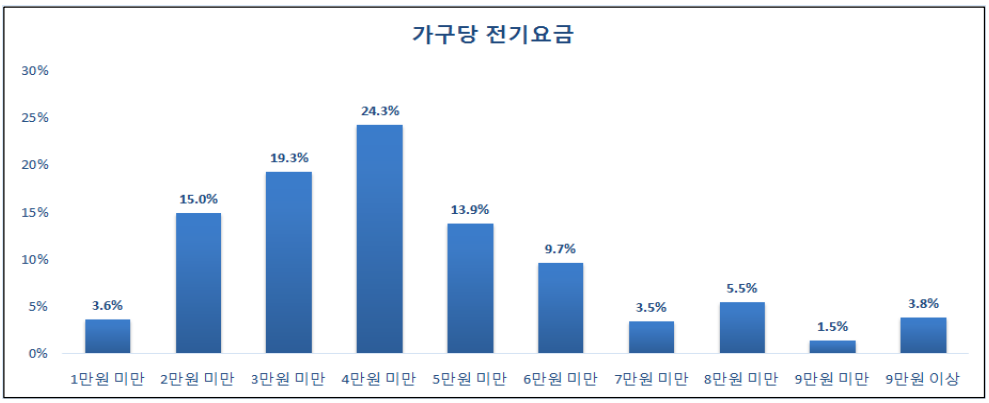
<그림 3-8> 월 가구소득 분포



<그림 3-9> 월 개인소득 분포



<그림 3-10> 가구당 월 전기요금 분포



설문조사시 재생에너지의 특성에 대한 인식을 묻는 문항이 포함하였다. 인식수준은 '전혀모른다', '잘 모르는 편이다', '보통이다', '잘 아는 편이다', '매우 잘 알고 있다'로 5가지로 구분하여 설문하였고, 개인 특성, 가치관의 차이로 인식수준의 정도를 판단하기가 어렵기 때문에, [표 3-4]와 같이 보기카드를 제시하여 인식수준의 차이에 대한 편의(bias)를 최소화하고자 하였고, 재생에너지에 대한 인식여부가 거주자가 직접 또는 인근에 설치되었는지 여부를 병행하여 질문하였다.

[표 3-4] 재생에너지 인식에 대한 보기카드

1	**전혀 모른다**	직접 보지도 않았고, 매체(TV, 신문 등) 등을 통해 한번도 듣거나 보지 못했다.
	잘 모르는 편이다	매체(TV, 신문 등) 등을 통해 들어는 봤다.
2	**보통이다**	매체(TV, 신문 등) 등을 통해 들었고, 관련 내용을 알고 있다.
3	**잘 아는 편이다**	직·간접적으로 종종 듣거나 보고 있고, 관련 내용을 대략적으로 설명할 수 있다.
	매우 잘 알고 있다	직·간접적으로 자주 듣거나 보고 있고, 관련 내용을 충분히 설명할 수 있다.

재생에너지 인식에 대한 설문결과는 [표 3-5]와 같이 82%의 응답자가 관련 내용을 알고 있고, 이중에서 특히 관심이 많은 응답자의 10%(54명)만이 거주지 인근에 설치되어 있다고 응답하여, 직접 경험을 하지 않더라도 재생에너지에 대한 국민의 관심이 크다는 것을 유추할 수 있었다. 다만 응답자의 18%(96명)가 '모른다' 라고 응답하여 신재생에너지에 대한 정보전달이 더욱 필요하다는 시사점을 얻을 수 있었다.

[표 3-5] 재생에너지 인식에 대한 응답결과

구 분	모름 (1)	알고있음 (2)	잘알고 있음(3)		
			소 계	설 치	미설치
응답자수	96	286	166	54	112
비 율	18%	52%	30%	10%	20%

[표 3-6]은 재생에너지 설치에 대한 찬반여부에 대한 조사결과로 찬성 66%, 보통 32%, 반대 2%로 과반수 이상의 응답자가 재생에너지 설치에 찬성하는 것으로 답했다. 다만 보통에 해당되는 응답자의 91%(141명)가 재생에너지 인식여부에서 보통 또는 모름으로 응답하여 정보전달 부족으로 설치에 대한 찬반여부 판단이 어려운 상황으로 확인되었다.

[표 3-6] 재생에너지 설치에 대한 찬반 응답결과

구 분	찬 성	보 통	반 대
응답자수	362	175	11
비 율	66%	32%	2%

재생에너지의 환경에 미치는 피해에 대한 인식은 응답자의 66%가 피해에 대한 내용을 알고 있고, 나머지 34%가 모른다고 응답하였다. 그리고 이러한 환경피해에 대한 경험 유무는 96%가 미경험으로 응답하여 우리나라 재생에너지가 주로 강원도, 산지 등 주거지역과 다소 떨어져 있는 지역에 설치되어 있는 특성이 반영되었다.

[표 3-7] 재생에너지 환경피해 인식 및 경험 응답결과

구 분	피해인식			피해경험	
	모름	알고있음	잘 알고있음	경험	미경험
응답자수	186	234	128	21	527
비 율	34%	43%	23%	4%	96%

제 2 절 분석모형 소개

1. 조건부 가치측정법

조건부 가치측정법(CVM, Contingent Valuation Method)은 무형의 재화나 공공재, 유형의 재화 중 화폐적 가치측정이 어려운 재화와 서비스에 대해 가상의 시장을 만들어 잠재적 소비자를 대상으로 지불의사액(WTP, Willingness to Pay) 혹은 수용의사액(WTA, Willingness to Acceptance)을 직접 이끌어내는 기법이다. 주로 경제학자와 정책평가자들 사이에서 가장 널리 사용되고 있는 가치측정 방법론으로서 신뢰성과 타당성이 입증되면서, 비시장적인 서비스에 대한 가치를 사용자 혹은 비사용자의 입장에서 계량적으로 측정하는데 활발하게 사용되어 왔다. (정우수 외, 2008.1)

가. 수용의사 유도방법의 선택

본 연구에서는 태양광 및 풍력발전설비 건설간 발생되는 주요 이슈에 대한 가치를 추정하기 위해 사용된 조건부 가치측정법에서는 WTA를 유도하기 위해 일반적으로 널리 사용되는 양분선택 질문법(dichotomous choice, DC)에 따라 응답자에게 수용할 의사가 있는지 여부를 조사하는 방식을 적용하였다. 양분선택 질문법은 질문방식에 따라 단일경계 방식(single-bounded, SB)과 이중경계 방식(double-bounded, DB)으로 구분되는데, DC 질문을 한번만 하여 얻은 자료는 한쪽만 막혀 있다는 점에서 단일경계라 하고, 추가적인 DC 질문을 한번 더 하게 되면 자료의 범위가 좁아져 양쪽이 막히게 되므로 이중경계라 한다. 따라서, DBDC 질문법은 SBDC 질문법보다 더 구체적으로 WTA를 명시해 주면서, 주어진 설문조사 표본수에 대해 수용의사 반응을 더 많이 끌어내므로 효율성을 높일 수 있다.(엄영숙, 2011)

나. 이론적 기본모형

본 연구에서는 응답자로부터 더 많은 정보를 이끌어내기 위해 Hanemann et al.(1984)이 제안한 이중경계 양분석택형 질문법(DBDC)을 채택하였다. 이는 최초 제시금액(A)에 대한 수용의사 질문에서 '예'라고 답변한 응답자에게는 이보다 1/2배 낮은 금액(A^L)을, '아니로'라고 답변한 응답자에게는 이보다 2배 높은 금액(A^U)를 제시하여 수용의사 답변을 유도하였다.

k번째 응답자에게 제시된 초기 금액 A_k, A_k^L는 초기 제시금액의 절반, A_k^U는 초기 제시금액의 두배를 의미하며, 이중경계 양분석택 모형은 식 (3-1)과 같은 로그-우도 함수(log-likelihood function)를 구성할 수 있다.

이중경계 모형을 적용하게 되면, 식 (3-1)의 지시함수 I(•)의 윗첨자 YY, YN, NY, NN에 대해 아래와 같이 정의할 필요가 있다.

식(3-1)
$$\ln L = \sum_{k=1}^{N} I_k^{YY} \ln\left[1 - G(A_k^L)\right] + I_k^{YN} \ln\left[G(A_k^L) - G(A_k)\right] + I_k^{NY} \ln\left[G(A_k) - G(A_k^U)\right] + I_k^{NN} \ln\left[G(A_k^U)\right]$$

k : 응답자 (N=548명) G : 수용의사액(A, A^L, A^U)에 대한 누적확률분포
I_k : 지시함수로 맞으면 1, 틀리면 0

I_k^{YY} = 1 : k번째 응답자의 응답이 '예-예'
I_k^{YN} = 1 : k번째 응답자의 응답이 '예-아니오'
I_k^{NY} = 1 : k번째 응답자의 응답이 '아니오-예'
I_k^{NN} = 1 : k번째 응답자의 응답이 '아니오-아니오'

이는, 통상 로지스틱 확률분포로 가정하기에 실증 연구에서는 항상 식 (3-2)을 이용하게 되고, 응답자 평균 수용의사액은 a/b로 계산할 수 있다.

식(3-2)
$$G(A_k) = [1 + \exp(a - bA_k)]^{-1}$$

제 2 절 컨조인트 분석법

컨조인트 분석법(Conjoint Analysis)은 시장에 출시되지 않은 신상품 및 신기술의 각 속성에 대한 소비자의 지불의사 또는 수용의사액 추정, 시장 점유율 예측 등에 널리 이용되고 있는 방법론으로 특정 제품이나 서비스의 전체 효용(utility)이 그 제품이나 서비스를 구성하는 다양한 속성(attribute)의 부분적인 효용의 합으로 이루어졌다는 가정하에 각 속성의 수준(level) 변화에 대한 효용 증감을 계량적으로 분석한다.

컨조인트 설문을 통해서 얻은 응답자료는 확률효용모형에 기초한 이산선택모형(discrete choice model)을 이용하여 추정한다. 일반적으로 사용되는 다항로짓모형(multinormial logit model)은 McFadden(1974)에 의해 개발되었는데, 이는 비관련 대안의 독립성(IIA, independence of irrelevant alternatives)를 따른다고 가정한다. 이는 A라는 대안을 선택할 확률과 B라는 대안을 선택할 확률의 비율은 다른 C라는 대안의 존재 여부에 영향을 받지 않는다는 것이다.

확률효용이론에 기초하여 응답자 k가 선택대안집합 C_K내의 한 선택대안 j로부터 얻는 간접효용은 식(3-3)과 같이 표현할 수 있다. 여기서 U_{kj}는 응답자 k가 대안 j를 선택할 때의 간접효용을 나타내며, 이때 효용은 관측이 가능한 확정적 효용(V_{kj}, deterministic utility)과 관측이 불가능한 확률적 효용(ε_{kj}, stochastic utility)으로 구분된다. 확정적 효용은 다시 선택대안의 속성(Z_{kj})과 개별 응답자들의 특성(S_{kj})의 함수로 정의된다.

식(3-3) $$U_{kj} = V(Z_{kj}, S_k) + \varepsilon_{kj}$$

식(3-4) $$U_{kj} = V(Z_{kj}) + \varepsilon_{kj} = \beta_C \ln C_j + \beta_L L_j + \beta_D \ln D_j + \beta_P P_j + \beta_S S_j + \varepsilon_{kj}$$

$\ln C_j$: 대안별 설치용량, L_j : 대안별 설치위치, $\ln D_j$: 대안별 이격거리
P_j : 대안별 사업파트너, S_j : 대안별 지원금, β : 특성변수의 파라미터,
ε_{kj} : 확률변수

응답자 k가 선택대안집합 C_j 내의 모든 선택대안들에 대해 $U_{kj} > U_{ki}$ ($i \in C_j$, $i \neq j$)를 만족한다면, 응답자 k는 선택대안 j를 선택할 것이다. 이때, 선택할 확률은 식(3-5)와 같이 정의된다.

식(3-5) $$\Pr_{kj} = \Pr(U_{kj} > U_{ki}) = \Pr(\beta' X_j + \varepsilon_{kj} > \beta' X_i + \varepsilon_{ki})$$

여기에 McFadden(1974)은 확률변수 ε_{kj}가 통상적으로 독립적이며 일치적인 제 I형태 극치 분포(Type I extreme value distribution)을 따른다고 가정하고, 이때 응답자 N이 총 J개의 대안중 특정대안 j를 선택할 확률은 보다 구체적으로 아래 식(3-6)로 표현된다.(Train, 2009)

식(3-6) $$\Pr_{kj} = \frac{\exp(\beta' X_j)}{\sum_{i=1}^{J} \exp(\beta' X_{ki})}$$

본 연구에서는 응답자에게 3개의 대안들을 제시하였고, 응답자가 주어진 대안에서의 속성과 가격사이의 상충관계를 고려하여 3개의 대안들 중 1개의 대안을 선택하도록 하였다. 이때 개별 응답자 k의 선택대안 j에 대한 결과는 '예' 또는 '아니오'가 될 것이고, 이는 로그-우도함수로 표현할 경우 아래 식(3-7)과 같이 정의된다. 식 (3-6)을 반영하는 우도함수는 적분의 해를 구한 형태로 나타낼 수 없기 때문에 컨조인트 우도함수인 식(3-7)의 값을 평가하고, 평가한 값을 극대화하는 최우추정법(maximum simulated likelihood estimation, MSLE)을 일반적으로 적용한다.

식(3-7) $$\ln L = \sum_{k=1}^{N} \sum_{j=1}^{3} \{ I_{kj} \ln(\Pr_{kj}) \}$$

식(3-7)을 통해 계산된 식(3-4)의 β_C, β_L, β_D, β_P, β_S는 로이의 항등식(Roy's identity)을 적용하면 개별 속성에 대한 한계수용의사액(marginal

WTA, MWTA)을 구할 수 있고, 이는 식(3-4)를 전미분한 것으로 개별 속성의 현재수준으로부터 한 단위 증가(또는 감소)에 대한 MWTA를 다음 식(3-8~11)과 같이 계산할 수 있다.

식(3-8) $MWTA_C = dS_k / dC_k = -\beta_C / \beta_S$

식(3-9) $MWTA_L = dS_k / dL_k = -\beta_L / \beta_S$

식(3-10) $MWTA_D = dS_k / dD_k = -\beta_D / \beta_S$

식(3-11) $MWTA_P = dS_k / dP_k = -\beta_P / \beta_{S4}$

응답자가 대안을 선택하는데 있어서 각 속성이 의사결정에 미치는 상대적 중요도는 각 속성의 부분가치(part-worth)를 계산한 후에 다음 식(3-11)을 통해 분석할 수 있다.

식(3-11) $$RI_J = \frac{part-worth_J}{\sum_j part-worth_j}$$

제 4 장 연구결과

제 1 절 조건부 가치측정법의 추정결과

1. 제시금액별 응답 분포

태양광 또는 풍력발전 설치에 대한 수용의사액 질문은 앞서 설명하였듯이 이중경계 양분선택형 질문법(DBDC)을 적용하였으며, [표 4-1]와 같이 5개의 제시금액을 사용하여. 전체 응답자가 548명이므로 각 제시금액당 응답자의 수는 110명 수준이다. 태양광과 풍력발전에 대한 응답분포는 [표 4-2], [표 4-3]와 같다. “예-예”로 응답한 경우 첫번째 제시금액의 절반이 응답자의 수용의사액에 해당되고, “예-아니오”는 두번째 제시금액에는 수용의사가 없으므로 첫번째 제시금액이 수용의사액이 되는 것이다. “아니오-예”는 첫번째 제시금액의 두배에 해당하는 금액에 수용의사가 있다는 것이고, “아니오-아니오”는 첫번째 제시금액의 2배 이상에도 수용의사가 없냐?는 질문으로 의사가 없을 경우 수용거부 의사로 전체 응답자 548명 중 태양광발전은 19%, 풍력발전은 26%가 해당된다.

[표 4-1] CVM 설문지 제시금액

구 분		제 시 금 액				
첫번째 질문	1단계	100만원	200만원	300만원	400만원	500만원
	2단계	• 1단계 제시금액 YES일 경우 : 1/2배 • 1단계 제시금액 NO일 경우 : 2배				
두번째 질문		수용의사가 전혀 없느냐?				

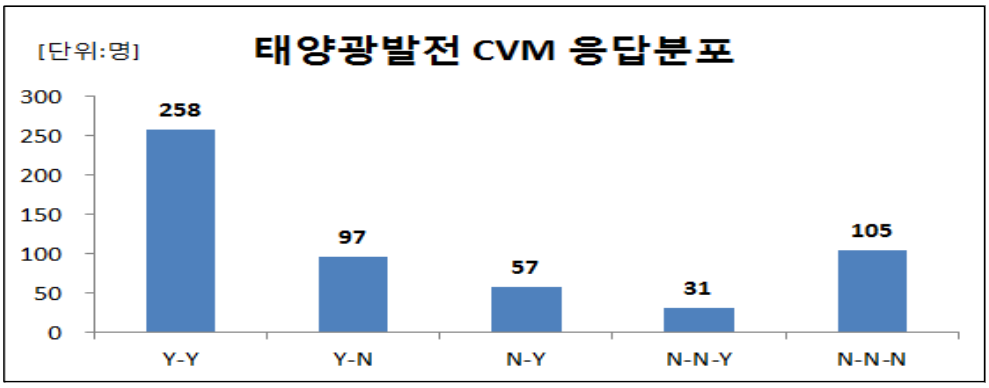
YES-YES : 제시금액의 1/2배 YES-NO : 제시금액
NO-YES : 제시금액의 2배 NO-NO-YES : 제시금액 2배 이상

[표 4-2] 태양광발전 CVM 제시금액별 응답분포

[단위 : 가구수, %]

1단계 질문				2단계 질문		
제시금액	표본수	응 답	답변수	제시금액	응 답	답변수
100만원	111명	Yes	66명	50만원	Yes	48명
					No	18명
		No	45명	200만원	Yes	10명
					No	35명
200만원	112명	Yes	77명	100만원	Yes	60명
					No	17명
		No	35명	400만원	Yes	7명
					No	28명
300만원	109명	Yes	66명	150만원	Yes	45명
					No	21명
		No	43명	600만원	Yes	15명
					No	28명
400만원	110명	Yes	76명	200만원	Yes	58명
					No	18명
		No	34명	800만원	Yes	12명
					No	22명
500만원	106명	Yes	70명	250만원	Yes	47명
					No	23명
		No	36명	1,000만원	Yes	13명
					No	23명

<그림 4-1> 태양광발전 CVM 응답분포

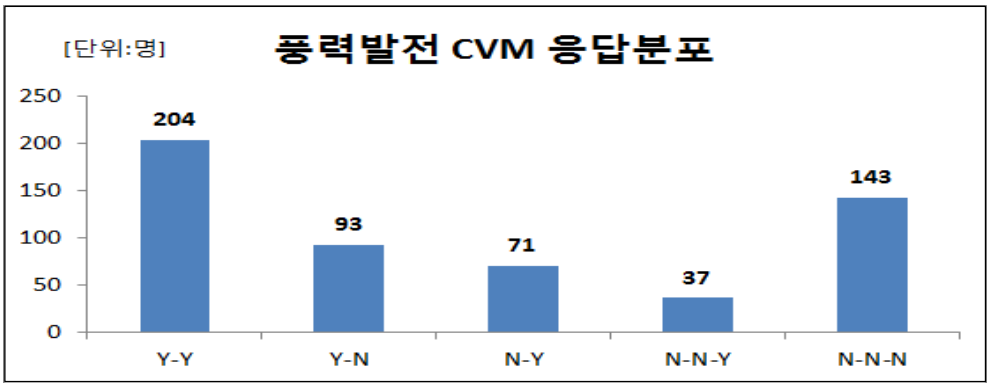


[표 4-3] 풍력발전 CVM 제시금액별 응답분포

[단위 : 가구수, %]

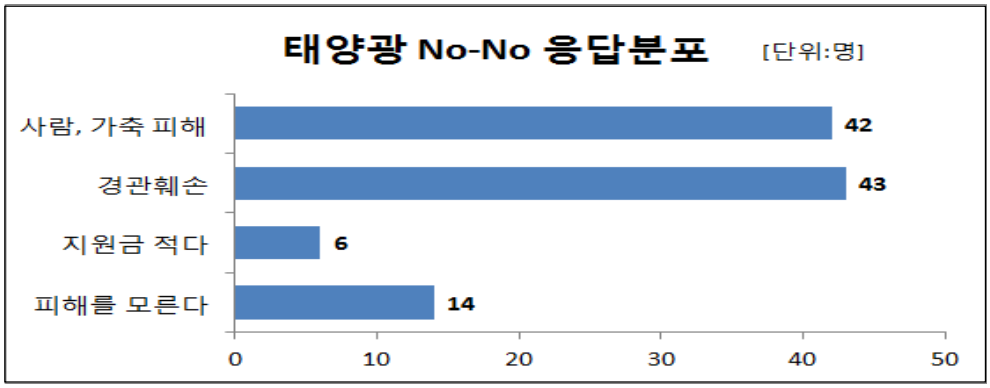
1단계 질문				2단계 질문		
제시금액	표본수	응 답	답변수	제시금액	응 답	답변수
100만원	111명	Yes	54명	50만원	Yes	34명
					No	20명
		No	57명	200만원	Yes	10명
					No	47명
200만원	112명	Yes	59명	100만원	Yes	44명
					No	15명
		No	53명	400만원	Yes	15명
					No	38명
300만원	109명	Yes	59명	150만원	Yes	43명
					No	16명
		No	50명	600만원	Yes	13명
					No	37명
400만원	110명	Yes	64명	200만원	Yes	45명
					No	19명
		No	46명	800만원	Yes	16명
					No	30명
500만원	106명	Yes	61명	250만원	Yes	38명
					No	23명
		No	45명	1,000만원	Yes	17명
					No	28명

<그림 4-2> 풍력발전 CVM 응답분포



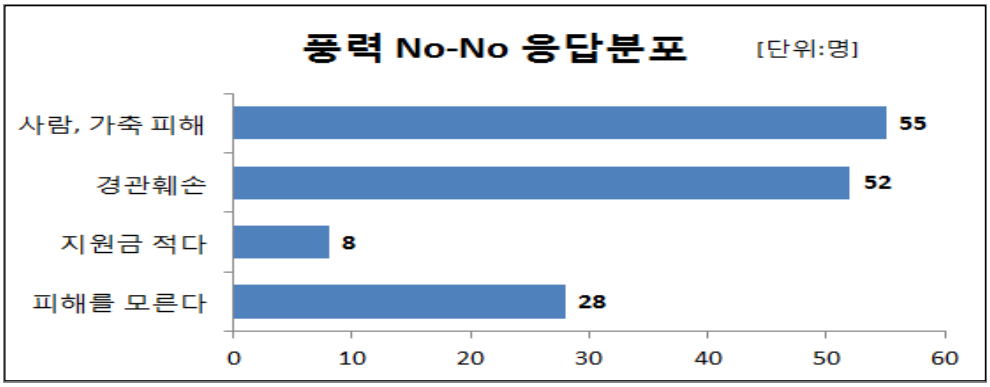
CVM 설문 마지막에서는 제시금액에 대한 수용의사가 전혀없을 경우 해당이유에 대해서 질문을 하였다. 태양광은 <그림 4-3>와 같이 경관훼손, 사람 및 가축 피해에 대한 우려가 105명중 81%(85명)에 해당되었다. 즉 전체 응답자 548명중 15.5%가 지원금 규모와 상관없이 재생에너지 건설에 반대하는 것으로 나타났다.

<그림 4-3> 태양광발전 NO-NO 응답분포



풍력발전은 <그림 4-4>와 같이 경관훼손, 사람 및 가축 피해에 대한 우려가 143명중 75%(107명)에 해당되었고, 전체 응답자의 19.5%가 지원금 규모와 상관없이 재생에너지 건설에 반대하는 것으로 나타났다.

<그림 4-4> 풍력발전 NO-NO 응답분포



2. WTA 모형추정 결과

조건부 가치측정법을 통해 추정한 결과는 [표 4-4]와 같고, 추정결과는 모두 통계적으로 유의하였다. 태양광은 반경 500미터 떨어진 산지에 지자체에서 1,000킬로와트 시설용량을 설치할 경우 전체 응답자의 평균 수용의사액은 1,570만원으로 95% 신뢰구간은 920만원에서 2,221만원으로 분석되었다. 풍력발전은 반경 1.5킬로미터 떨어진 산지에 지자체에서 5,000킬로와트 시설용량을 설치할 경우에는 3,135만원으로 95% 신뢰구간은 2,531만원에서 3,748만원으로 분석되었다.

[표 4-4] 태양광 및 풍력발전 WTA 평균값 추정결과

구 분	태양광 발전	풍력발전
Coefficient	-1,570.8450***	-3,135.5385***
z value	-4.73	-10.11
P > |z|	0.000	0.000
95% 상한	-920.4425	-2,531.0095
95% 하한	-2,221.2475	-3,748.0670

***는 0.001% 수준에서 유의함을 의미

제 2 절 컨조인트 분석법의 추정결과

1. 기본분석

본 연구에서는 설치용량, 설치위치, 거주지와 이격거리, 사업파트너, 지원금 규모 등 총 5가지 속성으로 구성된 선택집합을 가지고 응답자의 선택결과를 다항로짓모형 함수를 사용하였고, 변수들의 계수를 산정하기 위해 R 프로그램을 활용하여 분석하였다. 설치용량과 이격거리는 속성 수준에 따른 효용변화가 선형(linear)이 아닌 오목한 형태(concave)로 나타나 로그값으로 변환하였고, 설치위치와 사업파트너는 더미변수로 지정하였으며, 지원금은 5년간 총 지급해야할 금액으로 환산하여 적용하였다.

태양광 발전은 [표 4-5]와 같이 설치용량, 이격거리, 설치위치(평지), 설치위치(산지)가 통계적으로 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 설치용량이 클수록, 이격거리가 가까울수록, 설치위치가 건물옥상보다 평지 또는 산지에 설치될수록 수용의사액이 크게 나타나 예상과 일치하는 추정결과가 도출되었다.

[표 4-5] 태양광발전 컨조인트분석 추정결과

속 성	추정치	z-value	Pr > |z|
설치용량	-0.0296***	-3.32	0.000
이격거리	0.0893***	8.45	0.000
설치위치(평지)	-0.4160***	-8.13	0.000
설치위치(산지)	-0.2074***	-3.76	0.000
사업파트너	0.0341	0.71	0.474
지원금	0.1739***	13.93	0.000

***는 0.001% 수준으로 유의함을 의미

풍력발전은 [표 4-6]와 같이 설치용량, 이격거리, 사업파트너가 통계적으로 유의한 결과가 나왔고, 설치용량이 클수록, 이격거리가 가까울수록, 사업파트너는 공공보다 민간이 추진할 경우 수용의사액이 크게 나타났다. 다만, 바닷가보다 평지(거주지 인근, 해안가) 또는 산지에 대해서는 유의미한 결과가 나오지 않아서, 설치위치에 대해서는 풍력발전을 건설함에 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

[표 4-6] 풍력발전 컨조인트분석 추정결과

속 성	추정치	z-value	Pr > |z|
설치용량	-0.0745***	-5.26	0.000
이격거리	0.3544***	12.15	0.000
설치위치(평지)	0.0347	0.61	0.539
설치위치(산지)	0.0982	1.48	0.136
사업파트너	-0.1750***	-2.89	0.003
지원금	0.2269***	17.55	0.000

***는 0.001% 수준으로 유의함을 의미

[표 4-5], [표 4-6] 결과를 가지고 3장 식(3-8~10)을 활용하여 태양광, 풍력발전의 한계 수용의사액을 추정한 결과는 [표 4-7]와 같다.

태양광발전의 주요 속성변화에 따른 한계수용의사액은 설치용량은 Log(MW)만큼 커질수록 170만원, 이격거리는 Log(km)만큼 가까워 질수록 513만원, 설치위치는 건물옥상보다 평지에 설치할 경우 2,392만원, 산지에 설치할 경우 1,192만원으로 추정되었다. 더불어, 산지보다 평지에 설치할 경우 1,100만원 만큼 수용의사액이 크게 나타나 응답자는 평지에 대해 더 큰 가치가 있는 것으로 볼 수 있다.

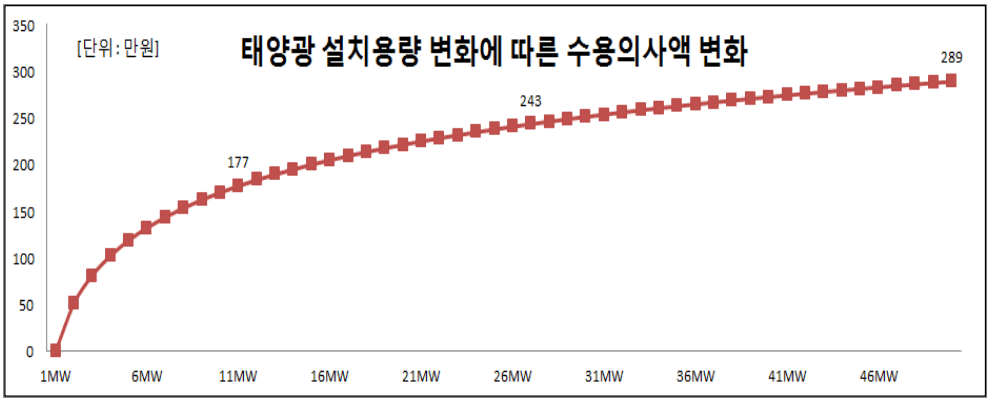
풍력발전의 경우 설치용량은 Log(MW)만큼 커질수록 328만원, 이격거리는 Log(km)만큼 가까워 질수록 1,562만원, 사업파트너로써 공공(지자체, 공공기관)보다 민간(대기업, 지역내 민간사업자)이 설치할 경우 771만원으로 추정되었다. 위 결과는 조건부가치측정법에서 제시한 가상의 시장(속성)에서 추정된 태양광, 풍력발전의 수용의사액을 기준으로 하여, 컨조인트 분석법을 통해 추정한 속성변화에 대한 한계수용의사액 변화만큼을 추가로 반영하여 건설사업별 수용의사액을 최종 산정한다. [표 4-7] 결과를 토대로 풍력과 동일한 속성으로 태양광을 설치할 경우, 즉 5MW 용량을 1.5km 이격거리에 공공이 산지에 설치할 경우 수용의사액은 태양광은 1,444만원, 풍력은 3,135만원으로 풍력발전 건설시 1,691만원의 지원금이 더 지급해야 수용의사가 있는 것으로 추정되었다.

[표 4-7] 태양광 및 풍력발전 한계수용의사액(MWTA)

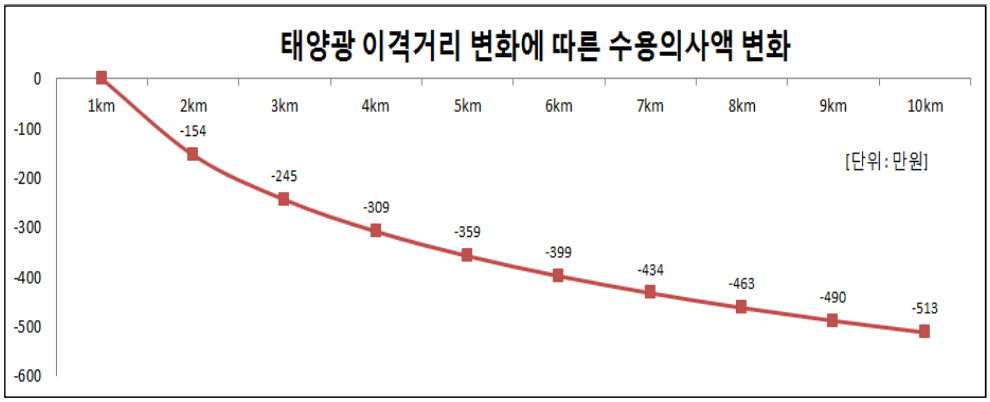
구 분	속 성	한계수용의사액
태양광 발전	설치용량	-170만원
	이격거리	513만원
	설치위치(평지)	-2,392만원
	설치위치(산지)	-1,192만원
풍력 발전	설치용량	-328만원
	이격거리	1,562만원
	사업파트너(민간)	-771만원

위 [표 4-7] 결과에서 설치용량, 이격거리 변화에 따른 태양광, 풍력발전의 한계수용의사액 변화는 <그림 4-5~8>와 같다.

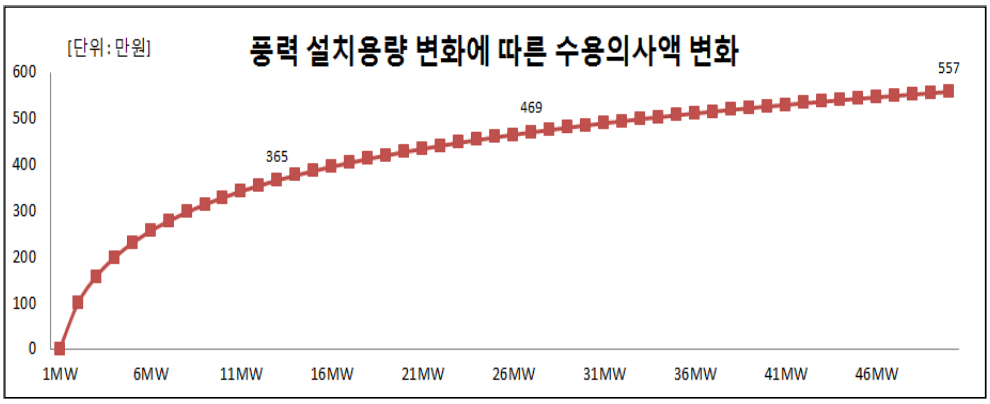
<그림 4-5> 태양광발전 설치용량 변화에 따른 MWTA



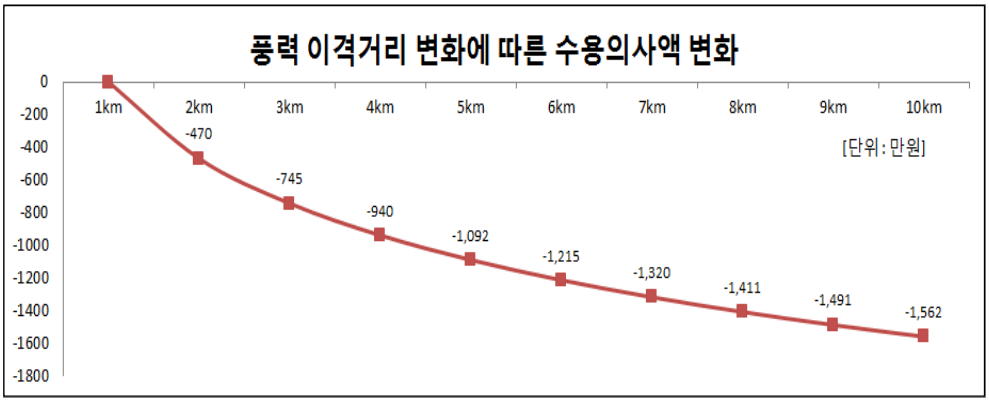
<그림 4-6> 태양광발전 이격거리 변화에 따른 MWTA



<그림 4-7> 풍력발전 설치용량 변화에 따른 MWTA



<그림 4-8> 풍력발전 이격거리 변화에 따른 MWTA



더불어, 3장 식(3-11)을 활용하여 태양광, 풍력발전의 속성별 상대적 중요도를 계산하면 아래 [표 4-8]와 같다. 선택집합을 결정하는데 있어서 태양광은 지원금, 설치위치, 이격거리, 설치용량 순이고, 풍력은 지원금, 이격거리, 사업파트너, 설치용량 순으로 확인되었다. 결국 태양광, 풍력 모두 지원금 규모가 선택에 있어서 가장 민감하게 반응하는 반면, 설치용량은 상대적으로 덜 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

[표 4-8] 태양광, 풍력발전 상대적 중요도

속 성	태양광 발전	풍력 발전
설치용량	5%	9%
이격거리	13%	21%
설치위치(평지)	24%	-
설치위치(산지)	12%	-
사업파트너	-	10%
보조금	46%	60%

제 3 절 사례별 수용의사액 추정

본 장은 조건부 가치측정법에서 추정된 수용의사액과 컨조인트 분석법을 통해 추정한 각 속성별 한계수용의사액 결과를 활용하여 언론에 보도되었던 재생에너지 건설사업에 대해 지역주민의 지원금 규모를 분석하고, 건설단가에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 더불어, 거주지와의 이격거리, 지원 가구수 변화에 따른 건설단가 변화를 함께 살펴보고자 한다.

1. 태양광발전 시나리오 분석

태양광은 산지, 축사 지붕 및 건물옥상 등에 설치되어 우리 일상생활에 가깝게 접하고 있고, 100kW 소규모에서 100MW 이상의 대규모 단지까지 국내 재생에너지중 보급이 가장 활발히 이루어지고 있다. 다만, 지역주민의 수용성 확보문제가 종종 대두되어 사업이 지연 또는 취소되는 사례 또한 많이 발생되고 있다. 따라서, 국내 태양광사업으로 보급되는 다양한 사례를 대상으로 수용의사액 수준을 알아보고자 한다.

[표 4-9]는 국내 태양광 발전사업이 계획되어 있는 사례로, 대부분 지자체 주도로 사업이 진행되고 있고, 주로 산지에 설치되고 있으나, 최근에는 폐염전, 수상 및 건물옥상 등으로 설치위치가 다양하게 나타나고 있다.

[표 4-9] 태양광발전 건설사업 현황

구 분	설치용량	설치위치	이격거리	사업파트너	사업비
Case_1	100MW	삼척(산지)	500m	공 공	1,800억원
Case_2	100MW	영암(평지)			1,500억원
Case_3	18.7MW	군산(수상)			500억원
Case_4	5MW	신안(염전)			140억원
Case_5	0.20MW	안산(옥상)			4억원

5가지 태양광발전 사업에 대한 수용의사액 추정결과는 아래 [표 4-10]와 같고, 거주지와의 이격거리는 CVM에서 제시된 이격거리 500미터를 기준으로 추정한 후, 이격거리 변화에 따른 수용의사액 추정결과 변화를 함께 알아보고자 한다. Case_1과 Case_2는 100MW 대용량으로, 설치위치가 산지와 평지로 구분되어, Case_2가 더 많은 지원금이 필요하고, Case_3~5는 소규모 용량으로, 수상, 폐염전, 건물옥상에 설치될 계획으로 수상, 폐염전은 토지의 효율적 이용측면에서 긍정적 효과가 발생되기에 설치위치에 따른 지원금은 반영하지 않고 분석을 하였다. 또한, CVM에서는 산지에 설치할 때를 기준으로 수용의사액이 추정되었기에, 건물옥상에 설치할 경우 1,192만원 만큼 낮게 반영하였다.

[표 4-10] 태양광발전 WTA 추정결과

[단위 : 만원]

구 분	CVM (①)	컨조인트				합 계
		설치용량	이격거리	설치위치	소 계(②)	
Case_1	1,570	340	0	0	340	1,910
Case_2		340		1,200	1,540	3,110
Case_3		216		0	216	1,786
Case_4		119		0	119	1,689
Case_5		-116		-1,192	-1,308	262

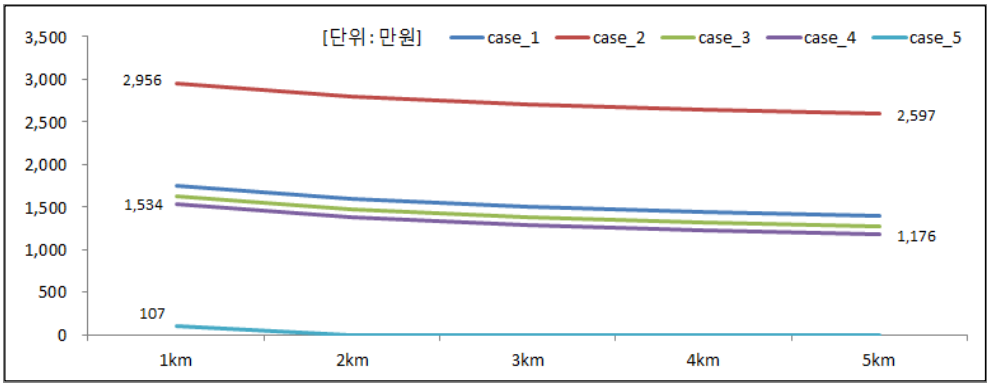
발전소 주변지역 지원에 관한 법률에 따르면 발전소 주변지역이란 발전기로부터 반경 5km 이내의 육지 또는 섬지역으로 정의되어 있고, 지방조례에 따라 거주지부터 1km 떨어져서 설치해야 한다고 규정되어 있기 때문에 이를 준용하여 최소거리 1km에서 최대 5km까지 지원할 경우 이격거리에 의한 수용의사액 차이는 모든 Case에서 약 360만원으로 큰 차이는 없는 것으로 분석되었다.

[표 4-11] 이격거리에 따른 태양광발전 WTA

[단위 : 만원]

이격거리	case_1	case_2	case_3	case_4	case_5
1km	1,756	2,956	1,632	1,534	107
2km	1,601	2,801	1,477	1,380	0
3km	1,511	2,711	1,387	1,290	0
4km	1,447	2,647	1,323	1,226	0
5km	1,397	2,597	1,273	1,176	0

<그림 4-9> 이격거리에 따른 태양광발전 WTA 추이



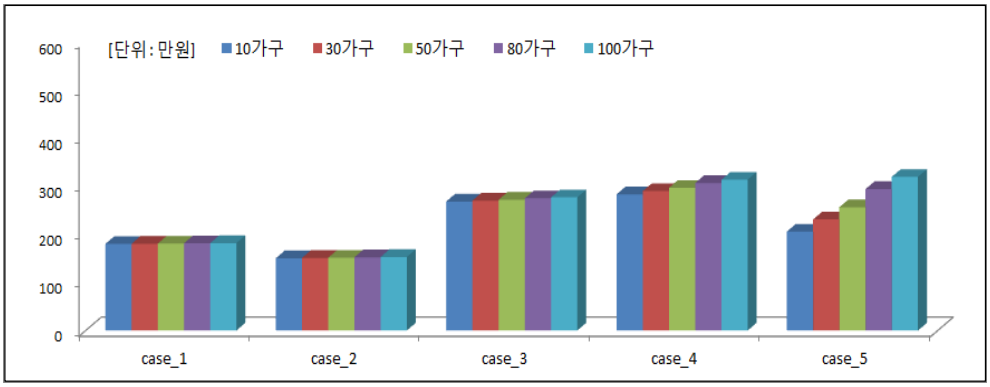
[표 4-9] 태양광 발전 건설사업 현황, [표 4-10] 태양광 발전사업별 수용의사액 추정결과를 기준으로 지원 가구수 변화에 따른 건설단가 변화는 [표 4-12]와 같다. <그림 4-11>과 같이 지원 가구수가 증가할수록 수용의사액 상승률은 사례별로 큰 차이를 보이고, 100가구일 경우 Case-1, 2와 같이 대규모 용량은 1~2%의 건설단가가 상승하고, Case-3, 4는 4~12% 상승, Case-5와 같이 소규모 단지는 64%로 급격히 상승하였다. 이는 소규모로 단지를 조성하면, 지원가구수에 따라 건설단가에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있고, 이러한 건설단가 상승율은 기술발전으로 투자비가 감소하더라도 수용의사액은 시간이 경과하더라도 변함이 없기 때문에 지원금이 건설단가에 미치는 영향은 더욱 커짐을 알 수 있다.

[표 4-12] 가구수에 따른 태양광발전 건설단가 변화

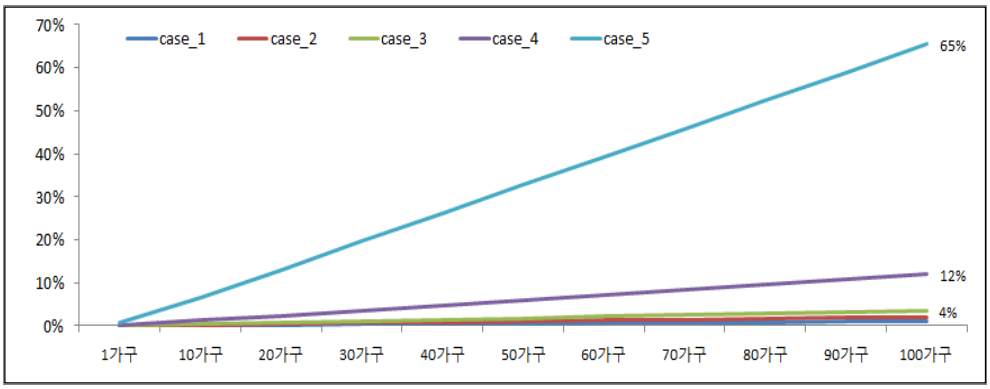
[단위 : 만원/kW]

가구수	case_1	case_2	case_3	case_4	case_5
1가구	180.0	150.0	267.5	280.3	194.5
10가구	180.2	150.3	268.3	283.4	205.9
30가구	180.6	150.9	270.2	290.1	231.2
50가구	181.0	151.6	272.2	296.9	256.5
80가구	181.5	152.5	275.0	307.0	294.4
100가구	181.9	153.1	276.9	313.8	319.7

<그림 4-10> 가구수에 따른 태양광발전 건설단가 추이



<그림 4-11> 가구수에 따른 건설단가 상승률 추이



2. 풍력발전 시나리오 분석

[표 4-13]는 국내에서 풍력발전 단지를 운영중이거나, 계획중인 사업을 대상으로 속성변화에 따라 수용의사액이 어떻게 바뀌는지 알아보고자 한다. 아래 5가지 풍력단지는 강원도 산지, 제주도 해상에 설치되어 있어서 거주지와의 이격거리를 정확히 판단하기 어렵고, 산지관리법에 따라 주거시설 및 학교로부터 1.5km, 사육시설로부터 1km 떨어져서 설치해야 한다고 규정되어 있기 때문에 CVM에서 제시된 이격거리 1.5km를 기준으로 추정한 후, 이격거리 및 지원 가구수 변화에 따른 수용의사액과 건설단가 변화를 함께 알아보고자 한다.

[표 4-13] 풍력발전 건설사업 현황

구 분	설치용량	설치위치	이격거리	사업파트너	사업비
Case_1	32MW	정암(산지)	1.5km	공공	990억원
Case_2	40MW	태백(산지)			1,015억원
Case_3	30MW	삼척(산지)			800억원
Case_4	26MW	강릉(산지)			750억원
Case_5	100MW	한림(해상)			5,300억원

풍력발전 사업별 수용의사액 추정결과는 [표 4-14]와 같다. 풍력발전 대부분은 지자체 또는 공공기관이 주관하였고, 풍력단지가 산지 또는 해상으로 거주지와의 이격거리 판단이 어려워 CVM에서 제시된 1,5km로 가정하였고, 이격거리 변화에 따른 민감도 분석을 추가로 하였다.

[표 4-14] 풍력발전 WTA 추정결과

[단위 : 만원]

구 분	CVM (①)	컨조인트				합 계
		설치용량	이격거리	사업파트너	소 계(②)	
Case_1	3,135	265	0	0	265	3,400
Case_2		296			296	3,431
Case_3		255			255	3,390
Case_4		235			235	3,370
Case_5		427			427	3,562

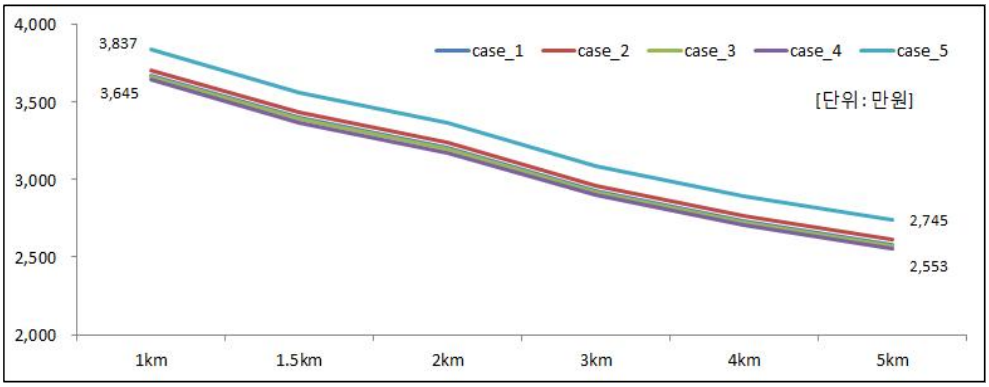
산지관리법상 거주지 주변 1.5km 이상 이격시켜서 설치해야 하고, 발전소 주변지역 지원에 관한 법률을 준용하여 최소거리 1.5km에서 최대 5km까지 지원할 경우 위 5가지 풍력발전단지의 수용의사액 수준은 모든 Case에서 이격거리에 따라 최대 1,100만원의 차이가 발생하였다.

[표 4-15] 이격거리에 따른 풍력발전 WTA 변화

[단위 : 만원]

이격거리	case_1	case_2	case_3	case_4	case_5
1km	3,675	3,706	3,665	3,645	3,837
1.5km	3,400	3,431	3,390	3,370	3,562
2km	3,205	3,236	3,195	3,175	3,367
3km	2,930	2,961	2,920	2,900	3,092
4km	2,735	2,766	2,725	2,704	2,896
5km	2,584	2,614	2,573	2,553	2,745

<그림4-12> 이격거리에 따른 풍력발전 WTA 추이



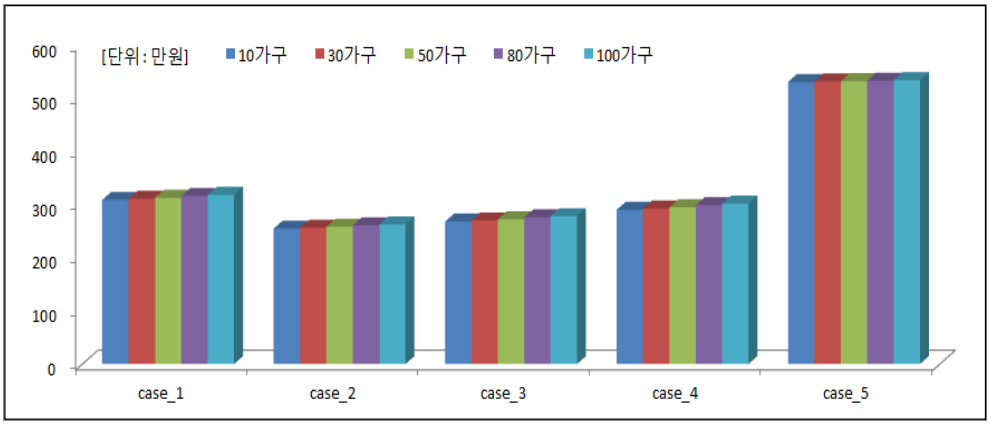
[표 4-14] 풍력발전 사업별 수용의사액 추정결과를 기준으로 지원가구수 변화에 따른 건설단가 변화는 [표 4-15]와 같다. 지원 가구수가 100가구일 경우 Case-1~4와 같이 소규모 풍력단지는 3~4%의 건설단가가 상승하고, Case-5와 같이 대규모 단지는 1% 이내로 나타났다. 풍력발전은 태양광발전과 비교시 높은 건설단가로 지원가구수 변화가 미치는 영향은 적으나, 기술발전에 따라 설비투자비가 감소되므로 지원금이 차지하는 비율은 증가함을 알 수 있다.

[표 4-16] 가구수에 따른 풍력발전 건설단가 변화

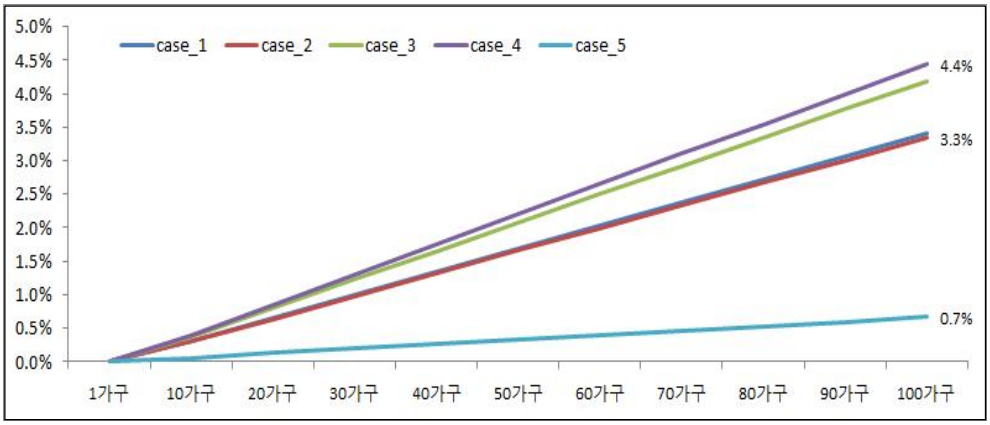
[단위 : 만원/kW]

가구수	case_1	case_2	case_3	case_4	case_5
1가구	307.6	253.8	266.8	288.6	530.0
10가구	308.5	254.6	267.8	289.8	530.4
30가구	310.6	256.3	270.1	292.3	531.1
50가구	312.7	258.0	272.3	294.9	531.8
80가구	315.9	260.6	275.7	298.8	532.8
100가구	318.0	262.3	278.0	301.4	533.6

<그림 4-13> 가구수에 따른 풍력발전 건설단가 추이



<그림 4-14> 가구수에 따른 건설단가 상승률 추이



제 5 장 결론 및 시사점

안전하고 깨끗한 에너지로의 전환시대를 맞이하여 우리나라는 태양광, 풍력 등 청정에너지 중심의 재생에너지 보급 확산을 위해 재생에너지 3020 목표를 정하여 정책적·제도적 지원 대책이 마련되고 있다. 하지만 ,안전하고 깨끗하다고 여겨왔던 재생에너지가 여러 환경파괴, 사회적 손실 등으로 지역주민의 수용성이 확보되지 못하고 사업이 지연되거나, 중도에 취소되는 사례가 많이 발생하고 있다.

본 연구는 재생에너지의 원활한 보급확산을 위해 태양광, 풍력발전 설비를 건설하면서 발생되는 여러 사회적 이슈에 대해 국민들 입장에서의 가치 수준을 살피고자 재생에너지에 대한 수용의사액을 추정하였다. 이를 위해 조건부가치 측정법과 컨조인트 분석법을 동시에 사용하여 설문조사를 시행하였고, 설문조사에 앞서 재생에너지에 대해 보기카드를 활용하여 장·단점에 대해 명확하게 설명하였다. 조건부 가치측정법을 통해 추정된 결과는 태양광발전의 경우 1,570만원, 풍력은 3,135만원으로 추정되었다.

컨조인트 분석에서는 태양광, 풍력발전 설치간 여러 사회적 이슈가 발생되는 요인으로 작용되는 설치용량, 설치위치, 거주지와 이격거리, 사업파트너 변화에 따른 가치변화를 추정하였다. 태양광의 경우 사업파트너를 제외한 설치용량, 설치위치 및 이격거리에서 유의미한 결과가 나왔고, 이는 태양광 건설에 민간 또는 공공이 설치할 경우 가치변화가 없었다. 설치용량의 경우 Log(MW) 만큼 커질 경우 170만원의 가치가 늘어나고, 설치위치의 경우 건물옥상보다 평지에 설치할 경우 2,392만원의 가치가 커지며, 산지에 설치할 경우 1,192만원의 가치가 더 크게 반영되었다. 산지보다 평지에 설치할 경우 1,200만원의 가치가 더 큼을 알수 있다. 그리고 거주지와 이격거리는 Log(km) 만큼 가까워 질 경우 513만원의 가치가 늘어남을 알 수 있었다. 상대적 중요도로는 지원금이 46%로 가장 컸고, 설치위치, 이격거리 순으로 분석되었고, 설치용량은 5%로 나타났다.

풍력의 경우 설치용량, 이격거리, 사업파트너가 유의미하게 나왔고, 해

안가, 산지 및 바닷가 등 설치위치에 대해서는 가치변화가 없었다. 설치용량의 경우 Log(MW) 만큼 커질 경우 328만원의 가치가 늘어나고, 거주지와의 이격거리는 Log(km)만큼 가까워 질 경우 1,562만원의 가치가 커지며, 사업파트너는 공공(지자체, 공기업)보다 민간(지역 민간사업자, 대기업)이 설치 할 경우 771만원의 가치가 더 크게 반영되었다. 이는 민간보다 공공이 지역주민과의 소통이 오랫동안 지속되었고, 자금부족으로 사업을 중도에 포기할 우려가 적은 결과로써, 안세웅 외(2011)는 정부의 제도적·경제적 지원아래 자본기반이 취약한 사업자들이 정부의 보조금에 기대어 사업을 추진하다 경기악화로 사업을 중도 포기하는 사례가 늘어난다고 하였다. 상대적 중요도로는 지원금이 60%로 가장 컸고, 이격거리가 21%, 파트너와 설치용량은 10% 수준으로 분석되었다. 결국 태양광, 풍력의 경우 지원금의 수준이 수용의사에 큰 요인으로 작용되고, 설치용량보다는 이격거리가 영향을 미치고 있었다.

위 결과를 반영하여 실제 건설중이거나 계획되어 있는 재생에너지 사업에 대해 이격거리와 지원 가구수에 따른 건설단가 변화를 분석하였다. 태양광은 이격거리 1~5km에 대해 최대 360만원의 차이가 보였고, 풍력은 1,100만원으로 이격거리에 따라 지원금 차이가 태양광보다 컸다. 지원가구수에 대해서는 100가구로 가정하여 분석하였고, 태양광은 100MW의 대규모 용량은 1~2% 건설단가가 상승하였고, 20MW의 중규모 용량은 4%, 1MW 이하 소규모는 64%로 급격히 상승하였다. 풍력은 50MW 이하의 경우 3~4% 상승하고, 100MW의 경우 1% 이내로 상승하였다. 이는 소규모 단지 또는 지원금의 부담으로 사업 경제성이 나오지 않는 경우 지역 수용성에 따라 사업추진에 큰 영향을 미치게 되기 때문에, 지원사업의 형태가 아닌 최근에 추진되고 있는 주민참여·이익공유형 사업과 연계하여 사업을 추진할 필요가 있다. 상기 조건부가치측정법, 컨조인트 분석법을 통해 도출된 결과는 통계적으로 추정된 값으로 기존 연구에서 지적해온 시작점 편의, 전략적 행동 가능성, 지불수단 편의 등에 비추어 볼 때 이를 현실에 직접 적용하기에는 한계가 있다. 단, 재생에너지 사업이 활발하게 이루어지는 가운데 국민이 생각하는 지원금 수준에 대해 판

단할 수 있는 결과로써, 정부의 정책적·경제적 지원이 늘어나는 가운데, 재생에너지 보급확산의 실효성을 거두기 위해서는 지역주민의 수용성 확보가 불가피하고, 본 연구를 활용하여 정부 관계자는 관련 정책기준 또는 제도를 보완하기 위해 참고할 수 있고, 발전사업자는 재생에너지 원활한 건설과 경제성 확보를 위한 전략적 방향을 모색할 수 있다.

본 연구의 한계와 향후 연구방향은 다음과 같다. 첫째 본 연구는 재생에너지 설치에 따른 사회적 이슈사항에 대해 가치추정만을 진행하였다. 2018년 5월 산업부에서는 태양광, 풍력 부작용 해소 대책으로 국민참여형 발전사업, 수익 공유사업 등으로 주민의 직접참여를 유도하여 수용성을 확보하겠다고 발표하였다. 또한 제 3차 에너지 기본계획 수립 중간설명회에서는 주민참여·이익공유형 프로그램을 확산하고, 에너지 정책경정과정의 참여를 확대하겠다고 하였다. 따라서, 향후 연구에서는 주민참여 방법들에 대한 가치추정 연구가 수행되어야 한다.

둘째, 본 연구에서는 지역주민의 수용의사액이 반영된 건설단가가 전력시장에 미치는 영향을 분석하지 못했다. 즉, 발전설비의 운전유지비, 건설투자비 등 전력생산을 위해 발생하는 연간 고정비용을 보상하기 위해 지급하는 용량요금이 지급된다. 건설단가의 상승은 용량요금이 증가하므로 발전단가가 상승하게 된다. 따라서 향후 연구에서는 수용의사액이 발전단가에 반영될 경우 전력시장에 미치는 영향에 대한 연구가 진행되어야 한다.

참 고 문 헌

김경수(2017). 인공신경망을 이용한 풍력발전 통합 최적화 모델 개발, p32～33.

김일중, 홍종호, 유승직, 권오상(2003). 환경정책의 비용/편익분석 지침서, 환경부.

민동기, 신영철(2004). 생태자연도 1등급의 경제적 가치추정, 자원・환경경제연구, 14권 1호, p.30.

민창기, 허동, 박종근(2014). 국내 해상풍력발전단지의 경제성 분석, 대한전기학회 vol.63, no.9, pp1192～1198.

박찬호, 김성근(2008). 조건부가치측정법을 이용한 도심지 송전선로 지중화사업의 간접편익 추정, 대한토목학회 제 28차 제 6D, pp871～879 .

배정환, 안지운(2008) 컨조인트 기법을 적용한 풍력발전의 다속성 가치추정, 환경정책 제 16권 제 3호.

안세웅, 이희선(2011) 태양광 및 풍력단지의 개발에 따른 환경적・사회적 문제분석 및 대응방안, 환경정책연구, 10권 3호, p5～11.

이철용(2014). 신재생에너지에 대한 지불의사액 추정 및 사회적 수용성(PA) 제고방안 연구, 에너지경제연구원.

엄영숙(2011). 양분선택형 조건부가치측정법 응답자료의 실증적 쟁점분석, 자원・환경경제연구, 제 20권 제 1호, pp119～153

여준호(2008.6). 생태계 비시장가치 추정사례 및 추정방법의 장단점 분석, 한국산림휴양학회지. 12(2), 1~9.

이희선, 안세웅, 이명진(2009). 재생에너지의 환경성 평가 및 환경 친화적 개발, 한국환경정책 평가연구원, p278.

정우수, 임명환, 송영화(2008). 조건부가치추정법(CVM)을 이용한 국내 이동통신서비스에 대한 소비자 WTP 추정에 관한 연구, 경영과학, 25(2), 43~55.

산업통상자원부(2016.12). 2030 국가 온실가스 감축 기본로드맵.

산업통상자원부(2017.12). 발전소 주변지역 지원에 관한 법률 시행령.

산업통상자원부(2017.10). 재생에너지 3020 이행계획.

한국에너지공단(2016). 신재생에너지종류「태양광에너지 개념/특징/국내외 현황」 <http://blog.energy.or.kr/?p=11585> (2018.11).

한국에너지공단(2017). 2016년 신재생에너지 보급통계(확정치)결과.

한국에너지공단(2018). 2017년 신재생에너지 보급통계(잠정치)결과.

한국에너지공단 신재생에너지센터. 신재생에너지소개
<http://www.knrec.or.kr/energy/sunlight_intro.aspx>
<http://www.knrec.or.kr/energy/sunlight_summary.aspx>
<http://www.knrec.or.kr/energy/windpower_summary.aspx>

서울신문(2017.6). “환경・주민건강 피해” 태양광・풍력산업 무산・지연 속출 <http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20170630006012> (2018.11).

이투뉴스(2018.6). [분석] 태양광 발전단가, 세계적 가격전쟁 중 <http://www.e2news.com/news/articleView.html?idxno=200173> (2018.11).

ENGI's CONPAPER (2018.10). 태양광 발전사업 우후죽순 추진“ 갈등 끊이지 않아” <http://conpaper.tistory.com/71969>.(2018.11).

한국에너지신문 (2017.10). 신재생에너지 설치 민원, 10년간 24배 증가 <http://www.koenergy.co.kr/news/articleView.html?idxno=92548>. (2018.11).

에너지경제(2017. 8). [글로벌 에너지] 떠오르는 해상풍력시장... 테슬라 ESS와 결합해 ‘시너지↑’ <http://m.ekn.kr/section_view.html?no=307118>

BNEF (2017e). 3Q 2017 Global PV Market Outlook.

Batley et al(2000). 'Willingness to pay for renewable energy : Implication for UK green tariff offerings' Indoor Built Environment 9: 157～170.

Bergmann, A. Nick Hanley and Robert Wright.(2006). 'Valuing the attributes of renewable energy investments', Energy Policy, vol.34, pp1004～1014.

Bergstrom et al(2010). An Economic Approach to Natural Resource and Environment Policy, 3′rd Edition, Edward Elgar.

Hanemann, W. M.(1984) Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses, American Journal of Agricultural Economics, 66, pp.332-341.

MacFadden, D., & Train, K.(2000) Mixed MNL models for discrete response. Journal of applied Econometrics, 447-470

Mozumber, P., Vasquez, W.F., Marathe, A.(2011). ′Comsumers preference for renewable energy in the southwest USA′, Energy Economics 33: 1119～1126.

Nele(2018). ′Acceptance of wind energy and the role of financial and procedural participation: An investigation with focus groups and choice experiments′, Energy Policy, vol.118, pp97～105.

Kim, J., Park, J., Kim, H., Heo, E.(2012) ′Assessment for Korean customers′ willingness to pay with RPS′, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16:695～703.