

수도권매립지 주변의 환경피해와 주민지원금 간의 상응성 분석

강희찬*

요약 : 본 논문은 선택실험법(Choice Experiment Method)을 이용하여 현행 지원되는 수도권매립지 주변 주민에 대한 주민지원금이 피해 정도에 상응하게 지원되고 있는지를 파악하였다. 2001년부터 거의 20년 가까이 운영된 주민지원금은 수도권매립지 운영에서 발생하는 다양한 환경피해(악취, 소음, 대기오염, 수질오염, 경관훼손 등)를 보상하기 위한 목적에서 운영되고 있으나, 현행 보상의 정도가 주변 지역 주민의 실제 피해 비용만큼 보상이 이뤄지고 있는 파악할 수 없다. 이에 본 논문은 수도권매립지 부지 경계 기준 주변 2~4km에 거주하는 주민들 300명을 대상으로 선택실험법 설문을 한 결과를 이용하여 혼합로지트모형(Mixed logit model)을 통해, 동(읍)별로 속성(악취, 소음, 대기오염, 수질오염)별 한계지불의사액을 추정하고, 이를 현행 동(읍)별 가구당 주민지원금과 비교하였다. 이를 기반으로 시나리오를 구성하고 전체 그리고 지역별 가구당 피해비용(지불의사액)을 추산하여 2019년 전체 그리고 지역별 주민지원금과 비교한 결과, 현행 전체 주민지원금 규모는 수도권매립지 주변 주민이 받는 전체 환경피해를 완벽하게 제거되는 수준에 미치지 못하는 것으로 평가되었으며, 지역별 주민지원금의 배분도 해당 지역별 피해 정도에 비례하여 배분되지 못하고 있다는 것을 발견하였다.

주제어 : 매립지, 주민지원금, 비효용, 선택실험법, 혼합로지트모형, 지불의사액

JEL 분류 : H2, H6, C6

접수일(2021년 5월 27일), 수정일(2021년 7월 16일), 게재확정일(2021년 7월 19일)

* 인천대학교 경제학과 부교수, 교신저자 (e-mail: henrykang@inu.ac.kr)

An Analysis of the Correspondence between Environmental Damage and the Subsidy in the Vicinity of a Landfill in the Seoul Metropolitan Area

Heechan Kang*

ABSTRACT : Using the Choice Experiment Method, this paper identified whether subsidy to the household around landfill in Seoul metropolitan area is being provided corresponding to the scale of the environmental damage. Since 2001, the subsidy program has been operating for nearly 20 years to compensate for various environmental damage (foul odor, noise, air pollution, water pollution, etc.) from landfill site in the metropolitan area, but it is not clear on what ground the subsidy is allocated. This paper estimated the marginal WTP by attribute (odor, noise, air pollution, and water pollution) based on mixed logit model and compared them with current subsidy level per household in each town. As a result of the comparison, it was found that the subsidy for each town was not allocated in proportion to the amount of the marginal WTP for each household in the corresponding town. In addition, this paper constructs a level-by-level scenario for environmental improvement attributes and compares economic benefits and current subsidy levels. As a result, the current subsidy level is insufficient compared to the level at which environmental damage is completely eliminated, but excessive subsidy is allocated compared to partial improvement levels.

Keywords : Landfill, Subsidy, Disamenity, Choice experiment method, Mixed logit model, Willingness to pay

Received: May 27, 2021. Revised: July 16, 2021. Accepted: July 19, 2021.

* Associate professor, Department of Economics of Incheon National University, Corresponding author (e-mail: henrykang@inu.ac.kr)

I. 서론

한국과 같은 개발된 국가에서도 도심지역에서 발생하는 폐기물처리 시설로 인한 악취, 대기오염, 토양오염, 수질오염 등 다양한 환경문제가 발생한다.¹⁾ 수도권매립지는 대한민국 수도권 서부지역인 인천시 서구와 경기도 김포시에 걸쳐 위치하는 세계 최대규모의 고품폐기물 매립지이다. 수도권매립지는 대한민국 인구 5,184만 명의 절반에 해당하는 인구 2,592만이 거주하는 서울시, 경기도, 인천시의 수도권에서 발생하는 상당 부분의 폐기물을 담당하고 있다.²⁾ 이로 인해 수도권매립지 주변 주민들은 매립지에서 발생하는 다양한 환경오염의 피해를 받고 있다. 오염자책임의 원칙에 따라 한국은 폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률(이하 폐촉법) 및 시행령에 따라 폐기물 반입량에 맞춰 ‘반입수수료’를 징수하고, 그 수입의 10%를 기금(주민지원기금)으로 조성하여 수도권매립지 주변 환경피해 영향지역 내 주민들의 소득 증가와 복리 증진을 위한 ‘주민지원금’으로 활용하고 있다. 반입수수료는 수도권매립지 확장건설 및 운영비용을 위한 활용 외에도 수도권 지역에서 발생하는 폐기물량을 줄이고, 재활용률을 확대하기 위함인 동시에 매립지 주변 주민의 환경적, 건강상 피해를 보상하기 위한 지원메커니즘으로 활용된다. 하지만 현재 수도권매립지에서 발생하는 환경오염 피해는 악취, 대기오염, 토양오염, 수질오염 이외에도 거주지 주변에 폐기물 공공처리시설로 인한 경관 훼손과 심리적 불쾌감 혹은 불안함까지 포함된다. 이러한 환경오염 피해와 위험성은 폐기물 처리 입지 주변 지역의 부동산 가격에도 영향을 미치게 된다.

이들 매립지 관련 영향은 대표적인 ‘외부효과’에 해당하며 주민지원금의 근간이 되는 매립지 반입 수수료는 외부효과를 내부화하기 위한 대표적인 ‘피구세(Pigouvian tax)’에 근간을 두고 있다. 이러한 외부효과를 줄이거나 내부화하기 위한 세금류(부담금, 수수료 등)는 칼도- Hicks 기준에 따라 피해를 당하는 사람들에게 적절한 방식으로 보상될 때 폐기물 발생 및 처리 과정에서 발생하는 외부효과를 이론적으로 완벽하게 내부화하게 되는 것이다. 그러나 이러한 보상의 원리는 피해를 유발하는 사람들 측이나 손해를 입

1) 수도권매립지는 소각, RDF(refuse derived fuel)를 포함한 에너지화 등을 통한 처리와 최종적으로는 매립을 통해 관리되고 있다.

2) Ready(2007)에 따르면, 도시의 대규모 폐기물 매립지에서 발생하는 환경적 피해는 소규모 시설에 비해 많은 환경비용을 유발한다고 한다.

는 사람들의 수가 많으면 많을수록 적절한 보상이 이뤄지기 매우 어려워진다. 특히 폐기물의 발생지역과 처리지역이 불일치할 때 부담금 수준의 설정 및 보상금 배분 등에 있어서 문제가 종종 발생한다. 수도권매립지와 같이 매립지 운영을 통해 편익을 누리는 대상은 서울, 경기 그리고 인천의 서구 이외의 다른 인천 주민이지만, 매립장 운영을 통해 피해를 받는 지역은 수도권매립지 주변 인천 서구 및 경기 김포시 주민들이 이에 해당하여 불일치가 발생한다.

일반적으로 수도권매립지 운영에서 발생하는 외부효과를 완전히 내부화하기 위해서는 피해 지역 주민에 대한 피해 비용(한계비용)만큼 보상이 이뤄져야 한다. 만일 이러한 완전한 보상이 이뤄지지 않는다면 적어도 수도권매립지 주변 지역별 환경피해 정도에 비례해서 보상이 배분되어야 한다. 본 논문에서는 현재 운영되고 있는 수도권매립지에 대한 주민지원금 수준이 해당 주민들이 받는 피해 비용만큼 완전한 보상이 이뤄지는지 파악하고, 한편으로는 지역별 피해 비용에 비례해서 배분되고 있는지를 파악하고자 한다. 이를 위해서는 수도권매립지에서 발생하는 다양한 피해를 구분하여 추정하고, 이를 현재 주민지원금 지원 수준과 상호 비교하는 작업이 필요하다.

수도권매립지에서 발생하는 비효용은 직접적인 환경오염 피해와 거주지 주변에 매립지가 존재하는 것 자체로 지역의 경관 및 이미지 훼손 등의 불쾌감이 포함된다. 강희찬(2020)는 헤도닉가격모형을 이용하여 수도권매립지 운영과 관련된 지역의 경관 및 이미지 훼손 등의 불쾌감을 포함한 전체 비효용(disamenity)을 추정하였다. 그러나 해당 연구에서 추정한 전체 비효용은 경관 및 이미지 훼손 등의 불쾌감의 피해비용과 악취, 대기오염, 수질오염, 토양오염으로 인한 직접적인 피해비용을 구분하여 추정하지 못했다. 따라서 본 논문은 악취, 대기오염, 수질오염, 토양오염 등 수도권매립지 운영과정에서 발생하는 직접적인 환경오염 피해비용을 추정하여, 이를 현재 주민지원금 수준과 비교한다. 이러한 비교를 통해 현재 주민지원금 수준이 수도권매립지 운영상의 외부비용 중 어느 비용까지 보상하고 있는지를 파악하고자 한다. 만일 현행 주민지원금 수준이 본 논문에서 추정한 악취, 대기오염, 수질오염, 토양오염 등에서 유발되는 직접적인 피해비용보다 적다면, 이는 현행 주민지원금이 경관 및 이미지 훼손 등의 불쾌감은 당연히 보상하지 못한다고 볼 수 있다.

본 논문은 수도권매립지 주변에 거주하는 주민들을 대상으로 설문을 구성하고, 비상재

화에 대한 가치를 추정하는 진술선호법³⁾ 중 하나인 선택실험법(CE, Choice Experiment)을 이용하여 전 세계 최대규모의 고형폐기물 처리 및 매립지인 수도권매립지의 환경개선 사업에 대해 주변 지역 주민이 평가하는 가치를 지불의사액(WTP)을 통해 추정하는 것이다. 이를 통해 현재 수도권매립지 주변 지역 주민의 환경피해 규모를 파악하고 이에 대한 보상 메커니즘인 주민지원금 수준이 환경피해의 어느 정도의 범위까지 지원해주고 있는지를 파악하고자 한다. 만일 주민지원금의 지원규모가 피해보다 적다면 외부효과를 완벽하게 내부화할 수 없는 문제가 발생하고 그 반대의 경우라면 자원의 효율적 배분을 왜곡할 가능성이 존재한다.

II. 선행연구

매립지 발생 환경오염개선과 같은 비시장재화의 경우 적절한 후생경제 기술을 이용하여 추정할 수 있다. 기존 논문들은 대체로 헤도닉가격모형으로 대표되는 현시선호모형과 조건부가치추정법과 선택실험법으로 대표되는 진술선호법을 통해 그 피해 비용을 추정한다. 기존 여러 연구에서는 대체로 부동산과 관련된 시장정보를 이용하여, 부동산 가치에 내재한 환경질의 선호를 추정하는 헤도닉가격모형을 통해 거주지 주변 매립지에서 발생하는 피해 비용(비효용)을 추정하였다(Ready, 2007; Bouvier et al., 2000; Preez, 2009; Kiel, 1995). 이 비효용에는 악취를 포함한 대기오염, 소음, 지하수 오염 등이 포함된다. Bouvier et al.(2000)은 헤도닉가격모형을 이용하여 미국 매사추세츠주의 Pepperell 매립지에서 1마일의 거리가 멀어질수록 부동산 가치가 6% 증가하는 것으로 평가하였다. Preez(2009)는 헤도닉가격모형을 통해 남아공의 New Brington의 매립지 주변의 부동산 가치가 100미터 멀어질수록 0.44% 증가한다고 평가했다. Kiel(1995)는 미국 보스턴 지역의 유해 폐기물매립장으로부터 1마일 멀어짐에 따라 주택가격은 3,800~6,500달러가 상승한다고 평가하였다. 국내 연구는 김광임(1996)이 헤도닉가격모형을 이용하여 수도권매립지 주변, 특히 김포군에 대한 설문데이터를 활용하여 매립장으로부터 1km 멀어짐에 따라 매립장을 기피하는 지불의사액이 16% 감소하는 것으

3) 환경오염의 단위당 피해비용은 시장에서 평가할 수 없는 대표적인 비시장재화로 공공재적 성격이 강하고, 대표적인 외부효과를 유발하기에 비시장재화 접근법에 따라 그 가치를 추정하는 것이 타당하다.

로 확인하였다. 강희찬(2020)은 헤도닉가격모형을 통해 수도권매립지주변의 부동산가격 정보를 이용하여 수도권매립지에서 발생하는 환경영향피해의 규모를 추정하였다.

한편, 많지는 않지만 몇몇 연구에서는 조건부가치추정법을 이용하여 폐기물처리시설 입지로 인한 환경피해비용을 추정하였다(Blore and Nunan, 2009; Sacratees and Govindaraj, 2014; Gaglias et al, 2016)

진술선호법의 또 다른 형태인 선택실험법(Choice Experiment)을 이용하여 폐기물 처리 및 관리에 대한 선호 추정방식도 몇몇 논문에서 활용되고 있다(Garrod and Willis, 1998). 이 방법론은 ‘가치’라는 것은 특정 재화나 서비스에 내재한 여러 속성의 합이라는 개념에서 출발한다. 설문지에는 대안 묶음이 제시되는데 피설문자는 이 대안 중 가장 선호하는 대안을 선택하게 된다. 매번 구성이 조금씩 바뀌는 대안 묶음을 제시하고 이에 대해 여러 번 반복해서 선택하는 과정을 거치게 되는데, 이 과정을 통해 개인이 본인의 소득 감소와 맞바꿀 수 있는 개별 속성의 개선에 대한 선호가 나타나게 된다. 이 과정에서 정책 변화에 대한 전체 선호가 아닌 개별 속성의 선호가 따로 구분되어 추정될 수 있다. 이 부분이 선택실험법의 가장 큰 차별성이며, 다른 선호추정 모형인 헤도닉가격모형이나 조건부가치추정법에서는 달성할 수 없는 부분이 된다. 특히 선택실험법은 현실 거래에서의 소비자 선택 행동과 가장 높은 유사성을 갖고 있다. 즉 구매를 희망하는 제품이나 서비스에 대해 각 제품이나 서비스가 지닌 속성 하나하나를 비교하고, 가장 높은 편익을 제공하는 제품을 선택하고 그렇지 않은 제품은 선택하지 않는 것(take or leave it)과 유사한 형태를 보이고 있다는 점이다.

Garrod and Willis는 영국 매립장에서 발생하는 환경오염 피해에 대한 추정에서 소음, 악취, 대기오염을 속성으로 둔 선택실험법 설문을 구성하고, 매립지로 인한 환경피해를 추정한 결과, 피해 정도는 크지 않다는 결론에 도달하였다. Karousakis and Birol(2008)은 영국 런던시의 폐기물 재활용 프로그램 변화에 대한 주민의 가치를 추정하면서 분리수거 폐기물의 종류, 수거 횟수, 음식물폐기물 포함 여부, 의류 폐기물 포함 여부를 속성에 포함해 폐기물 재활용 프로그램으로 인한 가치를 추정하였다. Tarfasa and Brouwer (2018)은 에티오피아의 Hawassa 시의 고품폐기물처리 서비스 개선에 대한 선택실험법을 통한 가치추정에서 혼합로짓모형을 활용하여 수거횟수, 분리수거, 어린이 수거 인력 등에 대한 속성별 가치를 추정하였다. Sasao(2004)에서는 거주지 주변 가상의 매립장 입

지 설정에 대한 가치추정에 대해 반입 폐기물 종류, 거주자 수, 음용수원의 존재, 이격거리 등을 속성에 두고 이에 대해 로짓, 조건부로로짓모형을 통해 속성별 가치를 추정하였다. Pek and Jamal(2009)에서는 말레이시아의 위생적 폐기물 처리 프로그램 도입에 따른 가치추정에 대해 불쾌감 등 심리적 요인, 건설부지 면적, 대기오염, 수질을 속성으로 둔 선택실험법을 적용하였다. 추정한 결과에 따르면 수질, 대기오염, 심리적 요인, 건설부지 면적순으로 가치의 우선순위가 추정되었다.

본 논문이 기존 논문과의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 본 논문에서 대상지로 삼고 있는 수도권매립지는 전세계 최대규모의 고품폐기물 처리 및 매립지이며, 해당 매립장은 다양한 위생 및 친환경 기술을 이미 도입하고 있는 시설에 대한 환경오염 개선에 대한 가치추정이라는 점이다. 특히 국내에서는 선택실험법을 이용한 매립지 주변 환경개선에 관한 지불의사액을 추정한 논문이 현재까지 없다. 둘째, 본 논문은 기존 다른 논문에서 처럼 환경오염 개선에 대한 가치추정에 초점을 두지 않고 수도권매립지 주변 주민에게 보상으로 제공되는 주민지원금의 배분 원리 중 상응성 분야에 맞춰 환경피해 규모에 상응하게 얼마나 효율적으로 배분되고 있는지를 분석하는 연구라는 점이다.

III. 수도권매립지 주변 주민지원금 현황

폐촉법 및 시행령에 따르면, 매립지 주변 지역의 간접 영향지역 내 주민의 소득 증가와 복리 증진⁴⁾을 위해 폐기물 반입 수수료 징수액의 10%⁵⁾에 해당하는 부분을 기금으로 조성하여 주민지원금으로 지원한다. 지원범위는 수도권매립지 부지 경계로부터 반경 2km 이내 영향권 내 주민 전체를 대상으로 한다. 수도권매립지공사(2020)에서 발표한 지원한 주민지원금 현황을 보면, 2019년 기준 지원액은 139억 원 정되며 영향권 내에 있는 27,394가구에 대해 평균 105만 원의 주민지원금을 배분하고 있다. 수도권매립지 주변 영향권에 포함되는 지역은 매립장 추가 건설 및 기존 매립장 매립 종료와 더불어 계속해서 변해오고 있으며, 2019년 기준 오류동, 왕길동, 경서동, 김포시 양촌리가 최종 지원

4) 수도권매립지 주민지원기금은 복지회관 건설 및 운영, 아파트 시설 경비, 복지타운조성 등 주로 주민 복지사업에 지원되고 있다.

5) 수도권매립지공사(2020)에 따르면, 2019년 기준 반입수수료 수입은 2,652억 원이며, 이중 10/100은 265억 원 정도이다.

대상지역으로 선정되었다.⁶⁾

전반적으로 주민지원금이 배분되는 지역은 거리상으로 보면 비슷한 위치에 있으나 오류동에 대한 지원금이 가장 많고, 왕길동, 경서동, 김포 양촌읍 순으로 지원되고 있다. 가장 높은 지원금이 배분되는 인천시 서구 오류동은 제2 매립장 및 제3 매립장의 북쪽 부지 경계와 맞닿아 있을 정도로 가까워 지원금이 상대적으로 높은 것으로 판단된다. 두 번째로 높은 지역은 인천 서구 경서동으로 이곳은 제2, 제3 매립장의 남동쪽에 있는 지역으로 매립장 부지 경계로부터 2~4km 내에 있는 지역이다. 그러나 유사한 이격 거리에 있는 양촌읍과 비교하면 주민지원금이 더 높게 배분되고 있다. 다음은 인천 서구 왕길동으로 이곳은 제1 매립장 북쪽, 제2, 제3 매립장 북동쪽에 위치하며 제2, 제3 매립장 부지 경계에서 2~4km에 위치한다. 마지막으로 경기도 김포시 양촌읍(학운리, 대포리)으로 제2, 제3 매립장의 북쪽에 위치하며, 이들 매립장의 부지 경계에서 2~4km에 있다(<그림 1> 참조).

〈표 1〉 주민지원금 지원현황 및 가구당 주민지원금 비교

	오류동	왕길동	경서동	양촌읍	합계
영향권 가구수(*20)	1,691	8,029	4,106	13,568	27,394
주민지원금(백만 원)	4,971	3,964	2,363	2,577	13,875
가구 당 주민지원금(천 원)	2,940	494	575	189	-

자료: 수도권매립지공사(2020) 2019년 통계연감, 인천서구(2020.10.30.). 동별 주민등록인구 및 세대 현황.

현재까지 수도권매립지 공사에서는 어떤 기준에 따라 간접영향권 내에 있는 지역(동 혹은 읍)에 대해 주민지원금을 배분하고 있는지 그 근거를 확실하게 밝히고 있지 않다. 만일 매립장의 부지 경계로부터 이격 거리를 중심으로 주민지원금을 배분하고 있다면, 왜 비슷한 이격 거리를 가지고 있는 간접영향권 내의 여러 지역 간에 주민지원금에서 <표 1>과 같은 차이가 발생하는지 설명할 수 없다. 그러나 더 근본적인 문제는 악취 피해 등 매립지로 인한 환경영향에 대해 지역별로 어떤 차이가 발생하는지를 분명하게 파악

6) 2009년 12월 31일을 기준으로 마전동, 금곡동, 검암동, 백석동은 주변영향지역(간접영향권)에서 제외되면서 이들 지역은 2010년 이후부터 주민지원금이 지원되고 있지 않다.

하고 있지 않다는 데 있다. 특히 악취의 경우에는 수도권매립지 공사에서 매년 악취 검사를 하면서 피해 영향 거주지역을 기준으로 하지 않고 대부분 매립지 부지 경계를 기준으로 분석하고 있다. 여전히 악취에 대한 주변 지역 주민 민원이 발생하고 있고, 이들 민원이 매년 오히려 증가하고 있는 상황에서 간접영향권에 있는 지역에 대한 직접적인 악취 검사를 시행해야 할 것이며, 주민지원금은 이에 따라 적절하게 배분되어야 하는 것이 타당할 것이다.

한편, 현재는 주민지원금 대상 지역에서 배제되었으나 여전히 악취 민원이 발생하는 수도권매립지 주변 지역(마전동, 금곡동, 검암동, 백석동)도 있으며, 앞으로 주민지원금 대상에서 계속 배제해야 하는지 분명한 근거가 필요하다. 제1 매립장→제2 매립장→제3 매립장으로 매립지가 이전하는 과정에서 거주지와 물리적 거리가 멀어졌지만 악취 농도와 그 피해는 이격 거리와 반드시 일치하지 않을 수도 있다. 악취는 발생지로부터 같은 범위 내에 있다고 하더라도 주변 지형, 해당 일의 온도, 습도, 기압, 강수 등의 기상 조건에 따라 피해 정도가 다르게 나타날 수 있다. 그뿐만 아니라 악취와 같은 감각공해는 단순히 물리적 농도에 완벽하게 비례하기보다는 개인의 체감 정도에 따라 다르고, 표현 방식도 매우 다양하다. 즉 악취는 감각의 영역이기 때문에 개인의 체감 정도를 객관화 혹은 수치화하는 것이 매우 어렵다고 볼 수 있다(강희찬, 2020).

IV. 분석모형과 방법

1. 설문조사 개요

설문조사 대상은 수도권매립지 주변 영향 지역으로, 부지 경계에서 2~5km 떨어진 거리에 거주하는 지역을 포함한다. 이에 해당하는 지역은 인천 서구 오류동, 검암동, 왕길동, 경서동, 청라동과 경기 김포시 양촌읍(학운리, 대포리)이 포함된다. 특히 본 논문에서는 주민지원금 대상 지역(오류동, 왕길동, 경서동, 양촌읍) 외에도 2010년부터 대상 지역에서 배제되었지만 지속적인 민원이 제기되고 있는 인천시 서구 검암동을 설문 대상에 포함했으며, 유사한 거리 안에 있는 인천 서구 청라동도 포함했다. 설문조사는 직접 대면조사 방식으로 2020년 11월 1일부터 11월 20일까지 진행하였다. 설문에 응답한 가구 수는 총 313가구이다.

〈그림 1〉 수도권 매립지 입지 및 주변 지역



<표 2>에서 보는 바와 같이, 대상지에 따른 설문조사 표본 수를 비교해 보면, 대체로 고른 분포를 보인다. 오류동 42개, 김포시 양촌읍 52개, 검안동 45개, 왕길동 50개, 경서동 62개, 청라동 62개로 설문조사 표본이 이뤄져 있다.

〈표 2〉 지역별 표본 수

지역	표본수	비중(%)	실제 가구수	비중(%)
오류동	42	13.4	1,691	2.1
김포 양촌읍	52	16.6	13,568	16.5
검안동	45	14.4	15,300	18.6
왕길동	50	16.0	8,029	9.7
경서동	62	19.8	4,106	5.0
청라동	62	19.8	39,746	48.2
합계	313	100	82,440	100

자료: 국토교통부(2019).

2. 속성 및 수준

본 조사의 수도권매립지 개선사업으로 인해 다양한 환경오염 문제를 줄이면 수도권 매립지에서 2~4km 이내 거주하는 주민들의 편익에 영향을 미치는 환경영향에 관한 속성들과 속성별 수준들은 <표 3>과 같다. 속성과 수준은 해외 문헌⁷⁾에 대한 조사와 전문가를 대상으로 한 자문을 거쳐 수정한 내용이다. 또한 일반 응답자들을 대상으로 한 사전 조사(전체 설문 대상자의 10%인 30명)를 통해 2차 수정한 내용이다. 가격 속성(지방세)을 제외한 개별 속성들은 모두 3~4개의 수준을 갖도록 하였다. 각 속성에서 가장 낮은 것은 현재 상태의 수준을 나타낸다.

<표 3> 속성변수와 수준

속성	수준
악취 발생 날 수	1) 현재 악취 수준* 2) 10% 감소 3) 20% 감소 4) 30% 감소
초미세먼지 주의보 발령 날 수	1) 20일* 2) 19일(1일 감소) 3) 18일(2일 감소)
소음발생 날 수	1) 3회/일주일* 2) 2회/일주일 3) 1회/일주일
침출수와 하천 수질(BOD 기준)	1) 나쁨* 2) 약간 나쁨 3) 보통
추가 지방세(매년 1회, 향후 5년간)	1) 0원 2) 1,000원 3) 3,000원 4) 5,000원 5) 7,000원 6) 10,000원

주: *는 현재 수준을 나타냄.

개별 속성들의 내용에 대한 설명은 다음과 같다.

7) Garrod and Willis(1998), Karousakis and Birol(2007), Tarfasa and Brouwer(2018)

1) 악취 발생 날 수

악취 발생일 수는 지역별, 계절별, 날씨별로 매우 편차가 크다. 따라서 본 연구에서는 악취 발생 날 수에 대한 평균값을 쓰는 대신 각 피설문자가 거주지에서 최근까지 경험한 악취 발생일을 현재 수준으로 설정하고, 향후 악취 발생 날 수를 현재 수준에서 10%, 20%, 30%로 감소하는 경우를 대안 속성 수준으로 설정하였다. 여기서 10%의 목표는 2020년부터 서울, 경기, 인천 등 수도권 3개 시도에서 발생하는 생활폐기물 매립지 반입량을 2018년 대비 10% 감축해야 하는 목표⁸⁾에 기반을 두고 있다. 이러한 목표의 달성 여부는 현재 시점에서 확인할 수 없지만 10% 목표는 2021년에는 달성할 수 있는 목표라고 가정한다. 20%와 30% 악취 저감 목표는 향후 2025년에 사용 종료 예정 중인 제3-1 매립지의 성공적 이행에 따라 달라질 수 있다는 가정에서 속성 수준을 설정하였다.

2) 초미세먼지 주의보 발령 날 수

초미세먼지 주의보 발령 날 수는 에어코리아(www.airkorea.or.kr)의 최근 4년간 초미세먼지 발령 일수를 기준으로 현재 수준을 20일로 설정하였다. 에어코리아에 따르면, 인천지역에 대해 발령된 초미세먼지 주의보 발령 건수는 2017년 기준 총 19회, 2018년 23회, 2019년 35회, 2020년 11월 기준 총 4회 발령하였다. 중국 영향 및 코로나19로 인한 영향 등 다양한 요인이 존재하기 때문에 정확한 속성 수준을 설정하기 어렵지만, 1일 감소(19일), 2일 감소(18일)로 속성 수준을 설정하였다. 전국 평균으로는 초미세먼지 주의보 발령일수는 2017년 7.5일, 2018년 18.5일, 2019년 34.7일, 2020년 11월까지 5.8일로 4년치 평균은 16일 정도가 된다. 따라서 현재 수준에서는 인천시가 타 지자체보다 4일 정도 추가로 초미세먼지 주의보가 발생한다고 볼 수 있다.

3) 소음 발생 날 수

수도권매립지 주변 소음의 주요 원인은 폐기물 운반과정, 폐기물처리 공정 등에서 발생한다. 수도권매립지공사는 2002년 이후 폐기물 주간 반입으로 전환과 2019년 수송도로(드림로)를 저소음 포장으로 전환한 이후 소음 문제가 개선되었지만, 최근까지도 백

8) 환경부(2020)

석고가 인근 주민들의 피해 신고는 꾸준히 발생하고 있다. 2019년 수도권매립지관리공사 통계연감⁹⁾에 따르면, 일반주거지역(“나”)의 소음 기준은 주간 55dB, 야간 45dB이며, 2018년 기준 야간 기준 왕길동에서만 46.1dB로 기준을 약간 초과하는 것으로 나타났다. 그러나 이처럼 수도권매립지공사의 통계연감 결과에도 불구하고, 소음 발생에 대한 민원이 끊이지 않고 있다. 본 연구에서는 국립환경과학원(2019)¹⁰⁾의 결과를 인용하여, 이를 동안 주야간 각 2회 측정된 소음 측정 결과, 1회 이상 기준(주간 55dB, 야간 45dB)을 초과했다는 결과에 따라, 현재 수준을 일주일(7일)에 3회 발생하는 것으로 가정하였다. 개선에 따른 속성 수준은 일주일에 2회, 일주일에 1회로 감소하는 것으로 설정하였다.

4) 침출수와 하천 수질(BOD 기준)

2019년 수도권매립지관리공사 통계연감(2020)에 따르면, BOD기준 ‘보통’의 수질은 5mg/L 이하, ‘약간 나쁨’의 수질은 8mg/L 이하, 나쁨의 수질은 10mg/L 이하로 설정되어 있으며, 2019년에 측정된 13개 지역의 BOD 수질의 평균값은 10.3mg/L로 평가되어 ‘나쁨’으로 나타났다. 이에 따라 수도권매립지 환경개선사업을 통한 속성 수준을 현재 나쁨에서 ‘약간 나쁨’과 ‘보통’으로 개선하는 것으로 설정하였다.

5) 지방세 증가

본 조사에서 가격 속성은 전문가 자문회의와 사전예비설문조사 결과를 바탕으로 현재 수준을 0원, 추가되는 지방세를 매년 3,000원, 5,000원, 7,000원, 10,000원으로 설정하였다. 또한 향후 5년 동안 지방세를 가구별로 매년 1회 낸다고 명시하였다.

3. 선택대안집합의 설계 및 설문지

속성과 수준을 바탕으로 선택 대안을 조합하게 되면 전체 5개의 속성과 3~6개의 수준의 조합은 감당할 수 없이 많은 선택 대안의 수를 생성하게 된다. 직교계획법은 실험설계를 통해 설문조사에 이용 가능한 만큼의 선택 대안의 수 생성할 수 있게 한다. 본 연구에

9) 수도권매립지관리공사(2020)

10) 국립환경과학원(2019.11.18.)

서는 Kuhfiel(2005)가 제시한 효율설계 방법을 활용하여 총 24개의 선택 대안(Choice set)을 추출하였다. 이 24개의 선택 대안들은 다시 블록 설계(Blocking Design)를 통해 6개의 설문지 구성(A, B, C, D, E, F)으로 나누었다. 각 설문 응답자는 <표 4>와 같은 선택 대안 질문을 총 네 번 받게 되며, 이 중에서 매번 가장 선호하는 대안을 선택하게 된다.

아래 <표 4>는 실제 설문에서 사용된 선택지 하나를 예로 보여준다. 응답자는 선택지에 제시된 5개의 속성의 다양한 수준으로 구성된 선택 대안 a, b를 선택하거나 둘 다 선택을 원하지 않으면 선택 대안 c(현재 상태)를 선택할 수 있다. 응답자들은 각각의 속성의 다양한 수준들이 가져다주는 편익과 이에 따른 세금의 증가를 비교하여, 가장 선호하는 대안을 선택하게 된다. 참고로 ‘선택 대안 c’를 선택하면, 어떠한 추가적인 편익도 증가하지 않지만, 추가적인 세금도 없는 경우이다.

<표 4> 실제 선택실험법 설문 예시

속성	대안 a	대안 b	대안 c(현재 상태)
악취 발생 날 수	20% 감소	10% 감소	현재 악취 피해 날 수
초미세먼지 주의보 날 수	19일 (1일 감소)	18일 (2일 감소)	20일
소음 발생 날 수	2회/일주일 (1회 감소)	1회/일주일 (2회 감소)	3회/일주일
침출수와 하천 수질(BOD 기준)	“약간 나쁨”	“보통”	“나쁨”
추가 지방세 (매년 1회)	3,000원	5,000원	0원
선택[✓]	[]	[]	[]

<표 4>에서 보는 바와 같이 하나의 기준이 되는 대안(대안 c)과 두 개의 선택 대안으로 구성된 세 개의 대안 중에 하나를 선택하는 방식(선택실험법)은 확률효용모형(Random Utility Model)로 접근하는 것이 유용하다. 즉 응답자는 주어진 대안 중에 가장 선호하는 혹은 가장 높은 효용을 주는 대안을 선택하게 된다. 관찰자의 입장에서는 이러한 응답자의 효용함수에서 관측 가능한 확정적인 부분이 있지만, 동시에 관측할 수 없는 확률적인 부분도 존재한다. 효용함수는 이러한 관측 가능한 부분과 관측 불가능한 부분이 합으로

연결되었다고 가정하고, 관측 불가능한 부분은 다른 선택과는 독립적이며, 선택에 따라 변하지 않고 동일한 제1 형태 극치분포(Type I extreme value distribution)나 Gumbel 분포를 따른다고 가정한다(McFadden, 1974). 이를 일반화시켜 보면 응답자 i 가 직면한 선택 대안 집합 A_i 중 하나의 선택 대안 j 로부터 얻는 간접효용함수는 다음과 같이 표현해 볼 수 있다.

$$U_{ij} = V_{ij}(Z_{ij}, S_i)\theta + \epsilon_{ij} \quad F(\epsilon_{ij}) = \exp(-\exp(-\epsilon_{ij})) \quad (1)$$

응답자 i 는 전체 선택 대안 집합(A_i) 중 모든 다른 대안보다 선택 대안 j 가 가장 큰 효용을 준다면($U_{ij} > U_{jk}$ ($k \in A_i, k \neq j$)) 선택 대안 j 를 선택할 것이다. 이때 응답자 i 가 다른 선택 대안 중에서 대안 j 를 선택할 확률은 식 (2)와 같이 표현할 수 있다. 즉, 대안 j 를 선택할 확률은 선택 대안 j 가 다른 어떤 대안보다 더 큰 효용을 준다는 것이며, 이를 다시 확률적인 부분과 확정적인 부분으로 나눠서 정리할 수 있다.

$$\Pr_i(j \mid A_i) = \Pr(V_{ij}\theta + \epsilon_{ij} > V_{ik}\theta + \epsilon_{ik}) = \Pr(\epsilon_{ik} - \epsilon_{ij} < V_{ij} - V_{ik}) \quad (2)$$

여기서 확률적인 부분은 제1 형태 극치분포를 따른다고 가정했으므로, 응답자 i 가 선택 대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같이 정리해 볼 수 있다.

$$\Pr_i(j \mid A_i) = \frac{\exp(V_{ij}\theta)}{\sum_k \exp(V_{ik}\theta)}, \quad V_{ij} = [X_{ij}, Z_i] \quad (3)$$

여기서 X_{ij} 는 대안별로 변하는 변수이며, Z_i 는 대안별로 변하지 않는 변수이고, θ 는 추정하려는 모수의 벡터이다.

선택실험법으로부터 얻어진 각 응답자의 다변량응답(multinomial response)¹¹⁾은 응답자의 효용 극대화를 위한 선택의 결과로 해석될 수 있다. 본 조사에서는 선택실험법 질

11) 두 개 이상의 범주(혹은 대안)에서 하나를 선택하는 응답.

문은 응답자에게 기준이 되는 현재 상태(대안 c)를 포함하여 세 개의 대안들을 제시하고, 응답자가 주어진 대안들에서 속성들과 이를 얻기 위해 기꺼이 포기할 소득, 즉 가격 속성 사이의 상충관계를 고려하여 세 개의 대안 중 한 개의 대안을 선택하도록 하고 있다. 결과적으로 선택실험법에서 응답자가 선택하면 그 대안을 1로 그렇지 않은 대안에 대해서는 0으로 설계하고, 이와 관련된 지시함수(indicator function) Y_{ij} 를 정의하여, 응답자 i 가 대안 j 를 선택하면 $Y_{ij} = 1$ 이고, 그렇지 않으면 $Y_{ik} = 0 (k \neq j)$ 로 나타낼 수 있다. 따라서 본 선택실험법 분석을 위한 로그-우도함수는 다음과 같이 표현될 수 있다. 여기서 J 는 대안의 개수이고 N 은 전체 응답자 수를 나타낸다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J Y_{ij} \cdot \ln [\text{Pr}_i(j | A_i)] \quad (4)$$

식 (4)에 최우추정법(Maximum likelihood estimation)을 적용하면 필요한 모수를 추정할 수 있다(Greene, 2000). 여기서 수도권매립지 환경개선사업에 대한 속성별 한계지불의사액(Marginal Willingness-to-Pay, MWTP)을 도출하기 위해 다음과 같은 추정식을 설정하였다.

$$V_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{odor} + \beta_2 \text{dust} + \beta_3 \text{noise} + \beta_4 \text{water} + \beta_5 \text{tax} \\ + \beta_6 \text{education} + \beta_7 \text{income} + \beta_8 \text{age} + \epsilon_{ij} \quad (5)$$

특히 선택 집합이 본 설문지의 선택 집합과 같이 2개를 넘을 때는 추정모형으로 McFadden (1974)가 개발한 다항로짓모형(Multinomial logit model) 혹은 조건부로짓모형(Conditional logit model)을 사용한다. 그러나 다항로짓모형은 다변량응답을 추정하는 매우 강력한 방법론이긴 하지만, 지나치게 강한 ‘비관련 대안의 독립성(IIA)’을 가정을 품고 있다. 일반적으로 이 가정은 위반되는 경우가 종종 발생하는데¹²⁾ 이 경우 다항로짓모형을 적용할 수 없다. 대안적으로 ‘비관련 대안의 독립성(IIA)’이 위반될 가능성을 고려하여

12) Kroll and Vogt(2012)

Nested Logit Model, Multinomial Probit 모형, 혼합로짓모형(Mixed Logit Model) 등이 사용되기도 하는데 본 논문에서는 혼합로짓 모형(Mixed logit Model)을 적용하여 추정하였다.

여기에 있는 설명 변수들은 <표 5>에 설명되었다. 속성변수는 악취 발생일 수 감소(*odor*), 초미세먼지 주의보 발령일 수 감소(*dust*), 소음 발생일 수 감소(*noise*), 수질개선(*water*)가 포함되어 있고, 사회경제적 변수로는 응답자의 효용에 영향을 미칠 수 있는 교육 수준(*education*), 소득 수준(*income*), 나이(*age*)가 포함되어 있다.

<표 5> 변수와 설명

변수	β	설명	범위
속성변수	<i>odor</i>	악취 발생일 수 감소	1(10%), 2(20%), 3(30%)
	<i>dust</i>	초미세먼지 주의보 발령일 수 감소	1(1일 감소), 2(2일 감소)
	<i>noise</i>	소음 발생일 수 감소	1(1일 감소), 2(2일 감소)
	<i>water</i>	수질 개선(BOD 기준)	1(약간 나쁨), 2(보통)
	<i>tax</i>	지방세 증가(매년)	1,000원, 3,000원, 5,000원, 7,000원, 10,000원
사회·경제적 변수	<i>education</i>	교육 수준	1~7
	<i>income</i>	소득 수준	1~9
	<i>age</i>	나이	1~5

이제 식 (5)에 로이의 항등식(Roy's Identity)을 적용하면 개별 속성에 대한 한계 지불 의사액을 구할 수 있다.

$$MWTP_{odor} = \Delta tax / \Delta odor = -\beta_1 / \beta_5$$

$$MWTP_{dust} = \Delta tax / \Delta dust = -\beta_2 / \beta_5$$

$$MWTP_{noise} = \Delta tax / \Delta noise = -\beta_3 / \beta_5$$

$$MWTP_{water} = \Delta tax / \Delta water = -\beta_4 / \beta_5$$

V. 분석 결과

1. 전체 데이터 추정 결과

식 (5)를 추정한 결과는 <표 6>에 제시되어 있다. Wald-통계량을 근거하여 판단할 때, 모든 추정계수가 0이라는 귀무가설은 유의 수준 1%에서 기각되어 추정된 방정식은 통계적으로 유의하다. 추정치를 놓고 보면, 악취감소 추정계수(β_1), 수질개선 추정계수(β_4), 지방세(β_5)가 속성변수에서 유의하고, 교육 수준(β_6)이 사회경제적 변수에서 유의하게 나타났다. 한편 초미세먼지 발생일 감소(β_2)와 소음 감소(β_3)에 대한 추정계수는 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 소득 수준이나 나이에 대해서도 통계적으로 유의한 추정치가 도출되지 못했다.

<표 6> 추정 결과(전체 데이터)

변수	모수	추정치	표준오차	P-value
<i>odor</i>	β_1	0.21***	0.07	0.004
<i>dust</i>	β_2	0.009	0.10	0.929
<i>noise</i>	β_3	-0.13	0.10	0.185
<i>water</i>	β_4	0.18*	0.11	0.081
<i>tax</i>	β_5	-0.000252***	0.0000231	0.000
<i>education</i>	β_6	0.15**	0.06	0.013
<i>income</i>	β_7	-0.01	0.07	0.944
<i>age</i>	β_8	-0.05	0.07	0.508
상수	β_0	-1.23**	-0.56	0.029
관측지 개수		3,753		
로그-우도값(log-likelihood)		-1056.96		
Wald-통계량		147.05		
(p-value)		0.0000		

주: ***는 1%의 신뢰 수준에서 유의, **는 5%의 신뢰 수준에서 유의, *는 1%의 신뢰 수준에서 유의함을 나타냄.

악취 개선 변수에 대해서는 악취가 현재 상태에서 10%만큼씩 개선될수록 긍정적인

답변이 나올 확률이 21% 증가하는 것으로 나타났다. 수질 개선 변수에 대해서는 수질 개선이 나쁨에서 약간 나쁨으로, 혹은 약간 나쁨에서 보통으로 개선됨에 따라 긍정적인 답변이 18% 증가하는 것으로 나타났다. 지방세의 경우 지방세가 약 2,000원씩 증가할수록 부정적인 답변이 나올 확률이 0.2% 증가하는 것으로 나타났다.

2. 동(읍)별 데이터 추정 결과

다음 <표 7>은 앞서 구한 전체 데이터에 대한 추정 결과를 동(읍)별로 구분하여 따로 분석모형을 추정한 결과를 나타낸다. 우선 오류동의 경우, 악취(*odor*), 지방세(*tax*)와 나이(*age*)에 대해 통계적으로 유의한 추정치가 도출되었다. 이는 오류동의 경우 악취 저감에 대해서만 양(+)¹의 지불의사액이 도출될 가능성이 크다는 것을 의미한다.

김포시 양촌읍의 경우, 악취(*odor*)와 지방세(*tax*)에 대해 통계적으로 유의한 추정치가 도출되었고, 소득에 대해서도 유의한 추정치가 도출되었다. 이는 김포시 양촌읍의 경우도 악취 저감에 대해 양(+)¹의 지불의사액이 도출될 가능성이 크다는 것을 의미한다. 또한 소득 수준이 높은 사람이 더 긍정적인 답변을 낼 가능성이 큰 것으로 나타났다.

검안동의 경우, 지방세(*tax*)와 교육 수준(*education*)을 제외한 모든 다른 설명 변수에 대해서 통계적으로 유의한 추정치가 도출되지 않았다. 이는 검안동의 경우 수도권매립지 환경개선에 대한 지불의사액이 거의 0에 가깝다는 것을 의미한다. 이는 2010년 이후 검안동을 주민지원금 사업에서 배제한 것은 타당한 결정이었다는 것을 의미한다.

왕길동의 경우, 지방세(*tax*), 소음(*noise*)가 통계적으로 유의한 추정치로 도출되었다. 사회경제적 변수에서는 소득 수준(*income*)이 유의하게 도출되었다. 결과적으로 왕길동의 경우 소음 감소에 대한 지불의사액이 양(+)¹의 값으로 도출될 가능성이 있다.

경서동의 경우, 지방세(*tax*), 수질(*water*)이 통계적으로 유의한 추정치로 도출되었다. 사회·경제적 변수에서는 교육 수준(*education*)과 나이(*age*)가 유의하게 도출되었다. 결과적으로 왕길동의 경우 수질 개선에 대한 지불의사액이 양(+)¹의 값으로 도출될 가능성이 있다. 또한 교육 수준이 높은 사람일수록, 나이가 많은 사람일수록 긍정적인 답변을 확률이 높은 것으로 나타났다.

청라동의 경우, 지방세(*tax*), 악취(*odor*), 초미세먼지 저감(*dust*), 수질 개선(*water*)이 통계적으로 유의한 추정치가 도출되었다. 사회경제적 변수로는 나이(*age*)가 유의하

게 도출되었다. 결과적으로 청라동의 경우 악취 저감, 초미세먼지 저감, 수질 개선에 대한 지불의사액이 양(+)의 값이 도출될 가능성이 있다. 또한 나이(*age*)가 적은 사람일수록 긍정적인 답변을 확률이 높은 것으로 나타났다.

〈표 7〉 추정 결과(동(읍)별 추정결과)

변수	오류동	양촌읍	검안동	왕길동	경서동	청라동
<i>odor</i> (β_1)	0.26* (0.15)	0.72*** (0.25)	0.08 (0.22)	-0.05 (0.25)	-0.15 (0.17)	0.48** (0.20)
<i>dust</i> (β_2)	-0.02 (0.25)	-0.07 (0.34)	-0.04 (0.43)	-0.64 (0.41)	0.05 (0.24)	0.50** (0.23)
<i>noise</i> (β_3)	-0.47 (0.26)	0.13 (0.33)	0.003 (0.34)	0.62* (0.35)	-0.06 (0.23)	-0.52 (0.14)
<i>water</i> (β_4)	-0.31 (0.28)	-0.48 (0.35)	-0.28 (0.43)	-0.01 (0.38)	0.85*** (0.25)	0.45** (0.23)
<i>tax</i> (β_5)	-0.0001** (0.00005)	-0.0007*** (0.0001)	-0.0003*** (0.0001)	-0.00016** (0.0001)	-0.0003*** (0.001)	-0.0004*** (0.0001)
<i>education</i> (β_6)	-2.43 (0.17)	-0.41 (0.24)	0.35** (0.19)	0.16 (0.23)	0.43*** (0.14)	-0.14 (0.11)
<i>income</i> (β_7)	0.12 (0.21)	1.16** (0.46)	-0.19 (0.20)	1.13*** (0.29)	-0.004 (0.19)	0.04 (0.13)
<i>age</i> (β_8)	-0.33* (0.14)	0.13 (0.20)	0.19 (0.26)	0.06 (0.23)	0.48*** (0.18)	-0.18*** (0.14)
상수(β_0)	1.79 (1.44)	-3.16 (2.23)	0.82 (1.95)	-6.21 (2.29)	-3.33 (1.49)	1.76 (0.13)
관측지 개수	504	624	537	600	744	744
로그-우도값	-159.47	-110.90	-114.62	-118.01	-201.44	-224.06
Wald-통계량	18.13	58.02	58.02	28.36	52.89	49.05
(p-value)	(0.0786)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0028)	(0.0000)	(0.0000)

주: ***는 1%의 신뢰 수준에서 유의, **는 5%의 신뢰 수준에서 유의, *는 1%의 신뢰 수준에서 유의함을 나타냄.

3. 속성별 한계지불의사액(MWTP) 추정

1) 전체 데이터의 한계지불의사액(MWTP) 추정

한계지불의사액(MWTP, marginal willingness-to-pay)은 개별 속성별 해당 수준을 한

단위 추가로 개선하는 것에 대해 가구의 매년 지불의사액을 의미한다. 수도권매립지 환경개선사업에 대한 개별 속성별 한계지불의사액은 <표 8>에 제시되어 있다. 또한 각 한계지불의사액의 95% 신뢰구간¹³⁾도 함께 제시되어 있다. 악취 저감에 대한 지불의사액은 가구별 연간 816.89원을 지불할 용의가 있는 것으로 나타났고, 수질 개선에 대해서는 가구별 연간 653.18원을 지불할 용의가 있는 것으로 나타났다.¹⁴⁾ 그 외 초미세먼지 저감이나 소음 저감에 대한 편익은 0에 가까운 것으로 판단된다. 종합적으로 수도권매립지 환경개선사업에 대한 연간 수도권매립지 주변 주민 한 가구당 한계지불의사액 (Marginal WTP)은 1,470.1원으로 추정되었다.

<표 8> 속성별 MWTP(전체)

구분	한계지불의사액(단위: 원)	95% 신뢰구간
악취 저감	816.89	[376.98 1256.80]
초미세먼지 저감	0	-
소음 저감	0	-
수질 개선	653.18	[-250.04 1556.40]
합계	1,470.07	

2) 동(읍)별 MWTP 추정

아래 <표 9>는 동(읍)별 MWTP 추정치를 나타낸다. 전반적인 지불의사액의 관점에서 청라동이 가장 높은 것으로 나타났으며, 경서동, 왕길동, 양촌읍 검암동 순으로 나타났다.

[악취 저감]에 대해서는 지불의사액이 오류동이 가장 높은 것으로 나타났고, 청라동, 양촌읍이 그다음으로 나타났다. 악취 저감에 대한 지불의사액의 결과로부터 중요한 시사점을 얻을 수 있다. 오류동, 청라동, 김포 양촌읍에서만 통계적으로 유의한 양(+)의 지불의사액이 도출되었다는 점은 악취문제는 매립이 진행 중인 제3-1 매립장에서 주로 발생한다는 것을 나타낸다. 그동안 주민지원금이 지원되었던 경서동의 경우 악취로 인한

13) 95% 신뢰구간은 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation) 기법을 이용하여 추정한다.

14) 수질 개선에 대한 한계지불의사액의 신뢰구간은 “0”을 포함하고 있어, 양(+)의 지불의사액이 아닐 수도 있다.

문제는 지불의사액을 기준으로 하면 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 경서동은 제2 매립장과 제1 매립장과 인접한 지역이며, 이들 매립장은 매립을 종료하고 제1 매립장은 공원으로 조성되었고, 제2 매립장에서는 매립장 안정화 작업을 진행하고 있다. 따라서 이에 따라 악취에 대한 보상 차원에서 제공되는 주민지원금을 경서동 보다는 오류동, 청라동과 경기 김포시 양촌읍에 더 많이 배분하는 것이 타당하다.

[초미세먼지 저감]의 경우 청라동만 유일하게 지불의사액이 1,419원으로 나타났다. 이를 통해, 수도권 지역의 폐기물 매립으로 인한 대기오염의 피해는 청라동에 집중된다는 것을 의미하며, 악취 피해와 마찬가지로 수도권매립지로부터의 대기오염 피해는 제3-1 매립장에서 주로 발생하고, 청라동에 주된 영향을 미친다는 것을 의미한다. 따라서 수도권매립지로부터의 대기오염 피해 보상 차원에서 제공되는 주민지원금을 다른 지역보다 청라동에 더 많이 배분되어야 한다고 판단된다.

[소음 저감] 편익의 경우 왕길동에서만 3,894원으로 나타났다. 이는 수송도로와 상대적으로 거리가 가까운 왕길동에서 높은 지불의사액이 도출된 것은 타당한 결과이다. 이는 소음 발생에 대한 보상 차원에서 지원되는 주민지원금은 다른 지역보다 왕길동에 주로 배분되어야 한다.

[수질 개선]에 대해서는 경서동이 가장 높은 지불의사액이 도출되었고, 청라동이 그 다음으로 나타났다. 경서동의 경우, 경인아라뱃길과 가까운 거리에 있어 수질 개선에 대한 지불의사액이 높은 것으로 판단되고, 청라동의 경우 경인아라뱃길뿐만 아니라 서해를 가까이 두고 있어 수질 개선에 대한 지불의사액이 존재하는 것으로 판단된다. 이로부터 침출수 발생으로 인한 피해를 보상하기 위한 주민지원금은 경서동과 청라동에 더 많이 배분되어야 할 것이다.

〈표 9〉 속성별 MWTP(동(읍)별)(단위: 원)

구분	오류동	양촌읍	검암동	왕길동	경서동	청라동
악취 저감	2,424	983	0	0	0	1,364
초미세먼지 저감	0	0	0	0	0	1,420
소음 저감	0	0	0	3,895	0	0
수질 개선	0	0	0	0	2,551	1,265
합계	2,424	983	0	3,895	2,551	4,049

4. 편익 추정을 위한 시나리오 구성 및 주민지원금과의 비교

편익 추정을 위해서는 시나리오 구성과 이를 위한 가정이 필요하다. 앞서 구한 한계지불의사액(MWTP)은 한계효과(marginal effect)를 의미한다. 이들 한계효과에 대해서 속성의 수준을 변동시킴으로써 네 가지의 시나리오를 구성하고, 각 시나리오에 대해서 경제적 가치를 계산할 수 있다. <표 10>에서 보는 바와 같이, 우선 속성별 수준에 대해서, 악취는 현재 피해받는 수준을 “현재”로 가정하고, 초미세먼지는 초미세먼지 발령 일수인 20일을 “현재” 수준으로, 소음은 일주일에 3일 정도 피해를 보는 것으로 “현재” 수준으로 가정하고, 수질은 침출수로 인한 수질의 상황이 ‘나쁨’으로 “현재”를 가정하였다.

우선 첫 번째 시나리오는 현재 상황(수도권매립지 주변의 피해 상황이 변화하지 않는 상황)에서 악취는 ‘10% 감소’하고, 초미세먼지 주의보 발령 일수는 ‘1일 감소’하며, 소음은 ‘1일 감소’하고, 수질은 ‘조금 나쁨’으로 개선되는 상황이다.

두 번째 시나리오는 현재 상황에서 악취는 ‘20% 감소’하고, 초미세먼지 주의보 발령 일수가 ‘2일 감소’하며, 소음은 ‘2일 감소’하고, 수질은 ‘보통 수준’으로 개선되는 상황이다.

세 번째 시나리오는 현재 상황에서 악취는 ‘30% 감소’하고, 초미세먼지 주의보 발령 일수는 ‘2일 감소’하며, 소음은 ‘2일 감소’하고, 수질은 ‘보통 수준’으로 개선되는 상황이다.

네 번째 시나리오는 현재 상황에서 ‘악취는 100% 감소’하고, 초미세먼지 주의보 발령 일수는 국내 다른 지자체와 같은 정도(연평균 14일 정도)로 감소하며, 소음은 한 번도 발생하지 않으며, 수질은 ‘ 좋음’으로 개선되는 상황이다.

<표 10> 속성 수준 변화에 따른 시나리오 구성

	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4
악취 피해	현재→10% 감소	현재→20% 감소	현재→30% 감소	현재→100% 감소
초미세먼지 발령일수	현재(20일)→1일 감소(19일)	현재(20일)→2일 감소(18일)	좌동	현재(20일)→4일 감소(16일)
소음 피해	현재(일주일에 3일)→1일 감소(일주일에 2일)	현재→2일 감소(일주일에 1일)	좌동	현재→3일 감소(소음 발생 없음)
수질 피해	현재(나쁨)→조금 나쁨	현재(나쁨)→보통	좌동	현재(나쁨)→ 좋음

수도권매립지 환경개선사업에 따른 시나리오별 각 속성의 수준 변화에 따른 가구당 매년 지불의사액을 구해보면 아래 <표 11>과 같이 계산된다. 다른 시나리오와 비교하여 시나리오 4는 수도권매립지로 인한 직접적인 환경피해를 거의 완벽하게 제거하는 경우를 가정하는 것이다. 시나리오별 수도권매립지 환경개선사업으로 인한 주변 가구의 매년 경제적 가치는 시나리오 1의 경우 11,589원이며, 시나리오 2의 경우 23,168원, 시나리오 3의 경우 42,359원, 시나리오 4의 경우 134,956원으로 계산된다.

<표 11> 속성 수준 변화에 따른 가구별 매년 지불의사액(단위: 원)

구분	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4
오류동	12,120	24,240	36,360	121,200
김포시 양촌읍	4,915	9,830	14,745	49,155
검암동	0	0	0	0
왕길동	19,475	38,950	77,895	228,695
경서동	12,755	25,505	51,010	153,040
청라동	20,240	40,480	74,145	257,645
평균	11,589	23,168	42,359	134,956

이러한 수도권매립지 환경개선 사업의 수준에 대한 시나리오분석에서 도출된 가구당 매년 한계지불의사액에 동(읍)별 가구 수를¹⁵⁾ 곱하면 수도권매립지 환경개선 사업으로 인한 연간 총 사회적 편익을 <표 12>와 같이 계산할 수 있다. 시나리오 1의 경우 1,307백만 원, 시나리오 2의 경우 2,616백만 원, 시나리오 3의 경우 4,894백만 원 그리고 시나리오 4의 경우에는 16,149백만 원의 총 사회적 편익이 도출되었다. 이러한 총 사회적 편익

15) 2020년 10월 말 기준 인천 서구와 김포시 양촌읍의 가구 수는 아래 표와 같다.

구분	인구수	가구수
오류동	4,331	1,691
김포시 양촌읍	27,742	13,568
검암동	36,205	15,300
왕길동	20,563	8,029
경서동	9,716	4,106
청라동	110,593	39,746
합계	209,150	82,440

은 수도권매립지 환경개선사업이 시행되지 않을 때(현재 상황) 발생하게 되는 사회적 비용(피해 비용)으로 해석할 수 있다.

<표 12> 수도권매립지 환경개선사업으로 인한 총 사회적 편익(단위: 백만 원)

구분	시나리오1	시나리오2	시나리오3	시나리오4
합계	1,307	2,616	4,894	16,149

2019년 기준 수도권매립지 주변 지역에 대한 주민지원금 총액은 13,900백만 원 정도로 이 규모는 시나리오 3보다는 큰 규모이지만, 시나리오 4에 비해서는 적은 수준이다. 만일 수도권매립지 주변 주민에 대해 주민지원금을 보상함으로써 그들이 느끼는 피해 정도가 수도권매립지 이외의 타지역 주민의 악취, 초미세먼지, 소음, 수질 피해 정도(시나리오 4 수준)가 되도록 주민지원금 수준을 결정하였다면 현행 보상 수준은 수도권매립지 주변 주민의 효용을 증가시키기에는 약 22억 원 정도 부족하다고 볼 수 있다. 이는 결국 현행 주민지원금 수준은 수도권매립지에서 발생하는 악취, 초미세먼지, 소음, 수질 등의 직접적인 피해(외부효과)를 완벽하게 내부화하지 못하고 있다는 것을 의미하며, 추가로 수도권매립지 존재로 인한 경관 및 이미지 훼손과 같은 비효용 부분까지 포함한다면 현행 주민지원금 수준은 매우 부족하다는 것을 의미한다.

만일 수도권매립지로 인한 외부효과를 완벽하게 내부화할 수 없는 한계가 있다면, 차선으로는 적어도 수도권매립지 주변 지역별 피해 정도에 비례하게 주민보상금이 배분되어야 할 것이다. 수도권매립지로부터의 환경적인 피해에 상응하도록 지원을 해주는 것은 형평성 측면에서 중요하다.

아래 <표 13>은 동(읍)별 수도권매립지 환경개선사업으로 인한 시나리오 3과 시나리오 4 별로 가구당 한계지불의사액과 현재 가구당 지원액 수준을 비교하고 있다. 다시 한번 언급하지만, 개선사업에 대한 지불의사액은 그러한 사업이 없는 경우(현재) 수도권매립지 운영으로부터 발생하는 가구당 입게 되는 환경피해 비용으로 해석할 수 있다.

〈표 13〉 수도권매립지 피해비용과 주민지원금 비교(단위: 천 원)

구분	오류동	양촌읍	검암동	왕길동	경서동	청라동
가구당 피해비용 (시나리오 3)	36	15	0	78	51	74
가구당 피해비용 (시나리오 4)	121	49	0	228	153	258
가구당 주민지원금 (‘19년)	2,939	190	0	493	575	0

[시나리오 3] 기준, 동(읍)별 피해비용을 기준으로 주민지원금이 배분되어야 한다면, 왕길동에 가장 많은 가구당 주민지원금이 배분되어야 하며, 청라동, 경서동, 오류동, 양촌읍, 검암동 순으로 배분되어야 할 것이다. 그러나 현재 주민지원금 배분은 이러한 피해비용을 기준으로 배분되고 있지 않다는 것을 확인할 수 있다. 왕길동보다는 오류동에 가장 많은 주민지원금이 배분되고 있으며, 청라동에는 주민지원금이 지원되지 않고 있다.

[시나리오 4-완벽한 보상]을 기준으로 하면 청라동에 가장 많은 주민지원금이 배분되어야 하고, 왕길동, 경서동, 오류동, 양촌읍, 검암동 순으로 배분되어야 한다.

이를 개선하기 위해서는 오류동 등에 과도하게 배분된 주민지원금을 다른 지역, 특히 청라동 지역에 재배분함으로써 피해비용에 상응하도록 해야 할 것이다.

VI. 시사점 및 한계

본 논문에서 분석한 바와 같이 현행 주민지원금은 수도권매립지에서 발생하는 직접적인 환경피해(악취, 소음, 대기오염, 수질오염, 토양오염 등의 피해)를 완벽하게 내부화할 정도로 지원되지 않다. 이는 또한 간접적으로 추론할 수 있는 것은 현재 주민지원금 수준은 수도권매립지로부터의 직접적인 환경피해뿐만 아니라 수도권매립지가 거주지 주변에 입지한다는 사실로 인한 이미지 및 경관 훼손과 관련된 불쾌감(비효용) 등에 대해서도 주민지원금을 통해 보상하지 못하고 있다는 것을 파악할 수 있었다.

그뿐만 아니라 본 논문에서는 현행 주민지원금을 주변 지역별로 배분하는 과정에서

도 피해비용에 비례하여 배분하고 있지 못하다는 점을 파악하였다. 수도권매립지 주변 주민에 대한 주민지원금은 수도권매립지 부지의 변화에 맞추어 그동안 몇 차례 변경됐다. 최근에는 매립지 3-1로 매립이 시작되면서, 오류동, 왕길동, 경서동, 김포 양촌읍이 주민지원금 지원 대상 주민으로 설정되었다. 이들 지역은 현재 제3-1 매립지에서 가까운 지역이며, 물리적으로도 제3-1 매립장 운영으로 인한 악취, 소음, 대기오염, 수질오염 등의 피해를 볼 가능성이 큰 지역이다. 2019년 현재 가구별 주민지원금 수준은 오류동이 가장 높고, 경서동, 왕길동, 양촌읍 순으로 나타나지만, 완벽한 피해비용 보상(시나리오 4)을 기준으로 본다면 현재 피해비용은 청라동이 가장 높고, 왕길동, 경서동, 오류동, 양촌읍 순으로 나타나고 있다. 이는 현재의 주민지원금 배분이 피해 규모에 상응하게 지원된다고 보기 어렵다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 다음의 두 가지 추가적인 작업이 필요할 것으로 판단된다. 첫째, 현재 수도권매립지로부터 직접적 환경피해 비용과 비교하여 주민지원금이 과도하게 설정된 오류동에 대해 정밀할 공학적 역학조사를 실시하여 현실적인 악취, 대기오염, 소음, 수질오염 등에 피해를 평가해야 한다. 또한 현재의 주민지원금에서 배제된 청라동에 대해서도 동일한 역학 조사를 통해 수도권매립지로부터 발생하는 환경피해의 규모가 어느 정도인지 분명하게 파악할 필요가 있다.

둘째, 특히 오류동, 청라동에 대한 설문조사를 진행하여 면밀한 사회·경제적 피해에 관한 분석 작업이 반드시 이뤄져야 한다. 본 논문에서는 300가구 정도의 규모의 표본을 통해 사회·경제적 피해를 추정하였다. 따라서 모집단의 모든 속성을 갖는 표본을 추출했다고는 볼 수 없다. 앞으로는 상기 두 지역에 대한 더 많은 수의 표본을 추출하여 사회·경제적 피해에 관한 작업이 필요할 것이다.

수도권매립지 운영에서 발생하는 외부효과를 완전히 내부화하기 위해서는 피해지역 주민에 대한 피해 비용(한계비용)만큼 보상이 이뤄져야 한다. 그러나 현실적인 제약으로 인해 이러한 보상에 한계가 있다면 차선책으로 수도권매립지 운영으로 인한 환경피해에 비례하여 지원될 필요가 있다. 이를 위해서는 우선 면밀한 공학적, 경제학적 피해 규모 분석을 정확히 해야 할 것이며, 이에 따라 현재의 주민지원금 제도를 조정하여 배분해야 할 것이다.

[References]

- 강희찬, “해도닉가격모형을 이용한 수도권매립지 유발 비효용 감소에 대한 지불의사액 추정”, 『자원·환경경제연구』, 2020, 제29권 3호, pp. 335~362.
- 국립환경과학원(2019.11.18.), 인천 사월마을 주민건강영향조사 주민설명회 개최, 보도자료.
- 국토교통부, 『2018년 주거실태조사 결과』, 2019.
- 김광임, “쓰레기 매립자 기피의사 추정: 수도권 매립장의 사례”, 『자원경제학회지』, 제5권 제2호, 1996, pp. 303~315.
- 수도권매립지공사(2020), 『2019 수도권매립공사 통계연감 제18호』.
- 에어코리아 www.airkorea.or.kr
- 인천서구, 동별 주민등록인구 및 세대현황
(<http://www.gimi9.com/dataset/data-incheon-go-kr-3043877>)
- 환경부, 『수도권매립지 환경상 영향조사 결과보고』, 2004.
- 환경부, 『수도권 생활폐기물 반입총량제 이행현황 중간 점검결과』, 2020.
- Blore, I, and F. Nunan, “Living with waste: public valuation of solid waste impacts in Bangkok,” Papers in the Administration of Development No. 57. University of Birmingham, Birmingham, UK: Development Administration Group, 1996.
- Bouvier, R. A., J. M. Halstead, K. S. Conway, and A. B. Manalo, “The Effect of Landfills on Rural Residential Property Values: Some Empirical Analysis,” *Journal of Regional Analysis and Policy*, Vol. 30, No. 2, 2000, pp. 23~37.
- Gaglias, A., S. Mirasgedis, C. Tourkolias and E. Georgopoulou, “Implementing the Contingent Valuation Method for supporting decision making in the waste management sector,” *Waste Management*, Vol. 53, 2016, pp. 237~244.
- Garrod, G and K. Willis, “Estimating lost amenity due to landfill waste disposal,” *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 22, 1998, pp. 83~95.
- Greene, W. H., *Econometric Analysis*, 5th Edition, New York University, Prentice Hall, 2000.
- Karousakis, K., and E. Birol, “Investigating household preference for kerbside recycling services in London: A choice experiment approach,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 8, 2008, pp. 1099~1108.
- Kiel, K. A., “Measuring the Impact of the Discovery and Cleaning of Identified Hazardous

- Waste Sites on House Values,” *Land Economics*, Vol. 71, No. 4, 1995, pp. 428~435.
- Krinsky, I., and A. L. Robb, “On Approximating the Statistical Properties of Elasticities,” *Review of Economic and Statistics*, Vol. 68, 1986, pp. 715~719.
- Kroll, E. B., and B. Vogt, The relevance of irrelevant alternatives, *Economics Letters*, Vol. 115, No. 3, 2012, pp. 435~437.
- McFadden D., *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*, *Frontiers in Econometrics*, New York, Academic Press, 1974.
- Pek, C. K., and O. Jamal, *Solid Waste disposal: A Choice experiment Experience in Malaysia*, Munich Personal RePEc Archive, 2009.
- Preez, M. D., “Determining the negative effect on house values of proximity to a landfill site by means of an application of the hedonic pricing method,” *South African Journal of Economic and management Science*, No. 2, 2009.
- Ready, R. C., “Do Landfills Always depress nearby property values?,” *Rural Development Paper*, No. 27, 2007.
- Sacratees, J., and G. Govindaraj, ‘Estimating Economic Costs of Municipal Solid Waste Management: Using Contingent Valuation Method’, *Urbanization in Asia*, Springer, pp. 179~197.
- Sasao, T., “Analysis of the socioeconomic impact of landfill siting considering regional factors”, *Environmental Economics and Policy Studies*, Vol. 6, No. 2, 2004, pp. 147~175.
- Tarfasa, S., and R. Brouwer, “Public preference for improved urban waste management: a choice experiment,” *Environment and Development Economics*, Vol. 23, 2018, pp. 184~197.