

생태발자국을 통한 협동조합원과 비조합원의 환경행동 비교조사

박숙현

생태발자국을 통한
협동조합원과
비조합원의
환경행동 비교조사

연구책임

박숙현

시민환경연구소 객원 연구위원

연구자문

한순금

이클레이 한국사무소 전문위원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약

생태발자국 활용·협동조합 교류 활성화로 ‘지속가능한 서울’로의 발전 앞당길 필요

생태발자국의 활용과 지속가능성

이 연구의 목적은 생태발자국이라는 표준화된 방식에 근거하여 협동조합원과 비조합원의 환경 행동의 차이가 존재하는지 확인하고, 협동조합이 도시의 지속가능한 발전에 기여할 수 있는 여지를 발굴하는 데 있다. 생태발자국을 연구의 도구로 사용한 이유는 지속가능한 소비를 측정하는 도구로서 소비 분야별로 지수를 산정할 수 있어 특정한 그룹을 대상으로 부문별 분석과 비교가 가능하다는 장점 때문이었다. 생태발자국은 이미 세계적으로 많이 활용되고 있으며, 국내에서도 이클레이 한국과 지방의제, 지속가능발전협의회를 중심으로 표준화된 메커니즘이 개발되어 왔다. 또한 지역의 생산과 소비가 생태용량을 얼마나 초과하는지 판단하기 위한 척도로도 활용되어 왔다. 하지만 지역의 생태용량과 통계 자료를 통한 생태발자국은 개인과 그룹의 생태발자국 측정 연구로 잘 이어지지 않았다.

이 연구는 그룹 간 비교의 도구로서 생태발자국을 활용함으로써 생태발자국의 활용성을 확장한 의미가 있다. 하지만 생태발자국이 가진 장점의 이면에는 생산성을 지나치게 강조한 나머지 생물다양성이나 인간행동 외에 다른 목적을 위한 가치를 잘 반영하지 못하는 한계도 있기 때문에 종합적인 계획을 위해서는 다양성 지수 등도 함께 고려하여야 한다.

서울시는 2012년 7월 ‘협동조합도시, 서울’ 비전을 선언하고 2013년 3월 「서울특별시 협동조합 활성화 지원조례」를 제정하였다. 2022년까지 협동조합을 8,000개까지 확대하고 서울시민이라면 1인 1개 이상의 협동조합에 가입하여 협동조합의 일상화를 주도하겠다는 구상을 폈다. 협동조합은 참여적 거버넌스의 형태로 지역발전의 행동단위가 되기도 하지만 조합원 각자가 행동규범을 통해 사회적 관계망에서 영향력을 행사할 수 있다. 따라서 사회자본으로서 협동조합은 다양한 구성의 네트워크를 통해 구성원 간 혹은 생산자와 소비자 간의 교류를 통해 도시의 지속가능성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

소득에 따른 소비가 아닌 의식제고를 통한 지속가능발전

서울시 통계자료와 전국 소비량을 근거로 서울시민 1인의 평균 생태발자국을 측정하였다. 서울시민의 평균 생태발자국은 3.77gha(글로벌헥타르)로서 Global Footprint Network(GFN)에서 발표한 한국인 평균 생태발자국 4.5gha보다 작지만 세계인의 평균 생태발자국인 2.65gha 보다는 높은 것으로 조사되었다. 한국의 1인당 생태환경용량이 0.7gha이므로 이미 적자의 폭이 3.8gha에 달하여 현재의 소비 패턴을 유지하기 위해서는 6개의 한국이 더 필요한 상황이다. 이 연구에서 한살림북동지부 조합원들과 그 지역의 비조합원 시민들을 대상으로 2015년 8월 생태발자국 설문조사를 수행한 결과, 조합원들의 생태발자국이 평균 3.832gha이며, 비조합원들인 일반시민의 평균 생태발자국은 4.03gha로 나타났다. 이를 통해 비조합원들의 생태발자국이 조합원보다 높을 뿐만 아니라 소득에 비례해서 뚜렷이 상승함을 알 수 있었다. 하지만 조합원들은 소득 증가에도 불구하고 생태발자국의 패턴에 뚜렷한 증가를 보이지 않았다. 이러한 연구 결과는 협동조합 활동이 조합원들의 지속가능한 소비에 도움이 될 것이라는 추정을 가능하게 해준다.

생활협동조합은 매장을 통해서만이 아니라 조합원을 대상으로 마을 모임이나 소모임, 교육 강좌 등의 활동을 만들어가고 있다. 협동조합 자체 조사에 따르면, 하나 이상의 모임이나 강좌 등 행사에 참여한 조합원이 32.4%로서 협동조합의 이념과 활동을 통해 조합원의 환경행동이 강화될 수 있는 기회를 가질 수 있다. 기후변화에 대비한 지속가능한 발전의 도시인 서울시가 협동조합 등 사회적 경제 활성화 정책을 지속적으로 지원하고, 지속가능한 발전 지표에 생태발자국을 활용하는 방안을 강구해볼 필요가 있다. 개인의 지속가능한 소비로의 변화를 위해 협동조합들 역시 다양한 지속가능 교육 프로그램을 활성화한다면 좀 더 친환경적인 행동양식의 전환이 가능할 것으로 판단된다. 이 과정에서 지역사회의 네트워킹을 이용해 협동조합이 타 협동조합과의 교류를 활성화한다면 조합원 외부의 사회와 연결망을 확장시켜서 지속가능한 사회로의 발전을 조금 더 앞당길 수 있을 것으로 감히 제언해본다.

목차

01 연구의 개요	2
1_연구배경 및 연구목적	2
2_연구범위 및 연구방법	6
02 생태발자국	12
1_생태발자국이란	12
2_생태발자국 산정방법	19
3_한국인 생태발자국	26
03 서울시민 생태발자국	30
1_서울시 생태발자국	30
2_개인 생태발자국 측정사례와 설문지 구성	41
04 생태발자국 조사결과	50
1_조합원과 비조합원의 생태발자국 조사결과	50
2_결과분석 및 시사점	62
05 결론 및 정책제언	72
1_결론	72
2_정책제언	74
참고문헌	77
부록	80

표

[표 2-1] 국가별 생산성 인자(YF)의 예(2007)	21
[표 2-2] 한국의 토지형태별 생산성 인자	21
[표 2-3] 주요 등가인자(EQF)	22
[표 2-4] 생태발자국 산정 데이터 출처	25
[표 2-5] 한국인 1인당 생태용량과 생태발자국	26
[표 3-1] 서울시민 생태발자국(1987, 1997)	30
[표 3-2] 서울시민 생태발자국(2006, 2011)	31
[표 3-3] 서울시민 생태적자 규모(2006, 2011)	31
[표 3-4] 서울시민 1인당 음식부문 생태발자국	33
[표 3-5] 서울시민 1인당 건조환경 생태발자국	34
[표 3-6] 서울시민 1인당 산림부문 생태발자국	35
[표 3-7] 에너지원별 발열량과 탄소배출계수	37
[표 3-8] 서울시민 1인당 에너지 생태발자국	38
[표 3-9] 서울시민 1인 총 생태발자국	39
[표 3-10] 서울시민 생태발자국 비교표(2006~2013)	40
[표 3-11] 육류 및 생선의 소비량	42
[표 3-12] 개인 설문지 작성을 위한 방법	43
[표 3-13] 개인 생태발자국 퀴즈	44
[표 3-14] 수송부문 이산화탄소 배출계수	46
[표 4-1] 응답자 특성	50

[표 4-2] 응답자 가구 월 소득분포	51
[표 4-3] 교통부문 생태발자국	61
[표 4-4] 총 생태발자국	62
[표 4-5] 월 소득구간별 생태발자국	69

그림

[그림 1-1] 지역별 협동조합 설립현황	4
[그림 1-2] 연구흐름도	8
[그림 2-1] 세계 1인당 생태발자국과 생태용량 변화	13
[그림 2-2] 생태용량	16
[그림 2-3] 한국인 1인당 생태환경용량	27
[그림 2-4] 한국인 1인당 생태발자국	27
[그림 3-1] 에너지 부문 생태발자국의 구성	38
[그림 3-2] 서울시민 생태발자국	40
[그림 3-3] 생태발자국 설문조사 활동	48
[그림 4-1] 조합 가입기간	50
[그림 4-2] 응답자 연령 분포도	51
[그림 4-3] 응답자 월 소득분포	51
[그림 4-4] 곡물과 육류 소비량 변화	52
[그림 4-5] Bennett's Law	53
[그림 4-6] 육식 섭취 빈도	54
[그림 4-7] 가구당 가구원 수	55
[그림 4-8] 주택 형태	55
[그림 4-9] 거주 주택의 규모	56
[그림 4-10] 전기 사용량	57
[그림 4-11] 도시가스 사용량	57

[그림 4-12] 수돗물 사용량	58
[그림 4-13] 일일 대중교통 이용량	59
[그림 4-14] 연간 자동차 이용량	60
[그림 4-15] 연간 비행기 이동거리	60
[그림 4-16] 주간 일반쓰레기 양	61
[그림 4-17] 조합원(좌)과 비조합원(우)의 생태발자국	62
[그림 4-18] 월 소득 150만 원 미만 집단 간 비교	64
[그림 4-19] 월 소득 150~250만 원 집단 간 비교	65
[그림 4-20] 월 소득 250~350만 원 집단 간 비교	65
[그림 4-21] 월 소득 350~450만 원 집단 간 비교	66
[그림 4-22] 월 소득 450~550만 원 집단 간 비교	66
[그림 4-23] 월 소득 550~650만 원 집단 간 비교	67
[그림 4-24] 월 소득 650~750만 원 집단 간 비교	68
[그림 4-25] 월 소득 750만 원 이상 집단 간 비교	68
[그림 4-26] 소득에 따른 생태발자국 경향(조합원)	70
[그림 4-27] 소득에 따른 생태발자국 경향(비조합원)	70

01

연구의 개요

1_연구배경 및 연구목적

2_연구범위 및 연구방법

01 | 연구의 개요

1_연구배경 및 연구목적

1) 지속가능한 생활 패턴으로의 전환

1992년 리우회의의 결과물로서 국가 및 지방자치단체는 앞다투어 <의제 21>을 도입하고 지속가능한 삶의 양식을 발표하였다. 하지만 자본주의 경제발전의 특성상 개인 및 공공 소비는 지속적으로 증가하였고, 기업과 국가의 지속가능한 생산 양식의 도입도 좀처럼 탄력을 받지 못하였다. 이에 따라, 지난 2012년에 개최된 <리우+20 정상회의>에서는 우리 사회가 그동안 개념만 앞세우고 실질적인 변화를 이행하지 못한 것에 반성하고, 좀 더 실천적인 이행계획을 수립하도록 촉구하였다. 이를 뒷받침하는 배경에는 유엔환경계획(UNEP)의 지구환경변화에 대한 보고서¹⁾가 있었다. 이 보고서는 2002년 리우회의에서 결의한 내용이 있음에도 지구환경이 지속가능한 양식으로 크게 진전되지 못했음을 지적하였다. 그 예로 인구는 1992년 55억 명에서 70억 명으로 26%나 증가하였고, 천연자원의 발굴과 이용이 20년 새에 41%나 증가하였다. 기후 변화로 해수면이 매년 2.5mm 상승하였고, 기후변화 및 개발로 서식지가 파괴되어 생물다양성은 30%나 감소하였다.

2002년 요하네스버그에서 개최된 개발과 환경 정상회의에서 채택된 요하네스버그 실행계획(Johannesburg Plan of Implementation)은 모든 생산자와 소비자(이해당사자)가 “지구의 한계 용량 내에서 사회 경제 발전을 이룰 수 있는 지속가능한 소비와 생산 방식으로의 전환을 촉진하는 10개년 계획(10YF SCP)을 각 지역과 국가별로 마련할 것”을 제안하였으나 최종 채택되지 못하였다. 자원 추출과 생산과정에서 효율화와 폐기물의 양과 오염을 줄이는 방식으로 경제성장이 반드시 환경파괴를 가져온다는 기존의 생각을 바꿀 수 있음을 역설하였으나 개발도상국과 선진국 간의 이견이 존재하였다. 하지만 선진국을 중심으로 이러한 계획은 계속 추진이 되었고, 2012년 리우+20 정상회의에서 참가국들은 지속가능한 소비와 생산 패턴 10개년 계획을 마련할 것을 마침내 결의하였다.

¹ UNEP(2011), Keeping Track of Our Changing Environment: From Rio to Rio+20(1992~2012)

<지속가능소비와 생산 10개년 계획(10 YFP: 10-Year-Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production)>은 주체별(기업, 소비자, 교육기관, 정부)로 혹은 주제별로 구분된다. 기업은 사회-환경적 책임과 이에 관한 보고서 발간, 교육기관은 지속가능발전교육, 농민들은 지속가능한 농업, 정부는 공공기관 녹색구매 및 녹색소비 정책, 생태관광의 활성화 등의 분야에서 지속가능한 소비와 생산으로의 전환이 이루어지도록 구성된다. 우리나라 역시 10개년 계획을 수립하여 정부는 한국환경기술진흥원을 중심으로 지속가능한 소비와 생산 계획을 마련하고 정책화하고 있다. 기업은 대기업을 중심으로 사회적 책임으로서 지속가능보고서²⁾를 발행하고, 교육기관은 지속가능발전교육³⁾을 실시하고 있다.

2) 협동조합과 지속가능발전

국제노동기구(ILO)와 국제협동조합연맹(ICA)이 2014년에 발행한 보고서 “협동조합과 지속가능발전목표: 포스트 2015 논의에 제출하는 의견(Cooperatives and the Sustainable Development Goals: A Contribution to the Post-2015 Development Debate. A Policy Brief)⁴⁾”은 협동조합이 이미 지속가능발전의 모든 영역에서 활동 중이며, 빈곤 문제와 성평등, 친환경적 생산과 소비, 고용 등에서 지속가능발전 목표를 실천하고 있다고 주장하였다. 그 이유는 첫째, 가치에 기반하고 원칙이 추동하는 조직으로서 협동조합 사업체는 민주적이고 참여적인 사업유형이다. 협동조합의 원칙상 자발적이고 개방적인 조합원 제도, 조합원의 민주적 의사결정, 협동조합 간 협동, 커뮤니티 관여 측면에서 그러하다. 둘째, 조합원들의 경제적 기회를 파악하고 빈곤한 생산자들의 금융자본 접근을 활성화하고 적정가격 정책을 편다. 물론 일자리 창출에도 기여한다. 셋째, 협동조합은 여성의 지역 경제 및 사회 참여기회를 확대하여 성평등에 기여한다. 일본의 경우 여성 조합원이 95%이

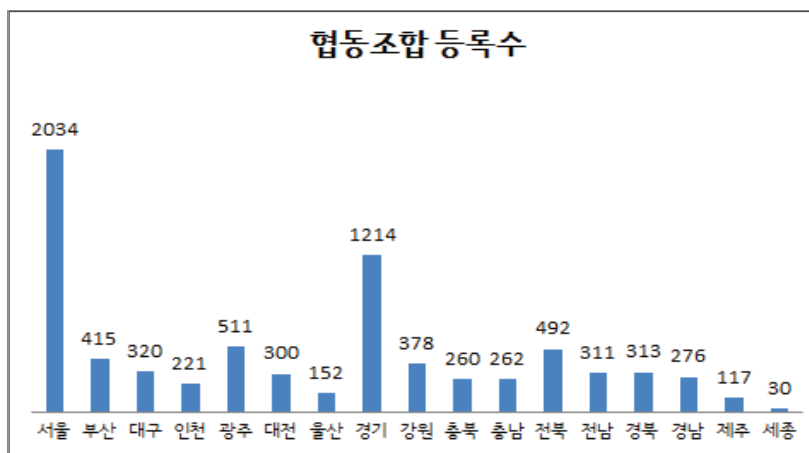
²⁾ 주요 내용은 생산에서 생애주기 활용, 폐기물 감소, 에너지 효율화 등을 포함하며, ISO 14000 기준과 14001 인증서 등의 환경관리 내용이 포함됨. 기금을 마련하여 국제협력 혹은 국내에 환경캠페인이나 사업을 실시한 내용도 포함되어 있음.

³⁾ 지속가능발전교육(ESD)은 인간사회와 문화, 경제 시스템이 자연과 맺은 상호관련성을 이해하고 지속가능발전에 적극 참여할 수 있는 인재를 양성하는 교육임(남경희, 2011).

⁴⁾ “협동조합과 지속가능발전: 포스트 2015 논의에 대한 기여”라는 이름으로 아이쿱 해외협동조합연구동향(2014-11)에서 번역되어 발간됨.

다. 넷째, 협동조합은 소농 생산자들에게 정보 제공, 투입요소 구매를 위한 대출, 농촌지역의 인프라 부족 해결을 위한 도움을 제공하여 안전한 식량생산과 지속가능한 농업에 기여한다. 다섯째, 재생가능에너지 분야의 협동조합이 활발하게 설립되어 전력생산화 효율화에 기여한다. 끝으로 지속가능한 자연자원 관리에도 많은 협동조합이 참여하여 자연자원의 고갈을 막고, 녹색 경제활동의 다각화를 통해 지역주민이 환경변화에 대한 해결책을 찾도록 노력한다.

국내 협동조합 설립현황을 살펴보면, 2012년 12월부터 2015년 현재까지 설립된 협동조합은 7,982개로 일반협동조합이 7,606개, 사회적 협동조합이 331개, 일반협동조합연합회가 41개, 사회적협동조합연합회가 4개이다.⁵ 등록된 협동조합이 2,034개로 협동조합이 가장 많이 설립된 지역은 서울시이다. 생활협동조합뿐만 아니라 신재생에너지(햇빛발전), 교육과 문화, 제조업 등 다양한 협동조합이 설립되고 있다. 아래 그래프는 중앙정부에 등록된 331개의 사회적 협동조합과 연합회를 제외한 지역별 협동조합 설립현황이다.



[그림 1-1] 지역별 협동조합 설립현황

⁵ 「협동조합기본법」이 제정된 이후의 통계로, 출처는 사회적기업진흥원 누리집의 2015년 9월 말 통계자료임.
(http://www.socialenterprise.or.kr/cooperative/coop_present.do)

정부는 2012년 1월 「협동조합기본법」을 제정하고 12월 1일 시행에 들어갔다. 서울시는 2012년 7월 ‘협동조합도시 서울’ 비전을 선포하였고, 2013년 3월 「서울특별시 협동조합 활성화 지원조례」를 제정하였다. 앞으로 10년 동안 협동조합을 8,000개까지 확대하고 서울 시민이라면 누구나 1개 이상의 협동조합에 가입하여 협동조합의 일상화를 주도하겠다는 야심찬 구상에 따라 서울시는 협동조합에 대한 지원을 아끼지 않고 있다. 물론 협동조합의 기본이념(자주, 자립, 자치)을 존중해 간접지원의 원칙을 고수하고 있다. 따라서 협동조합의 가치를 홍보하는 홍보체계, 상담센터를 통한 상담과 교육, 협동조합의 지속성을 담보하는 제도적 장치를 마련하기 위한 지원이 주된 내용이다. 이러한 지원체계 속에서 서울시가 내세우고 있는 또 다른 비전인 ‘지속가능 도시의 실현’⁶이라는 목표가 서로 어우러질 수 있을까?

이 연구는 이러한 배경하에 현재 확산 중인 협동조합 운동을 통해 지속가능한 도시로의 전환이 가능하지 않을까라는 질문에서 출발하였다. 협동조합을 개별단위조직으로서 이해하는 연구도 가능하지만, 협동조합원으로서 1인의 시민이 갖는 의미에 더 무게를 두기로 하였다. 그 이유는 마을공동체, 풀뿌리 자치조직, 대안공동체 등 결사체로서의 협동조합은 참여적 거버넌스의 형태로 지역발전의 행동단위가 되지만,⁷ 개인행동 양식으로서의 협동조합은 그동안 크게 조명받지 못했기 때문이다. 또한 조합원 각자가 생산 부분을 맡고, 균등한 이익을 배당받는 대안적 기업(혹은 사회적 기업) 모델로서가 아닌 사회 관계망 내에서 개인의 행동에 영향을 주는 단위로서 새로운 의미를 부여할 수 있을 것이라는 판단도 작용하였다. 사회자본으로서 협동조합은 조직 구성원간 혹은 생산자와 소비자 간 등 다양한 구성에서 네트워크를 이루며 서로에게 영향을 주고받기 때문이다.⁸ 협동조합이 도

⁶ 서울시는 지난 이클레이 세계총회(2015. 4), 서울의 날 세션에서 ‘서울시 지속가능발전 기본계획’을 발표하고 그 과제로서 온실가스 배출량 감축, 에너지 소비/생산 효율 증대, 폐기물 배출 감축 및 재활용 확대, 물순환 정책 등을 발표함.

⁷ 정규호(2008), 풀뿌리 사회경제 거버넌스의 의미와 역할 - 원주 지역 협동조합운동을 사례로, 시민사회와 NGO 6권 1호 pp.113~148.

⁸ Putnam(1995), “Bowling Alone: America’s Declining Social Capital”, Journal of Democracy, Vol.6, pp.65~78.

시의 지속가능성에 기여하는 바를 생태발자국이라는 평가 틀을 이용하여 개인에게 미치는 영향을 평가해보고자 하였다.

2) 연구목적

이 연구의 주요 목적은 생태발자국 계산방법을 통해 협동조합원과 일반시민(비조합원)의 소비생활을 비교함으로써 서울시의 협동조합 지원정책과 지속가능한 도시 정책의 상생 기회를 발굴하는 데 있다. 생태발자국을 측정하여 일반시민과 협동조합원의 소비 패턴에 차이가 있다면 어떤 차이가 발생하였는지 살펴보고, 이러한 분석을 바탕으로 협동조합의 조합원 교육과 소모임 자료로 활용하고자 하는 데에 두 번째 목적을 두었다. 생태발자국 분석은 개인의 의식과 행태를 변화시킬 수 있는 실천적 의미도 포함하므로(한순금 외, 2011) 개인 및 조합단위의 교육 활용도가 높을 것으로 판단하였다.

앞으로의 연구를 위해 이 연구가 작은 씨앗의 역할을 하길 바라는 점도 있었다. 서울시가 지속가능 소비와 생산 계획을 수립하는 데에도 활용할 수 있을 것이며, 협동조합의 지원 정책에 연구 결과를 활용할 수 있을 것이라는 판단에서였다. 서울시에 등록된 다양한 형태의 협동조합 혹은 공유경제 단체를 대상으로 지속가능발전과의 어떤 연계성을 가질 수 있는지, 집단적 연구단위로서의 협동조합 연구도 가능할 것으로 내다보며, 이러한 연구가 지속가능발전 계획의 단위로 활용되면 바람직할 것이라 여겨졌다.

2. 연구범위 및 연구방법

1) 연구범위와 연구흐름

이 연구는 서울시의 통계에 근거한 1인당 평균 생태발자국 계산, 개인 생태발자국의 계산법을 활용한 조합원과 비조합원의 생태발자국 조사에 한정하였다.

① 생태발자국의 개념

Putnam(2003), Better Together: Restoring the American Community, New York: Simon and Schuster.

생태발자국 계산법을 적용하기 위해 먼저 생태발자국의 이론적 배경을 소개하고, 이에 대한 장단점을 소개하면서 긍정적인 요소와 함께 학계에서 가지는 우려의 목소리를 함께 소개하였다. 타 측정방법에 비해 어떤 긍정적인 요소가 있는지 탄소발자국, 물발자국 및 에코 마일리지 등 다양한 형태의 지속가능한 소비에 대한 측정도구를 함께 소개하여 비교하고자 한다.

② 사례연구

이론적 배경 다음으로는 생태발자국을 활용한 사례를 선행연구를 통해 소개한다. 해외 사례와 국내 사례를 소개하고, 특히 지방자치단체의 활용 예를 살펴본다. 현재 지구 용량과 국가별 생태발자국, 한국의 생태발자국 및 지방자치단체의 생태발자국에 대한 연구 중 일부를 포함하여 현재 생태발자국 산정의 변화 요인에 주의하면서 활용성을 살펴본다.

③ 생태발자국 측정을 통한 생태적자 분석: 서울시

이론과 사례를 바탕으로 서울시 생태용량을 계산하고, 부문별 계산 자료를 공개한다. 서울시 생태용량과 소비량을 계산하여 생태적자를 제시한다. 자료로서 서울시민 평균 생태발자국을 계산하여 제시한다.

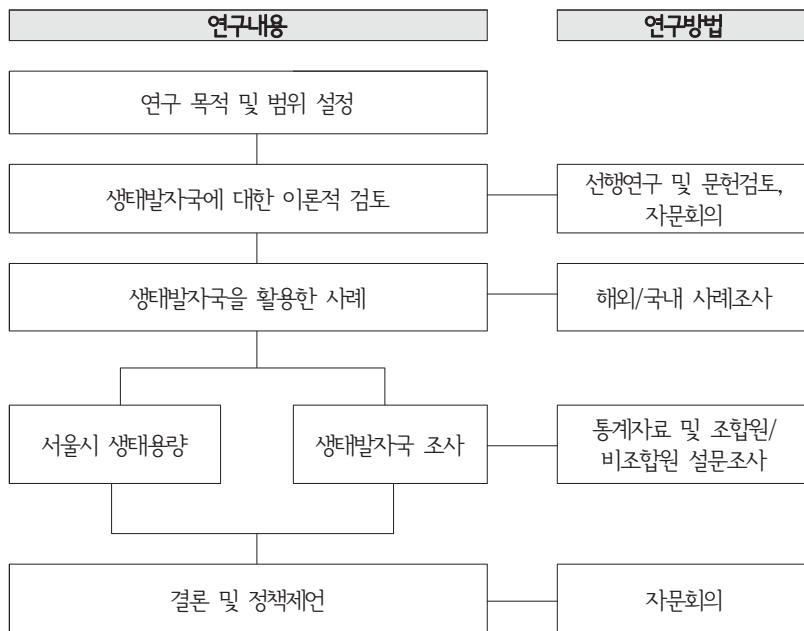
④ 개인 생태발자국 조사 및 분석

기존의 자료를 바탕으로 개인 생태발자국 계산 알고리즘을 제시하고, 이를 바탕으로 설문지를 작성하였다. 초기 계획은 온라인 설문방법을 활용할 예정이었으나, 예산 한계 및 기술적 협조가 용이하지 않아 인쇄물을 이용한 설문조사를 실시하였다.

연구 대상은 서울시민 전체를 대상으로 시행되었더라면 더 좋은 연구가 될 수 있었겠지만, 제한된 시간과 재정 여건 속에서 서울시 가구통계 특성과 유사한 집단을 연구 대상으로 선택하였다. 한살림 생활협동조합 북동부지부 조합원들과 이에 해당하는 구(성동구, 광진구, 중랑구, 동대문구, 성북구)의 시민을 대상으로 설문을 실시하였다. 이 과정에서 과학적 방법으로 랜덤 샘플링(Random Sampling)을 했어야 마땅하지만 기존의 네트워크를 통해 조사가 용이한 대상을 선정하였고, 이에 대한 왜곡현상이 발생할 수 있음을 밝힌다.

⑤ 결론 및 제언

끝으로, 설문결과를 바탕으로 집단간 행동패턴에 대한 결론을 내리고, 서울시와 협동조합에 대한 정책적 시사점을 제시하고자 한다.



[그림 1-2] 연구흐름도

2) 연구방법

생태발자국 산정에 관한 방법론은 생태발자국의 이론적 검토에서 제시되며, 본 절에서는 [그림 1-2]의 연구 흐름에 관해서만 기술한다. 이 연구의 목적을 위해 문헌자료와 선행연구 조사를 통해 생태발자국의 이론적 배경과 적용사례를 살펴보았다. 이를 위해 서울연구원에서 자문을 구하고, 선행연구를 담당한 연구진을 면접하여 방법론에 관한 조언을 구하였다. 추가로 생태발자국에 대한 투입/산출 이론과 방법론을 개발한 학자들이 설립한 단

체인 지구생태발자국 네트워크(Global Footprint Network: GFN)와 이메일 접촉을 통해 국가자료 및 계산법에 대한 컨설팅을 구하고자 하였다. 하지만 단체와의 파트너십을 맺고 국가 생태발자국 계좌를 개발하는 데 많은 시간과 비용이 소모됨을 알게 되었다. 국내에서 유일하게 GFN 단체와 파트너십을 구축한 지속가능발전협의회와 이클레이 한국을 통해서 2011년 국가통계를 활용한 한국의 생태발자국 계산 자료를 제공받을 수 있었다.

계산방법에 대한 연구가 마무리되면 설문조사에 참여할 대상 기관과 협의하여 조사방법을 확정하여 설문조사를 실시하였다. 연구를 기획하면서 서울에 있는 3개의 대규모 생활협동조합을 고려하였다. 두레생활협동조합, 한살림, 아이쿱 협동조합 중 한살림의 연구소인 모심과 살림 연구소를 통해 한살림 북동지부의 협력으로 조합원 설문조사를 실시하기로 하였다.

개인 설문조사를 진행하는 동시에 서울시 생태발자국 계산을 위해 지역통계연보와 국가통계자료를 수집하여 활용하였다. 특히 서울시는 생산보다는 소비 중심의 도시이기 때문에 산출률을 계산하기 어려운 종목이 있어서 이들은 국가 생산량과 면적에 기반한 값을 대신 사용하기로 하였다. 서울시 생태용량을 과거 자료와 비교하여 분석하고, 개인 설문조사에도 이를 반영하였다. 조합원과 비조합원의 개인 생태발자국 결과를 비교하여 행동패턴의 차이점을 결론에서 설명하고, 이를 바탕으로 서울시가 협동조합 교육과 컨설팅을 통해 지속가능한 도시를 계획하는 데 정책 제언을 하고자 한다.

02

생태발자국

- 1_생태발자국이란
- 2_생태발자국 산정방법
- 3_한국인 생태발자국

02 | 생태발자국

1_생태발자국이란

1) 생태발자국의 등장과 활용사례

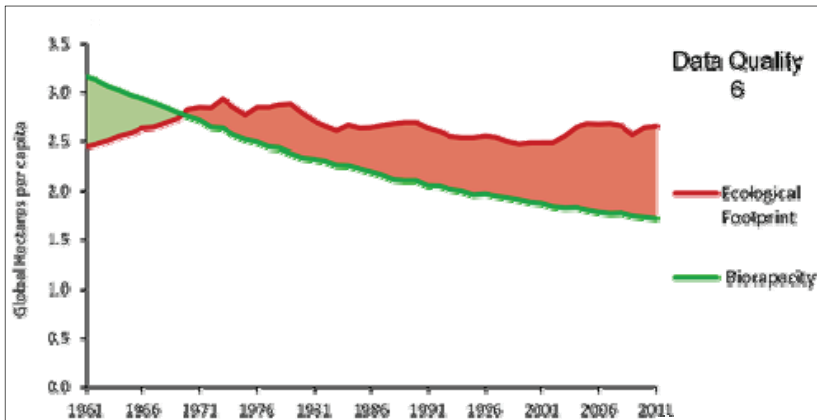
생태발자국(Ecological Footprint)은, 1970년대 매도우(Meadows)와 동료들이 주장하였던 지구적 생태용량에 대한 이론을 바탕으로 과학적 계산식을 사용해 일반인들이 생태용량에 비해 소비하는 양을 알기 쉽게 만든 값이다. 다른 발자국들(탄소발자국, 물발자국 등)이 자연에 대한 인간의 영향을 표현하기 위한 지수로 널리 활용되고 있지만, 생태발자국만큼 지구 용량의 한계를 명확히 제시하고 있는 예를 찾아보기 어렵다. 생태발자국은 인간의 경제활동에 사용되는 자원들을 하나의 평가단위인 글로벌헥타르(gha)로 환산한 값으로 표현된다. 토지 외에 물도 변환인자를 사용하여 생산에 투입된 토지요소로 환산하게 된다.

인간의 삶이 지구라는 육상 영역에 존재하면서 대지를 토대로 번식해 왔다는 점에서, 미래에도 인간이 가진 기본적인 욕구인 의·식·주가 햇빛과 물, 대지의 영양분이 없이는 불가능할 것임을 안다. 지구 생태계는 서로 관계망으로 연결되어 있고, 인간도 이를 벗어날 수 없다. 그러나 지난 100년 이상 세계는 환경오염과 생태파괴로 고통을 겪고 있다. 생태적 요인을 고려하지 못한 경제성장은 많은 환경문제를 낳았고, 도시화와 소비패턴의 변화는 환경의 정화능력을 넘어서서 지속성을 위협하는 상황이 되었다. 이를 개선하기 위해 경제적 도구(세금, 보조금, 규제)가 도입되었으나 부분적인 해결에 그치고 있다. 따라서 생태발자국과 같은 종합적인 지수는 우리가 가진 자원의 한계를 알고 자원 예산에 맞춰 인간 생활을 설계하도록 도움을 주기 때문에 지속가능발전을 위한 유용한 도구가 될 수 있다.

브리티쉬 콜롬비아 대학의 윌리엄 리스(William Rees) 교수는 1992년 적정규모의 생태적 용량을 표현하기 위해 생태발자국이라는 용어를 처음 사용하였고,⁹ 그의 제자인 마티스

⁹ Rees, William E. (1992), "Ecological footprints and appropriate carrying capacity: what urban economics leaves out", Environment and urbanization 4(2): pp.121~130.

웨커나젤(Mathis Wackernagel)과 함께 지수로 개발하였다. 이들은 1996년 『우리의 생태발자국(Our Ecological Footprint)』이라는 책을 발간하면서 현재 서구 선진국들의 생산과 소비활동은 지구의 생태용량 한계를 벗어나 있다고 지적하였다. 1999년 Wackernagel과 동료학자들은 UN 데이터를 토대로 52개국의 환경용량과 초과소비량을 산정하였다. 이들은 지구 생태발자국 네트워크(Global Footprint Network(GFN))를 설립해서 2003년부터 현재까지 지구 및 국가별 생태발자국 지수를 꾸준히 발표하고 있다. 가장 최근에 공개된 생태발자국 보고서(2015)¹⁰는 지구 생태용량이 2011년 통계를 기준으로 1인당 1.72gha로, 2005년 보고서 2.06gha에서 약 16.5%가 줄어들었음을 알 수 있었다. 아래 그림은 1968년경 세계 1인당 생태발자국이 생태용량을 초과하여 적자가 발생하기 시작하였음을 보여준다.



[그림 2-1] 세계 1인당 생태발자국과 생태용량의 변화

가장 활발하게 생태발자국을 활용하는 기관은 세계야생기금(WWF)으로 2000년부터 지금까지 GFN과 함께 Living Planet Report를 발표하고 있다. 이들은 Global Living Pla-

¹⁰ GFN은 Atlas를 발표하는 대신 2015 National Data Package를 배포하고 있어서 공적 활동을 위해 신청 후 무료로 다운받을 수 있음.

net Index¹¹와 함께 생태발자국을 활용하여 생태적자를 제시한다. 즉 지구의 생태용량을 1로 표현할 때 생태발자국이 이를 얼마나 초과하였는지를 보여준다. 이 외에도 국가별 혹은 지역별 생태발자국의 활용사례는 얼마든지 있다. 미국(GFN-Earth Economics)과 캐나다, 일본(WWF), 타이완(Lee & Peng, 2014), 중국, 인도, 유럽연합, 에콰도르, 캘리포니아 주 등이 생태발자국 지수를 활용하였고¹², 도시로는 토론토(Onisto et al., 1998)와 밴쿠버(2010)¹³, 런던의 교통을 비롯한 영국의 주요 지역(WWF UK-CarbonPlan, 2007)과 상파울로, 홍콩 등 많은 활용사례가 있다. 국내에도 생태발자국을 활용한 연구는 서울연구원(이창우·오용선, 1999)의 서울시 환경용량 평가를 필두로 임재호(2001)가 청주시를, 문경주(2004)가 부산광역시의 생태발자국을 분석하였다. ‘지방의제21’은 지역사무소들을 중심으로 수원시, 경기도, 안산시의 생태발자국을 분석한 바 있으며, 이클레이 한국사무소(2013)는 16개 광역지자체의 생태발자국을 조사하여 발표하였다. 김경태 외 4인(2005)는 생태적 발자국 지수로 도시유형을 분류하고 관리하는 정책을 제시한 바 있다. 정성관·이우성(2009)은 대구광역권의 환경용량을 평가하였고, 배민기 외 2인(2011)은 충청북도 환경용량과 생태발자국 지수를 다변량 통계분석하여 시군 유형화를 시도하였다. 최제일 외 2인(2011)은 수도권 광역계획권 환경용량을 평가하고, 수도권 광역계획권 현황들과의 관계를 고찰하여 광역계획에서 환경에 대한 부정적인 영향을 최소화하기 위해서 생태발자국과 같은 지수를 활용할 필요가 있다고 주장하였다.

개인에 대한 생태발자국의 안내서로는 짐 머켈(Jim Merkel)의 「단순하게 살기: 당신의 생태발자국을 줄여라」(2005, 황소자리)¹⁴가 있다. 저자는 Global Living Project를 설립하여 생태적인 삶으로의 전환을 교육하는 일에 생을 바치고 있으며, 그는 이 책을 통해

¹¹ WWF가 발표하는 ‘Living Planet Index’는 척추동물 3,038종에 대한 개체 수 변화를 모니터링하여 인간을 제외한 다른 종들의 수가 해마다 감소하고 있음을 보고함.

¹² Global Footprint Network 출판물 참조(<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/publications/>)

¹³ City of Calgary(2010), 2010 State of the Environment Report 4th Edition, 캘거리 시는 GFN과 함께 개발한 생태발자국 계정을 분야별로 홈페이지에 게시하고 있음(<http://www.calgary.ca/UEP/ESM/Pages/State-of-the-Environment/Land/Ecological-footprint.aspx>).

¹⁴ 원저는 Radical Simplicity: Small Footprints on a Finite Earth(2003)임.

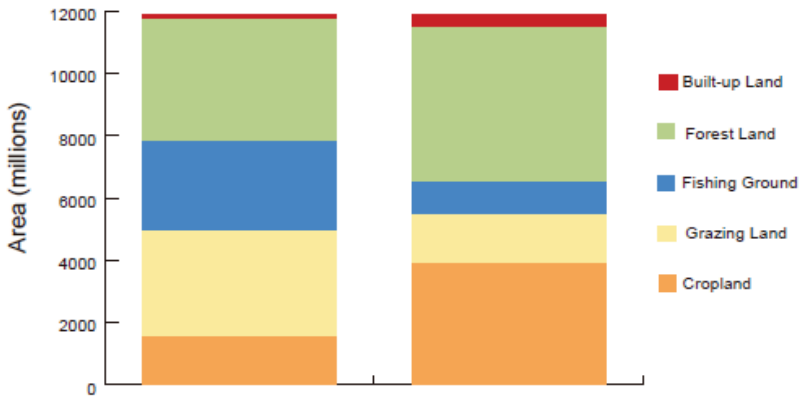
생태발자국을 줄이기 위한 노력과 방법을 상세히 설명하고 있다. 이 연구도 이 책에서 많은 정보와 계산방법을 참고하였다. 국내에서는 녹색연합과 한화환경연구소(2003, 2005), 안산시와 (재)에버그린21(2009)이 개인의 생태발자국 조사를 진행한 바 있다. 녹색연합에 의하면 1인당 생태발자국은 4.05gha(2003)와 3.56gha(2005)로 조사되었다. 안산시의 경우 1인당 생태발자국은 3.61gha로 나타났다. GFN은 개인이 자신의 생태발자국을 계산할 수 있도록 생태발자국 계산기를 웹 사이트에 제공하고 있다. 하지만 국가별 산출량을 바탕으로 개인 생태발자국이 달라지기 때문에 한국인이 이를 활용하려면 국가 생태발자국 계정을 새로 개발하여야 한다고 조언하였다. 생태발자국 계정은 현재의 국내 생산, 무역 자료를 근거로 환경자원 가용성과 용량한계를 평가할 수 있기 때문에 환경관리시스템의 틀로서도 활용이 가능하다(환경부, 2008). 따라서 개인의 생태발자국 조사는 국가의 생태발자국 혹은 지역의 일정한 범위에 근거한다고 볼 수 있다. 서울시민의 생태발자국은 대한민국과 서울시를 바탕으로 먼저 생산량과 면적 등의 통계자료를 사용하여 평균 생태발자국을 구하고, 이를 토대로 개인 생태발자국의 계산식을 수립하여야 한다.

2) 생태발자국 구성항목

생태용량은 생산성을 가진 토지로 구성된다. 산림(Forest land)과 초원(Grazing land), 경작지(Crop land)와 어장(Fishing ground), 건조환경(Built-up land, 건물이 들어서 있는 대지와 포장된 길) 등 5가지로 지목을 구분하여 각각의 환산계수를 적용해 하나의 단위(gha)로 변환된 값을 모두 합산하면 생태용량이 정해진다. 사막과 같은 곳은 야생생물이 살기는 하지만 활용할 수 있는 자원의 양이 극히 적어서 극지와 수심이 깊은 대양처럼 생산성을 아주 낮게 평가하여 분석에는 포함시키지 않는다(안산시 외, 2009: p.9).

생산가능 지역을 구체적으로 표현하면 앞서 소개한 5가지 토지 외에도 탄소흡수지와 야생지를 추가할 수 있는데, 탄소흡수지는 화석연료가 타면서 배출되는 이산화탄소를 흡수하는 면적으로 정할 수 있다. 해양에서 화석연료를 연소한 후 방출되는 물질의 약 25%가 흡수되기 때문에 나머지 75%를 고려한다(안산시 외, 2009: p.11). 야생지는 인간이 생산을 위해 사용하지 않는 미사용 토지이다. 현재 지구 대지의 약 3.5%가 공원이거나 보호구역으로 지정되어 인간의 활동을 제한하는 야생상태로 보호되고 있다.

생태발자국 산정에 필요한 소비부문 요소는 통상 음식부문, 수송부문, 주거부문, 에너지/서비스 부문, 소비재와 폐기물로 구분한다. 우리가 사용하는 소비재(음식 및 일상용품)는 어떤 형태로든 하나 이상의 대지가 생산에 소요되므로 각각의 소비재는 생산을 위한 토지로 환산된다. 예를 들면 치즈를 만들기 위해서는 젖소의 우유가 필요하고, 우유를 생산하기 위해서는 소에게 풀을 먹여야 하고, 풀은 초원에서 자라는 것을 가정하게 된다. 또한 우유를 가공하기 위해서 농장 혹은 공장의 저장고와 온도조절을 위한 열에너지가 투입되는데, 저장고를 만들기 위한 건축자재는 산림에서 생산된 임산물 등이고, 열에너지는 화석연료 등 에너지 분야에서 생산된다. 이러한 환원방식으로 각각의 투입재를 합산하면 치즈 일정량(1톤)을 생산하기 위해 사용된 토지가 계산된다. 폐기물의 경우에는 폐기물의 수집, 운반, 처리에 소요되는 에너지와 매립지의 면적이 계산된다. 이 연구는 투입산출에 관한 방법론 연구가 아니기 때문에 기존의 연구에서 발표된 계산법을 차용하였다.



[그림 2-2] 생태용량(좌: 토지 지목에 따른 일반 ha, 우: gha로 환산된 값)

주: GFN, Global Footprint Atlas 2010, p.13

3) 생태발자국의 한계 및 타 지표

생태발자국이 투입산출분석(Input-Output Analysis)으로 개발되었기 때문에 정밀한 부분에서 단순화와 자료부족의 한계가 발생한다. 다시 말해 가장 큰 한계는 데이터의 불충분 때문에 발생하는 한계이다. 데이터 불충분의 문제는 투입산출분석에 의한 각 소비재의

생태발자국의 표준화에서 발생하거나 실질 산정에서 기초단위별 자료 확보의 어려움으로 나타난다. 이러한 결과로서 생태발자국 지수가 인간의 환경영향력을 과소평가할 수 있다는 점이 지적되었다(Moore et al., 2007). 실제로 이 연구에서도 단위 상(1톤 규모) 영세한 도시 농업지역의 경작지 면적과 생산량이 미반영 되었다. 또한 축산업의 경우 초지로 계산되는 데 전혀 생산량이 없는 도시들은 국가 평균치를 사용할 수밖에 없다. 둘째로 지적되는 한계는 인간이 활용하는 재생가능 자원 생산과 직접적으로 연관되지 않은 다양한 생태계 서비스가 반영되지 못해 지나치게 낙관적일 수 있다는 평가다. 이와 관련된 문제점으로는 인간이 한 가지 작물을 대규모로 재배하는 것과 다양성을 기반으로 생태적 농업을 하는 것을 비교했을 때 자칫 대규모 단일종의 경작이 생산성이 높아서 생태발자국을 줄여주는 효과를 줄 수 있다. 따라서 생물다양성을 반영하는 다른 지표를 함께 제공해야 균형을 맞출 수 있다. 세 번째는 현재의 토지가 지속가능하다는 가정을 전제하고 있기 때문에 미래 예측자료로서의 한계를 가진다. 특히 핵발전과 핵폐기물로 인한 감가요소를 반영하고 있지 못하고, 다이옥신 및 각종 대기 오염물로 인한 상태변동, 생물다양성 감소도 그러한 예이다. 이 외에도 2013년 산업생태저널¹⁵에서 제기된 정책적 한계점은 우리나라와 같은 밀집된 도시의 문제를 예로 든다. 즉 싱가포르나 서울 같은 밀집 도시의 경우 생산은 하지 않고 소비만 하는 부도덕한 집단으로 오인될 수가 있다.

이러한 한계에도 생태발자국이 권장되는 이유는 타 지표들보다 생태발자국이 갖는 장점이 많기 때문일 것이다. 생태발자국은 통합된 지표로 쉽게 활용될 수 있으며, 자원이 어디에서 오는지 일반인이 모르더라도 자신의 소비만으로 발자국을 쉽게 계산할 수 있으며, 지역 내 혹은 지역 간의 생태적자를 비교하여 지역발전의 균형 틀로 활용할 수 있다는 점은 탄소발자국이나 물발자국에 비해 활용도를 높여준다.

① 탄소발자국

탄소발자국은 기후변화와 관련하여 주목받고 있는 지표 중의 하나이다. 이산화탄소 배출량은 이산화탄소로 대변되는 각종 온실가스 배출량을 측정하여 이산화탄소량으로 환산

¹⁵ Van den Berg, J., C.J.M & F.Grazi(2013), Ecological Footprint Policy? Land Use as an Environmental Indicator, Journal of Industrial Ecology, 18(1).

한 값이다. 즉 에너지를 생산하기 위해 화석연료를 연소하거나 폐기물을 소각하는 과정에서 발생하는 온실가스 배출원을 중심으로 이산화탄소 배출량을 계산한다.

$$\text{CO}_2 \text{ 배출량(Ton/yr)} = \text{에너지소비량(TOE/yr)} \times \text{연소별 탄소배출계수(ton C/TOE)} \times \text{연소율} \times (44/12)$$

일반적으로 이산화탄소 배출량은 사용량을 알고 이에 맞는 탄소배출계수를 구하면 계산할 수 있다. 전기 사용량, 온수 및 수도 사용량, 도시가스 혹은 액화가스 등의 사용량을 알면 탄소배출계수를 각각 곱한 뒤 총 합을 구하면 한 가정 혹은 건물에서 발생하는 탄소발자국을 알 수 있다. 생태발자국은 산정방법에서 탄소발자국을 포함하게 구성되어 있으며 전체 생태발자국에서 탄소발자국이 차지하는 비중이 약 54%이다(Kitzes et al. 2007). 물발자국 네트워크에 따르면 인류의 탄소발자국은 1961년 이후 11배 증가하였다.

② 물발자국

물발자국은 단위제품 및 단위 서비스 생산 전 과정에서 사용되는 물의 총량을 표현하는 지수이다. 여기에는 오염을 정화하는 데 필요한 물의 양도 포함된다. 물 부족이 심각해지면서 물의 지속가능하고 공평한 사용을 위한 정책에 활용하기 위해 물발자국을 평가하는 사례가 많아지고 있다. 농산물의 물발자국은 종별로 계산되기도 한다. 예를 들면 사과 1개(300g)를 만드는 데 드는 물발자국은 210 ℓ, 쌀은 2,497 ℓ/kg, 돼지고기는 4,800 ℓ/kg, 쇠고기는 15,415 ℓ/kg 등이다.¹⁶ 물의 이동에 관한 평가도 증가하고 있는데, 농수산물의 수입은 물을 수입한 효과를 나타내기도 한다.

¹⁶ 환경정책평가연구원(2012), 「물발자국 개념의 정책적 도입과 활용방안」 p.7, 물발자국네트워크에서 재인용함.
(www.waterfootprint.org)

2_생태발자국 산정방법

1) 토지 생태발자국 계산방법¹⁷

생태발자국은 앞 절에 소개하였듯이 경제활동에 드는 자원을 하나의 평가단위인 생산 토지면적(gha)로 환산한 값이다. 이를 위해 대부분의 생산품과 폐기물이 추적 가능하다는 전제가 필요하다. 따라서 흐름을 추적할 수 없는 상품이나 서비스는 제외된다. 또한 UN 통계청에서 확보하는 데이터는 100만 이상의 국가에 해당하기 때문에 150개 국가로 한정된다. 이를 바탕으로 지구에서 생산되는 총 생산량은 소비량과 폐기물의 합과 일치해야 한다. 하지만 한 국가나 지역의 경우 국가(지역)에서 생산한 양이 소비량 및 폐기물을 합산한 양과 일치하지 않는다. 이는 무역을 통해 수입과 수출이 발생하기 때문인데, 국가 생태발자국 산정을 위해 무역 부분을 계산한다.

계산식은 다음과 같고, 포함된 각각의 항목을 다음에서 구체적으로 설명하였다(이클레이 한국사무소, 2013: p.19).

$$\text{생태발자국(EF)} = P/Y_n \times YF \times EQF$$

P: 수확한 제품 또는 배출된 폐기물(온실가스)의 양

Y_n : 제품(P)에 대한 국가평균 생산성

YF: 생산성 인자

EQF: 등가인자

① 발자국 토지면적 계산 (P/Y_n)

먼저 지역 혹은 국가의 총계 데이터(지역통계연보)를 이용하여 한 품목에 대한 총 생산량 (혹은 소비량)을 생산면적당 평균 수확량인 산출률로 나누면 생산을 위한 토지면적을 구할 수 있다.

¹⁷ Kitzes et al. 2007, "Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts", Science for Environment & Sustainable Society Vol.4, No.1. 이 논문은 GFN의 연구자들이 제출한 것으로 GFN이 제공하는 국가별 산정 가이드북 (Guidebook to the National Footprint Accounts, 2008)의 방법론을 잘 요약, 정리하였기에 이를 바탕으로 서술함.

밀을 예로 들어보자. 2002년 밀의 생산량이 822,300톤이었고, 밀 경작면적은 216,400ha라고 가정하자. 평균 생산성(산출물)은 3.8톤/ha/yr(생산량/경작면적)이 된다. A라는 국가의 평균 산출물이 3.8톤/ha라고 가정하면, 한 지역의 밀 생산량이 5,000톤일 경우 5,000톤/(3.8톤/ha)= 1,315ha가 생태발자국 전유면적으로 계산된다. 단, 국가생태발자국 계산 시에는 통계상 밀의 경작지 면적을 그대로 써도 무방하다. 산출물이 같은 경작지를 기준으로 계산되었기 때문에 국가평균 산출물을 대입하여 계산해도 통계와 같은 면적이 나올 수밖에 없다. 하지만 생태발자국은 한 품목 혹은 한 국가에 대해서만 산정하는 것이 아니기 때문에 각 품목의 평균산출물을 통한 토지면적을 합산하여 경작지 혹은 초지 등의 토지구성별 생태발자국 면적을 계산하여야 하고, 또한 상대적인 값을 보정하여 표준화하는 등가인자와 생산인자를 모두 반영하여야 한다.

② 생산성 인자 (Yield Factor: YF)

한 국가의 생산성을 세계 평균생산성과 비교하여 상대적 생산성을 나타내는 인자이다. 즉, 국가생산성을 세계생산성으로 나눈다.

$$YF = YF(\text{national})/YF(\text{world})$$

밀의 예로 다시 돌아가 보면, 3.8톤/ha의 생산성을 가진 A 국가의 상대적 생산성은 FAO 통계에 의해 세계 밀 평균 생산성이 2.6톤/ha라고 가정하였을 때 약 1.46배의 생산성 인자를 갖게 된다. 즉 생산성이 상대적으로 높다는 뜻이다. 하지만 모든 경작지가 단일품목만을 생산하는 것이 아니기 때문에 밀의 예는 단순화를 통해 이해를 돕고자 제시하였다. 2007년 독일 경작지는 세계 평균 경작지보다 2.2배의 생산성을 보였다고 한다. 아래의 표는 국가별 상대적 생산성의 예(GFN, 2010)를 제시하였다.

[표 2-1] 국가별 생산성 인자(YF)의 예 (2007년)

국가	토지유형			
	경작지	산림	초지	어장
세계 평균	1.0	1.0	1.0	1.0
독일	2.2	4.1	2.2	3.0
헝가리	1.1	2.6	1.9	0.0
일본	1.3	1.4	2.2	0.8
잠비아	0.2	0.2	1.5	0.0

FAO 통계자료를 바탕으로 GFN에서 계산한 한국의 생산성 인자는 다음과 같다. 생산성 인자는 200여 개의 항목에 대해 모두 계산하여 토지형태별 인자를 구해야 하는데, 이 연구에서는 여러 가지 한계로 GFN이 제공한 다음의 생산성 인자(2008년)¹⁸를 그대로 사용하기로 하였다.

[표 2-2] 한국의 토지형태별 생산성 인자

토지형태	생산성 인자	
	2005	2008
경작지(Crop land)	1.60	1.93
산림(Forest land)	0.40	0.57
초지(Grazing land)	1.70	1.70
어장(Fishing ground)	2.15	2.15
건조환경(Built land)	1.60	1.93

③ 등가인자 (Equivalence Factor: EQF)

생태발자국을 구성하는 토지 유형별 면적이 구해졌다면, 각 토지 유형 간의 등치를 위해 등가인자를 이용해 글로벌헥타르(gha)라는 단일한 면적단위로 환산하는 마지막 단계가

¹⁸ 이클레이 한국사무소(2013): p.23, GFN Korea National Data Package에서 인용

남았다. 등가인자는 세계 토지의 평균생산성과 비교할 때 특정 토지가 갖는 상대적 생산성을 의미한다. 세계 평균 생산능력을 갖는 면적 1ha를 1gha라고 하고, 발자국 변환인자(footprint conversion factor)를 이용하여 등가면적으로 환산한다. 예를 들면 모든 생태 생산적인 토지 및 물 면적의 평균 생산성보다 높은 생산성을 지닌 토지(경작지)의 등가인자는 1보다 크다. 즉 밀의 경우처럼 밀의 세계 평균 생산성이 2.6ha인데 반해 초지는 0.5ha일 수도 있다. 따라서 토지 유형별 등가인자는 GFN에서 제공하는 다음의 등가인자를 사용하고 있다.¹⁹⁾

[표 2-3] 주요 등가인자 (EQF)

토지형태	등가인자 (gha/ha)	
	2005	2008
경작지(Crop land)	2.64	2.51
산림(Forest land)	1.33	1.26
초지(Grazing land)	0.50	0.46
어장(Fishing ground)	0.40	0.37
건조환경(Built land)	2.64	2.51
에너지토지(Energy land)	1.33	1.26

2) 소비 생태발자국 계산방법

앞서 제시한 생태발자국 계산방법은 생산과 무역을 반영한 방법이라면 소비량을 통해서도 지역의 생태발자국을 산정할 수 있다. 국가 생태발자국과는 달리 소비가 이미 생산+수입-수출의 의미를 포함하고 있다는 가정하에 품목별 생산량이 아닌 소비량 자료를 대입할 수 있기 때문이다. 이 연구는 소비 부문을 ① 음식부문, ② 건조환경, ③ 산림부문, ④ 에너지 부문으로 구분하였다.²⁰⁾ 음식부문은 데이터에 따라 곡식을 바탕으로 경작지를,

¹⁹⁾ 이클레이 한국사무소(2013)와 GFN(2010)의 '2010 Ecological Footprint Accounts - data year 2007'에서 인용함.

²⁰⁾ 이러한 계산방법은 이창우·오용선(1999)이 서울시에 적용한 방법으로, 이후 지방의제나 이클레이 한국사무소, 한순금 외(2011)에서도 보편적으로 사용되었음.

축산물 소비를 바탕으로 초지를, 수산물을 바탕으로 어장의 생태발자국을 계산할 수 있다. 건조환경은 토지 지목별 점유 면적으로 계산할 수 있다. 산림부문은 원목 소비량(원목과 합판)을 바탕으로 계산하고, 에너지 부문의 탄소 흡수지 계산은 에너지원별 배출계수와 단위 발열량, 단위환산과 이산화탄소 치환을 통해 계산된다.

① 음식부문

음식부문은 지역별 생산량, 수입량, 수출량 자료를 별도로 구하기 어렵기 때문에 지역(예: 서울시) 통계에 포함되어 있는 미곡, 맥류, 잡곡, 두류, 서류 등의 생산량과 산출률을 1인당 소비량으로 계산하기에 한계가 발생하였다. 따라서 선행연구들에서 발견된, 1인당 연간 소비량은 농업통계에서 1일 식품공급량 등을 이용해 1인당 연간소비량 자료를 구해서 사용하기로 한다. 여기에 생산성 인자와 등가인자를 곱해서 음식부문의 생태발자국을 구하였다. 축산과 같이 지역에서 일정량 이상 생산되지 않아서 산출률을 구할 수 없는 경우 국가산출률을 사용한다.

$$EF_{crop} = \sum_{i=1}^n (Ci/Pi \times YF_{crop} \times EQF_{crop})$$

$$EF_{grazing} = \sum_{i=1}^n (Ci/Pi \times YF_{grazing} \times EQF_{grazing})$$

$$EF_{fishing} = \sum_{i=1}^n (Ci/Pi \times YF_{fishing} \times EQF_{fishing})$$

*EF: 생태발자국(경작지, 초지, 어장), Ci: 1인당 연간 소비량, Pi: 해당 지역의 산출률, YF: 경작지, 초지, 어장에 대한 생산성 인자, EQF: 경작지, 초지, 어장에 대한 등가인자

② 건조환경

건조환경은 통계자료에 분류된 지목 중 대지와 공장용지, 학교, 주차장, 주유소 용지, 창고용지, 도로, 철도용지, 제방, 수도용지, 체육용지, 유원지, 종교, 사적지, 묘지, 잡종지 등을 포함한다. GFN에서는 건조환경 부문의 생산성 인자를 경작지와 함께 제시하였는데, 그 이유는 사람들이 정착한 지역은 대개 경작지였고, 그러한 생산성을 가진 지역에 주민들이 거주하였기 때문에 이 토지들이 가진 생태적 잠재성을 경작지와 같다고 구분하였다.

단, 토지가 경작지와 달리 수출 항목은 없기 때문에 경작지의 수출이 많아서 산출률이 높은 국가에서 건조환경이 과대평가될 소지가 있다(GFN, 2010). 건조환경 부문의 생태발자국 계산식은 건조환경의 지목별 1인당 점유면적(소비량)으로 나눈 후, 경작지의 등가인자와 생산성 인자를 곱하여 계산한다.

③ 산림부문

산림부문에는 임산물물을 포함하여야 하는데, 일반적으로는 목재(원목)의 소요량을 구하는 것이 일반적인 방법이다. 산림부문의 생태발자국의 계산식은 지역별 생산량을 산림면적으로 나누어 산출률을 구하고, 1인당 목재 소비량을 산출률로 나눈 후, 등가인자와 생산성 인자를 곱하여 계산한다.

④ 에너지 부문 (탄소발자국)

에너지 부문은 에너지원의 통계적 분류에 따라 전기, 도시가스, 프로판, 부탄, 휘발유, 등유, 경유, 중유, 벙커-C유, 기타 유류 등으로 구분하여 산정한다. 에너지 부문은 고체, 액체, 기체 등 물질들의 공급특성이 달라서 이를 석유환산 기준과 같은 단위로 환산한 후, 단위 발열량을 적용하여 kcal로 환산한 후, 단위변환계수를 사용해 기가줄(giga joules) 혹은 TOE로 환산한다. 여기에 IPCC에서 제시한 탄소배출계수를 곱하여 탄소배출량(탄소발자국)을 구한다. 탄소배출량은 다시 gha 토지 단위로 환산하기 위해 등가인자(1.26)를 곱해준다.

3) 자료 수집

생태발자국 분석의 단위는 개인부터 국가와 지역 등 다양하다. 따라서 필요에 따라 집단 혹은 지역의 경계를 적용해야 한다. 이 연구는 서울시의 생태발자국을 계산하고자 하였기 때문에 서울시를 그 범주로 정하였고, 서울특별시 「54회 서울통계연보(2014)」를 주로 사용하였다. 통계연보에 제시된 통계 기준연도는 2013년도이지만 지역통계연보에서 찾을 수 없는 소비량 통계자료는 통계청, 농림수산식품부, 산림청, 에너지 연구원 자료 등에서 수집하였다. 다음의 표는 생태발자국 산정 데이터의 출처이다.

[표 2-4] 생태발자국 산정 데이터 출처

구성요소			출처	비고
등가 인자			GFN(2010, data year 2008)	
생산성 인자			GFN(2010, data year 2008)	
음식 부문	경작지	1인당 소비량	통계청/품목별 1인당 연간 소비량(양곡, 채소, 과실), 한국농촌경제연구원, 농업통계/식품수급표/식품수급조사표/1인 1일 식품공급량	지역 내 생산물이 아닐 경우 국가 산출률 적용
		경작면적, 생산량	서울통계연보(2014)	
	초지	1인당 소비량	통계청/품목별 1인당 연간 소비량(축산물)	
		산출률	이클레이 한국사무소 (2013)	
	어장	1인당 소비량	한국농촌경제연구원 「식품수급표」 (어패류, 해조류)	
		산출률 (생산성 인자)	GFN(2010, data year 2008)	
건조환경 부문	항목별 면적		서울통계연보/전국국토이용면적	
산림 부문	산림면적		통계연보/농림수산업/소유별 산림면적	산출률은 한국 평균 값 사용
	생산량		통계연보/농림수산업/임산물 생산량/목재산업진흥종합계획(2012-16)	
에너지 부문	주택 연 면적		국가통계포털/주제별/인구가구/인구 총조사/가구부문/총조사가구(2013)/전수/거처의 종류/사용방수/주거면적별 가구(일반가구-시군구)	
	무연탄, 유연탄		서울통계연보 (에너지)/ 「지역에너지 통계연보」	
	석유류 소비량		산업통상자원부, 에너지경제연구원 「지역에너지 통계연보」 부문별 석유 소비	
	전기		통계연보/전기, 가스, 수도 '용도별 전력 사용량'	
	도시가스, LPG, 부탄		통계연보/전기, 가스, 수도 '가스공급량'	
	IPCC 탄소 배출계수		국가 온실가스 배출흡수 계수 확정안 (온실가스종합정보센터)	

3_한국인 생태발자국

GFN(Global Footprint Network)이 2015년에 발표한 국가 생태발자국 자료²¹⁾에 의하면 1인당 지구 생태용량(Biocapacity)은 약 1.72gha인데 1인당 생태발자국은 2.65gha로, -0.9gha의 생태적 적자²²⁾를 보이고 있다. 다시 말해 현재 세계 인구가 소비하는 방식으로 살아가기 위해서는 약 1.5개의 지구가 필요하다. 한국의 경우 1인당 생태용량은 0.7gha 인데 반해 1인당 생태발자국은 4.5gha로 생태적적자는 3.8gha이다. 한국인의 소비패턴이 그대로 유지된다면 약 6.4개의 대한민국, 2.6개의 지구가 필요하다. 대부분의 선진국이 생태발자국이 세계인 평균을 훨씬 웃도는데, 일본인 1인당 생태발자국은 3.8gha로 우리 보다 적고, 영국(4.15gha)이나 프랑스(4.16gha), 독일(4.37gha)도 큰 폭의 차이는 아니지만, 우리보다 생태발자국이 더 적은 것으로 산정되었다.

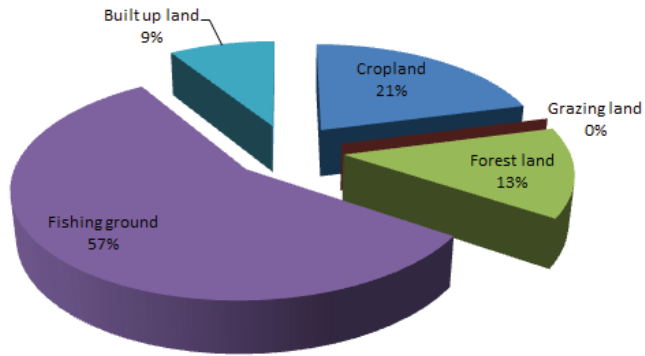
[표 2-5] 한국인 1인당 생태용량과 생태발자국

구분	경작지	초지	산림	어장	건조환경	에너지	총계
생태용량	0.14	0.00	0.09	0.38	0.06		0.7
생태발자국	0.68	0.14	0.23	0.42	0.06	2.95	4.48
적/흑자	-0.54	-0.14	-0.14	0.04	0	-2.95	-3.68

²¹ GFN(2015), 2015 National Footprint Accounts, 2015 Edition(기준년도: 2011)

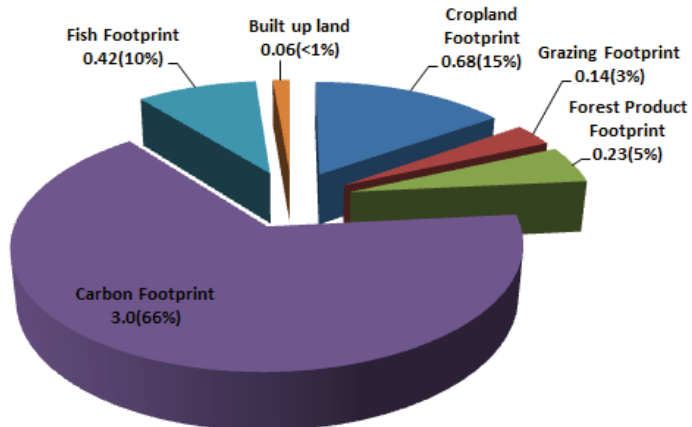
²² 생태적적자는 생태용량을 벗어나는 생태발자국을 의미함. 즉, 부문별 생태적 생산토지의 합에 생산인자와 등가인자를 곱해서 계산되는 생태수용성 총량(생태용량)이 생태발자국보다 부족하면 생태적적자가 되고, 생태수용성 총량이 여유가 있으면 생태흑자가 됨.

생태환경용량(0.7gha)



[그림 2-3] 한국인 1인당 생태환경용량

생태발자국(4.5gha)



[그림 2-4] 한국인 1인당 생태발자국

03

서울시민 생태발자국

1_서울시 생태발자국

2_개인 생태발자국 측정사례와 설문지 구성

03 | 서울시민 생태발자국

1_서울시 생태발자국

1) 서울시 생태발자국 선행연구

서울시 생태발자국은 이창우·오용선(1999)에 의해 처음 시도되었고, 당시 연구에서 1987년을 기준으로 서울시민 1인당 생태발자국은 3.66ha이며 1997년에는 4.32ha로 계산되었다. 생태발자국은 1인당 소비되는 토지량(ha/인)으로 나타냈으며 서울시의 1인당 총소비량(kg/인)을 서울시 토지의 1ha당 생산성(kg/ha)으로 계산하여, 등가인자나 생산인자를 포함하지 않았다. 저자는 이 계산에 의한 결과가 절대적 지수가 아니라 상대적 지수로서 절대적인 소비량이 많은 것이 아니라 그 지역의 토지 산출률보다 상대적으로 높은 소비수준임을 의미하는 것이라고 설명하였다.

[표 3-1] 서울시민 생태발자국(1987, 1997)

	음식부문	건조환경	산림	에너지	총계
1987	2.404	0.003	0.879	0.376	3.662
1997	2.432	0.003	1.259	0.628	4.322

주: 이창우·오용선(1999) <부록 4>에서 취합

최근에 조사된 서울시민 생태발자국은 푸른경기21실천협의회(2009)와 이클레이 한국사무소(2013)에서 찾아볼 수 있다. 각각 2006년과 2011년을 기준으로 서울시민 생태발자국과 생태수용력을 계산하였고, 이 분석에서는 등가인자와 생산성 인자가 적용되었다. 서울시민 1인당 총 생태발자국은 3.47gha로 2006년(3.95gha)보다 감소한 것으로 조사되었고, 1인당 생태용량 역시 0.05gha 감소한 것으로 나타났다. 부문별로 비교해보면 경작지와 초지, 건조환경, 산림의 생태발자국은 커지고 탄소흡수지의 발자국은 작아진 것으로 알 수 있다. 탄소흡수지의 발자국이 작아진 이유에 대해 에너지 부문에서 다른 재화의

내재에너지 또는 수송에너지(교통)로 사용된 것을 제외하고 가정, 상업, 공공용 직접 에너지만을 대상으로 산정하였기 때문인 것으로 설명하고 있다.

[표 3-2] 서울시민 생태발자국(2006, 2011)

	경작지	초지	어장	건조환경	산림	에너지	총계
2006	0.26	0.95	0.00	0.01	0.39	2.34	3.95
2011	0.34	0.97	0.00	0.02	0.78	1.37	3.47

주: 이클레이 한국사무소(2013) p.39

서울시의 생태적자를 분석하면 서울시 1인당 생태용량이 0.40(2006)에서 0.35(2011)로 줄어들면서 생태적자는 9.95에서 9.97로 늘어났다. 즉, 서울시민의 소비를 유지하기 위해서는 서울시 면적의 10배가 필요하다는 뜻이다.

[표 3-3] 서울시민 생태적자 규모(2006, 2011)

	2006		2011	
	서울시	세계	서울시	세계
1인당 발자국	3.95	2.69	3.47	2.65
1인당 생태용량	0.40	2.06	0.35	1.72
소요개수(개)	9.95	1.91	9.97	1.51

주: 이클레이 한국사무소(2013) p.39와 2011 세계자료는 GFN 2011년 Public data package에서 대입

2) 서울시 생태발자국 계산

① 음식부문

음식부문의 생태발자국(EF)은 곡류, 과일류, 채소류, 축산 및 유제품 소비품목에 대해 서울시민 1인이 평균적으로 소비하는 음식부문의 토지면적을 gha 단위로 환산한 값이다.

등가인자와 생산성 인자는 GFN에서 제시한 2008년 한국의 토지형태별 생산성 인자(yf: [표 2-2])와 등가인자(eqf:[표 2-3])를 사용하였다.

서울시 지역통계연보(2014)와 이클레이 한국사무소(2013)의 자료를 통해 서울시민 생태발자국을 산정하였다. 음식부문에 이클레이 한국사무소(2013)에서 사용한 경작지, 초지, 어장을 음식부문으로 함께 계산한 방법과 동일한 방법을 사용하였고, 음식부문 자료 중 생산량에 관한 자료는 서울시 발행 2014년 서울통계연보(기준연도 2013년)를 이용하였고, 소비량에 관한 자료는 통계청 발행 2012년 식품공급량 자료를 바탕으로 추정하였다.

미국은 정곡(조곡에서 탈곡을 한 형태)을 기준으로 하고, 보리짚과 밀처럼 서울에서 생산되지 않는 경우 산출률을 전국을 기준으로 하였고, 통계청의 농업부문 맥류생산량 2013년 자료를 반영하였다. 감귤은 서울에서 생산되지 않기 때문에 전국 과실생산량 중 2013년 자료로 계산하였다.

1인당 소비량은 시군별 소비량 자료가 없어서 전국 소비량을 기준으로 작성하였다. 통계청 발행 1인당 양곡소비량 중 쌀은 서울 도시의 특성을 반영하여 비농가 기준인 63.9kg을 적용하였다. 맥류 및 채소류, 과실류, 축산물, 어패류, 해조류의 소비량은 농촌경제연구원(2015)의 「2013년 식품수급표」를 참조하였다. 식품공급량은 수입량과 이월량을 포함한 총공급량 중 수출과 비식용(사료 등)을 제외하고 식품용 공급량만을 정리한 것이고, 1인당 1일 식품공급량을 바탕으로 1인당 연간 소비량을 추정하였다. 밀과 옥수수는 사료용으로 사용되는 비중이 각각 57%와 67%로 높은데, 이는 소비자가 육류를 소비하면서 반영되므로 식품소비량만을 가정하였다. 이론적으로는 축산물의 산출률은 면적을 기준으로 한 방법이 아니라 소 1마리당 생산량, 소 1마리를 키우는 데 필요한 사료 생산 면적으로 계산된다. 이 외에도 어류도 서울시에서 생산되는 양이 없기 때문에 산출량 계산이 불가능하여 이클레이 한국사무소(2013)의 산출률을 차용하였다. 음식부문에서 서울시민 1인이 갖는 생태발자국 지수는 1.3253이다.

[표 3-4] 서울시민 1인당 음식부분 생태발자국

항목	경작면적	생산량	산출률	1인당 소비량	EF값
산정식	a	b	$c=b/a*1000$	d	$f=d/c*y^*eqf$
단위	ha	ton	kg/ha	kg/cap	gha/cap
쌀(미곡)	249	1140	4578	63.9	0.0676
보리쌀	0	0	2284	0.9	0.0020
밀	0	0	2585	32.4	0.0618
옥수수(잡곡)	3	12	4000	25.1	0.0304
콩(두류)	33	36	1091	10.0	0.0442
서류	35	597*	17057	14.8	0.0042
무(근채류)	7	538	76857	16.9	0.0029
배추(엽채류)	18	1041	57833	39.2	0.0090
마늘	3	29	9667	6.9	0.0095
양파/파	15	439	29267	27.3	0.0124
고추	22	440	20000	1.6	0.0011
기타(과채류)	15	818	54533	17.1	0.0042
사과	0		6528	7.6	0.0155
배	24	426	17750	3.9	0.0029
복숭아	1	11	11000	3.4	0.0041
포도	4	54	13500	4.0	0.0039
단감	5	23	4600	2.7	0.0079
감귤	0	0	32005	9.9	0.0041
기타(자두, 특용작물)	11	85	7727	16.0	0.0100
소계	445	5689	12784	303.7	0.2966
쇠고기			33	9.53	0.2366
돼지고기			33	18.79	0.4844
닭고기			33	11.35	0.2137
우유			503	53.7	0.0939
소계				93.34	1.0286
어패류			1,084,000	64.59	0.0000
해조류			1,084,000	15.88	0.0000
소계				80.47	0.0000
총계					1.3253

* 서류작물(고구마, 감자)의 경우 통계청(식량작물생산량 중 2013년)자료와 서울통계연보의 자료가 달라 서울자료를 그대로 사용함(통계청-161, 서울시-597).

② 건조환경

건조환경부문의 생태발자국을 계산하기 위해 서울통계연보의 지목별 현황 자료를 사용하였다. 그 중 대지, 공장용지, 학교용지, 도로, 철도용지, 제방, 수도용지, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지를 건조환경 조건으로 선택하였다. 1인당 건조환경 생태발자국 지수는 0.0169로 나타났다.

[표 3-5] 서울시민 1인당 건조환경 생태발자국

항목	점유면적		1인당 토지소비량	건조환경EF (gha)
산정식		a	$b=a/p$	$c=b*yf*eqf$
단위	m ²	ha	ha/cap	gha/cap
대지	216,996,457	21,699.65	0.0021	0.0101
공장용지	2,932,490	293.25	0.0000	0.0001
학교용지	23,900,336	2,390.03	0.0002	0.0011
주차장	1,124,608	112.46	0.0000	0.0001
주유소용지	597,444	59.74	0.0000	0.0000
창고용지	97,638	9.76	0.0000	0.0000
도 로	78,163,848	7,816.38	0.0008	0.0036
철도용지	7,117,441	711.74	0.0001	0.0003
제 방	3,902,943	390.29	0.0000	0.0002
수도용지	1,583,988	158.40	0.0000	0.0001
체육용지	1,521,435	152.14	0.0000	0.0001
유원지	231,664	23.17	0.0000	0.0000
종교용지	2,071,539	207.15	0.0000	0.0001
사적지	1,549,998	155.00	0.0000	0.0001
묘 지	2,367,603	236.76	0.0000	0.0001
잡종지	17,781,518	1,778.15	0.0002	0.0008
계	361,940,950	36,194	0.0035	0.0169

건조환경은 포장된 길이나 주택용지, 농업용지, 운동장 등 더 이상 생산의 기능을 수행하지 못하는 토지들이며, 인간 활동으로 이미 점유된 공간이기 때문에 인간에 의한 소비로 간주한다. 앞장에서 설명한 대로 대부분의 인간 정주토지들은 인간의 점유가 아니었다면 곡물 생산의 토지가 됐을 것이므로 생산성 면에서 경작지의 생산성 인자와 등가인자를 적용한다. 이렇게 해서 건조환경에 대한 생태발자국 지수가 된다.

③ 산림부문

산림부문의 생태발자국은 식용 임산물(버섯 등)을 제외하고 목재 관련 제품의 생산을 위해 산림이 얼마나 소비되는지를 계산한 값이다. 산림면적의 크기보다는 그 지역의 산림의 생산성과 소비에 영향을 받는다. 서울시 2013년(2014 서울통계연보)도 임야면적을 142,807,816㎡(14,281ha)를 기준으로 하되 목재 생산량이 없기 때문에, 전국 산출률을 사용하였다. 전국 임야 면적 6,417,570ha에서 생산되는 목재량이 4,897천㎥로 산출률은 0.76㎥/ha이다. 전국 기준 1인당 연간 소비량 0.56㎥를 산출률로 나누고, 산림 등가인자와 생산성 인자를 곱하였더니 1인당 산림 생태발자국 지수는 0.5299gha로 산정되었다. 산림부문 생산과 소비 자료는 2013년 통계청 목재수급실적 자료에서 원목수급량(국내)을 생산으로, 목재수급량 총량을 총 소비량으로 적용하였다.

[표 3-6] 서울시민 1인당 산림부문 생태발자국

항목	산림면적	생산량	산출률	총 소비량	1인당 소비량	EF 값
산정식	a	b	$c=b/a \times 1000$	d	e	$f=e/c \times yf^*$ eqf
단위	ha	1,000㎥	㎥/ha	1,000㎥	㎥/cap	
전국	6,417,570	4,897	0.76	28,151	0.563	
서울 임야	14,281				0.563	0.5299

④ 에너지 부문

에너지 부문 생태발자국은 탄소발자국을 의미한다. 화석연료 소비를 위해 필요한 토지면적은 화석에너지 사용으로 발생하는 온실가스(이산화탄소 변환)배출량을 흡수하는 데 필

요한 토지의 면적으로 계산할 수 있다. 이 외에도 액화화석 연료를 대체할 수 있는 대체연료 생산에 필요한 토지의 양이나 화석연료가 소비되는 것과 같은 비율로 자원을 다시 만들어내는 데 필요한 토지량을 계산하는 방법 등이 있다(안산시, 2009). 마강래(1998)는 3가지 방법에 의해 계산한 결과 화석연료 100GJ(기가줄)의 소비를 위해서 생산적 토지 약 1ha가 필요할 것으로 분석하였다. 일반적으로 온실가스는 에너지와 폐기물에 의해서 발생하는데, 이 연구에서는 에너지 분야만을 포함하였다. 국제기후변화패널(IPCC)은 가이드라인에서 온실가스 배출량을 통해 CO₂ 산정법을 통일시킨 바 있다. IPCC에서 제시한 탄소배출계수와 연소율, 발열량 등은 국내에서는 산업자원부와 환경부에서 통일된 값을 제시하고 있다(부록1, 2 참조). 아래의 식은 원료를 중심으로 이산화탄소 배출량을 계산한 예이다. 「에너지법」에 따라 발열량이 게시되어 있으며, 온실가스 이산화탄소 배출계수가 제공되기도 한다. 이 연구에서는 총 발열량 대신 연소율과 석유환산톤을 사용하여 TOE를 계산한 후 탄소배출계수를 적용하였다. 탄소배출계수에 탄소분자량 대비 이산화탄소 분자량(44/12)을 적용하면 이산화탄소 배출량을 계산할 수 있다. 탄소발자국을 계산하기 위해 이산화탄소를 탄소량으로 환산하여 에너지토지 등가인자(1.26)를 곱해서 항목별 에너지 생태발자국(탄소발자국)을 구하였다. 서울시민 1인당 탄소발자국은 1.8915gha로 계산되었다. 선행연구에 의하면 서울시민의 에너지 발자국은 2.34gha(2006), 1.33gha(2009), 1.37gha(2011)였고, 이 연구에서는 2009년과 2011년에 비해서 늘어난 것으로 추정되었다.²³

$$\text{CO}_2 \text{ 배출량(ton/yr)} = \text{에너지 소비량(kg(ℓ)/yr)} \times \text{연소율} \times \text{석유환산톤} \\ \times \text{연소별 탄소배출계수(ton C/TOE)} \times (44/12)$$

* 연료별 에너지 소비량은 [표 3-7] 참조

** 탄소배출계수 $\times$ 44/12 = 이산화탄소배출계수

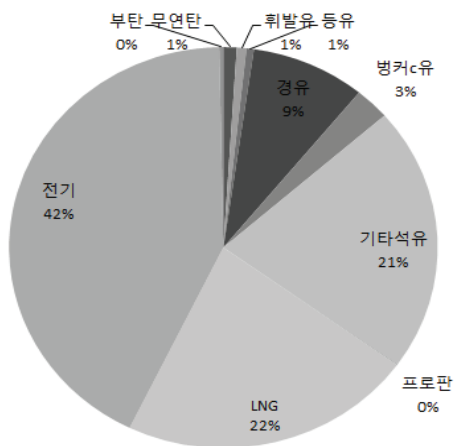
²³ 2006년과 2011년 결과는 이클레이 한국사무소(2013) 자료, 2009년 결과는 최재일 외(2011) 분석자료임. 열효율과 이산화탄소 환산계수, 에너지토지에 대한 등가인자가 모두 조금씩 변하였기 때문에 오차가 발생함.

[표 3-기] 에너지원별 발열량과 탄소배출계수

구분	단위	연소율	총발열량	석유환산톤 (10-3TOE)	탄소배출계수 (Ton C/TOE)
무연탄(국내)	kg	0.980	4,500	0.450	1.100
유연탄(연료용)	kg	0.980	6,160	0.616	1.059
휘발유	ℓ	0.990	7,780	0.778	0.783
등유	ℓ	0.990	8,790	0.879	0.812
경유	ℓ	0.990	9,010	0.901	0.837
B-C유	ℓ	0.990	9,950	0.995	0.875
나프타	ℓ	0.990	7,710	0.771	0.829
액화석유(LPG)	kg	0.995	15,000	1.500	0.713
전기	kwh		2,300	0.230	0.4705 (tCO ₂ /MWh)
도시가스(LNG)	Nm ³	0.995	10,430	1.043	0.637
프로판	kg	0.990	12,050	1.205	0.713
부탄	kg	0.990	11,850	1.185	0.713

주: 에너지법 시행규칙(별표 1) 및 에너지공단(<http://co2.kemco.or.kr/toe/toe.aspx>)의 이산화탄소 배출량 계산기

*전기의 경우 MWh에 탄소배출계수를 직접 계산함(전기 총 발열량이나 석유환산톤은 이 연구에서는 적용되지 않음).



[그림 3-1] 에너지 부문 생애발자국의 구성

[표 3-8] 서울시민 1인당 에너지 생애발자국

	1인 소비량	발열량	이산화탄소 발생량	항목별 EF
산정식	a	$b=a \times \text{단위발열량}$	$c=b \times \text{연소율} \times \text{이산화탄소배출계수}$	$d=c \times 12/44^*$
단위		TOE	CO2 ton	eqf
무연탄(kg)	29.08	0.0131	0.0517	0.0178
유연탄(kg)	-	-	-	-
휘발유(ℓ)	168.5	0.1311	0.3726	0.1280
등유(ℓ)	11.1	0.0098	0.0288	0.0099
경유(ℓ)	163.3	0.1471	0.4471	0.01536
B-C유(ℓ)	43.0	0.0428	0.1360	0.0467
기타(ℓ)	455.0	0.3508	1.1025	0.3789
전기(kwh)	4666.8		2.1957	0.7545
도시가스(Nm³)	476.8	0.5030	1.1500	0.3952
프로판(kg)	1.2	0.0012	0.0035	0.0012
부탄(kg)	6.3	0.0063	0.0163	0.0056
총계				1.8915

용도별 전력사용량을 참고로 제시하자면(서울통계연보) 서비스업 전력이 27,462,677MWh, 점유율 59.5%로 가장 높고, 가정용 전력사용량이 13,316,847MWh, 점유율 28.4%를 차지하며, 공공용(3,678,016MWh) 점유율이 7.7%이며, 산업용(2,094,565MWh, 주로 제조업)이 4.5%로 가장 낮은 점유율을 차지하고 있다.

⑤ 서울시민 평균 생태발자국과 생태적자

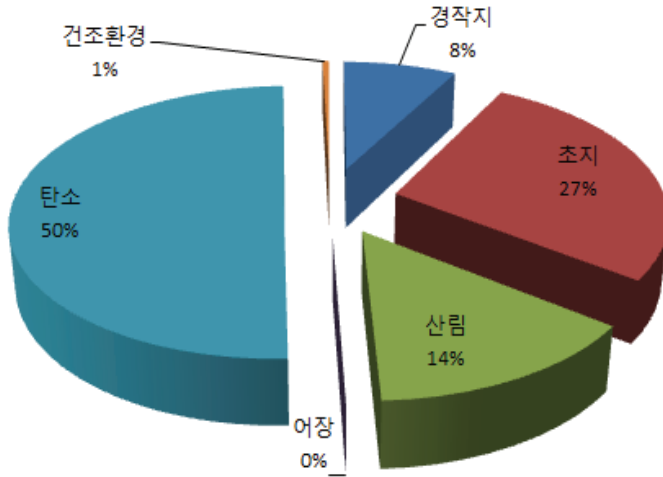
서울시 생태용량은 현재 생산면적이라고 할 수 있는 경작지 면적과 어장면적이 생산가능한 용량²⁴이므로, 이를 인구수로 나눠 추정해 보면 1인당 약 0.35gha의 생태용량²⁴을 가지고 있다. 서울시민의 평균 생태발자국은 총 3.7636gha로 서울시가 가진 총 생태수용능력인 0.35gha보다 10배 이상의 소비를 하고 있는 것으로 나타났다. 생태적자는 3.4136gha로 음식부문과 에너지 부문이 가장 큰 영향을 미치고 있으므로, 생태적자를 줄이기 위해서는 음식과 에너지 소비행태를 개선하는 일이 우선되어야 할 것으로 보인다.

[표 3-9] 서울시민 1인 총 생태발자국

	음식부문	건조환경부문	산림부문	에너지 부문	총계
EF	1.3253	0.0169	0.5299	1.8915	3.7636
비고	경작지/초지/어장 0.30/1.03/0.00				

생태적으로 생산적인 토지가 중요한 이유는 생물다양성을 유지하기 위한 최소 유지용량이 필요하기 때문이다. WCED(1987)는 생물다양성 유지를 위해 최소한 전체 용량의 12%를 유보지로 둘 필요가 있다고 주장하였고, Odum(1970)은 조지아 주의 사례에서 야생지역은 40%, 도시지역은 10%, 농촌지역은 30% 보존구역이 필요하다고 주장하였다. 이 외에도 생물다양성을 위해 필요한 면적은 10 ~ 75%까지 그 용도와 면적에 따라 다양하게 나타난다(Svancara et al. 2005).

²⁴ 이클레이 한국사무소(2013)의 서울시 생태수용력 2011년도 값을 적용함.



[그림 3-2] 서울시민 생태발자국

[표 3-10] 서울시민 생태발자국 비교표(2006~2013)

부문	서울시민 생태발자국			
	2006	2008	2011	2013
경작지	0.26	0.73	0.34	0.30
초지	0.95	0.18	0.97	1.03
산림	0.39	0.23	0.78	0.53
어장	0.00	0.47	0.00	0.00
탄소	2.34	2.93	1.37	1.89
건조환경	0.01	0.07	0.02	0.02
계	3.95	4.62	3.48	3.77

주: 2006년, 2011년 자료는 이클레이 한국사무소(2013)에서, 2008년 자료는 GFN(2011) 국가자료에서 발췌함.

2_개인 생태발자국 측정사례와 설문지 구성

1) 개인 생태발자국 측정방법

이 연구는 서울시민에 적합한 생태발자국 측정방법을 사용하여 조합원과 비조합원 간의 환경행태를 비교하고자 개인 생태발자국 설문을 실시하였다. 총 생태발자국이나 시민 평균 생태발자국과는 달리 통계자료에 의존하지 않고, 개인의 행동에 대한 질문에 스스로 답변하면서 계산하는 방식이다. 지구 생태용량의 한계에 맞춰서 자신의 소비활동을 돌아볼 수 있기 때문에 학습적 효과와 함께 실행 효과를 얻을 수 있다. 이론적으로는 하나의 소비재 혹은 서비스를 제공하기 위해 사용되는 토지면적을 일일이 계산하여 적용하여야 하나, 편의를 위해 선행 연구와 사례들을 참고하였다.

개인의 생태발자국을 추정한 초기 사례는 Jim Merkel(2005)을 들 수 있다. 그는 1996년 Global Living Project(GLP)를 설립하여 라이프 스타일을 바꾸는 실험을 시작하였다. 그가 던진 질문은 “자연의 도구를 이용해서 평등하고 조화롭게 살아갈 수 있을까? 미국인들이 이러한 삶을 구현한다면 어떤 모습, 어떤 느낌일까?” 약 5년간 실험에 참여한 연구자들은 자신들이 진행한 실험을 통해 이러한 삶이 가능한데, 약 3에이커 안에서 소비재를 다 얻어야 한다는 결론을 얻었다. 그다음의 질문은 “미국인들이 생태발자국을 줄이는 소박한 라이프 스타일로 전환을 어떻게 이끌어낼 수 있는가?”였다. 그들은 이러한 소박한 삶이 즐겁고 성숙되고 벅찬 느낌을 주어야 사람들이 라이프 스타일의 전환에 이를 수 있다고 판단하였다. 그렇지 않고서는 지겨운 설교에 지나치지 않을 것이라 믿었다. 그래서 이들은 더 재미있고, 실용적이면서도 유익한 컨설팅 서비스를 통해 개인의 라이프 스타일을 디자인하는 역할을 자청하고 나서서 현재까지도 이 활동을 이어가고 있다.

또 다른 해외 사례로는 영국의 WWF와 GFN은 개인 생태발자국 계산기를 홈페이지에 소개하고, 개인이 자신의 라이프 스타일을 바탕으로 생태발자국을 계산할 수 있도록 서비스를 제공한 사례가 있다. 호주의 빅토리아주 환경청은 학교에 생태발자국 계산기를 보급하여 학생과 선생님, 관리자가 함께 계산해 봄으로써 생태발자국과 하나뿐인 지구의 개념에 관한 지속가능발전 교육을 실시한다. 우리나라에서도 교원교육의 교재로 활용되는 것으로 전해 들은 바 있는데, 생태발자국 계산기는 교육기관뿐만 아니라 협동조합이나 시민

단체, 각종 기관의 워크숍에서 지속가능발전 교육의 도구로 활용될 수 있을 것이다. 캐나다에서는 진보재정의 운동단체가 미래세대를 위해 지속가능하고 평등한 세계의 해결책으로서 생태발자국 계산키트를 제공하기도 하였다. 이 계산기는 현재 GFN에서 제공하는 계산기의 초기 버전이라 볼 수 있다. 캐나다의 the Sea to Sky Education School에서 제공하는 생태발자국 설문지를 부록에 포함하였다.

국내에서도 개인 생태발자국 측정방법이 도입되었다. 녹색연합과 한화환경연구소(2006)²⁵는 음식부문, 교통, 주거, 소비로 구분하여 설문조사를 실시하였고, 이를 바탕으로 각각 0.78, 0.33, 0.87, 1.61로 총 생태발자국은 3.56gha로 조사되었다. 이 외에도 개인 생태발자국 측정방법을 활용하기 위한 타 사례들은 여러 가지가 있었는데 교육을 위한 도구로 많이 활용되고 있었다.²⁶ 이 연구에서는 기존의 자료들을 바탕으로 서울시 평균 생태발자국과 유사한 패턴으로 보정하기 위해 다음의 방법으로 앞서 서울시 생태발자국에서 사용한 소비량들을 수집하여 정리하였다([표 3-11]). 한 예로, 쇠고기 200g을 1인분이라고 생각하면 한 달에 840g을 섭취하기 위해서는 한 달에 3회 정도 쇠고기를 먹으면 평균량을 섭취한다고 볼 수 있다. 따라서 질문에서 매주 쇠고기를 먹는다는 답변은 평균에서 조금 상회하는 양으로 추정할 수 있다. 이러한 방법으로 축산물, 교통, 소비재 등을 추정하고자 하였다.

[표 3-11] 육류 및 생선의 소비량(1인 1일당 공급순식료*)

		1인당 연간 소비량(kg)	1인당 한 달 소비량(kg)
축산물	쇠고기	9.98	0.84
	돼지고기	20.44	1.70
	닭고기	9.02	0.75
	우유	60.41	5.03
수산물	어패류	36.40	3.03
	해조류	17.40	1.45

주: 농촌경제연구원(2014)의 식품공급량

²⁵ 녹색연합의 언론 발표자료 <생태발자국 조사결과 주요 내용>을 참고함.

²⁶ 사례들은 안찬식·(재)에버그린21(2009)에서 재인용함.

[표 3-12] 개인 설문지 작성을 위한 방법

1) EF의 구성 · 산정을 위한 데이터 정비		
(1)	소비항목구분(환경배려행동항목 포함)과 그 EF값의 집계방법 검토	GFN 『The National Footprint and Biocapacity Accounts 2011 Edition』의 CONSUMPTION LAND USE MATRIX를 기본으로 환경배려행동항목을 추가하여 설정
(2)	평균적 한국인의 소비항목별 EF값(gha/cap) 설정	서울시 생태발자국 계산값 (경작지, 초지, 어장, 건조환경, 산림, 에너지)
(3)	상기 (2) 평균적인 한국인의 EF값(gha/cap)에 대응하는 소비량(또는 금액) 설정	식품공급량, 목재공급량, 에너지 소비 (교통포함) 통계자료 수집
(4)	소비항목별 EF값 원단위 설정	상기 (2)(EF값: gha/cap)/ 상기 (3)(1인당 소비량 또는 금액)
2) 소비랭크 구분과 대푯값 설정		
(5)	소비항목별 보기 구분과 대표치(소비량EF치)의 설정	EF가 소비랭크 구분의 대표치와 원 단위의 곱을 맞춰 봄.
(6)	환경행동에 관한 질문과 EF값 설정을 위한 대응	각종 자료를 참고로 환경행동에 관한 질문 삽입 (안산시 설문지 활용)
3) 생태발자국 퀴즈 작성		
(7)	퀴즈 질문참고와 퀴즈 응답에 의한 산정 EF치의 평가란의 작성	응답자에 대한 참고 예시 제시, 응답결과(EF치)의 한국인 평균세계평균과의 비교, 필요한 지구의 수 등의 표시(퀴즈 질문표)

서울시민의 생태발자국에서 가장 큰 부분을 차지하는 것이 탄소발자국이다. 탄소발자국은 주택이나 서비스 외에도 교통이나 농업 등에도 사용되는 에너지 발자국인데, 서울의 농수산물 및 제조업 생산량은 미약하므로 대부분의 에너지 발자국은 주택과 교통부문일 것이라 판단되어 에너지 발자국의 퀴즈를 작성하였다. 소비재와 폐기물에 대한 발자국은 서울 시민 평균 발자국에 포함되지 않았지만, 선행 연구를 반영하여 문항을 작성하였다. 초지와 경작지에 대한 발자국을 반영하여 축산물 등 음식부문의 상대적 비율을 정하였다. 이에 따라 다음과 같이 생태발자국 계산 퀴즈문제를 작성하였다(표 3-13).

[표 3-13] 개인 생애발자국 계산 퀴즈

Food			Service (Energy)		
1	식품을 주로 구입하는 곳		8	가구당 월평균 전기소비량	
	생협·파머스마켓 (0.1)			사용하지 않음 (0)	
	재래시장 (0.2)			200kWh 미만($\leq 25,000$ 원) (0.26)	
	대형 슈퍼마켓 (0.3)			200~300kWh 미만($\leq 50,000$ 원) (0.65)	
2	제철, 지역, 비가공 농산물을 사는 빈도			300~500kWh 미만($\leq 120,000$ 원)(1.04)	
	항상 (0.1)			500~700kWh 미만($\leq 260,000$ 원)(1.56)	
	절반정도 (0.4)			700kWh 이상($\geq 260,000$ 원)(2.08)	
	조금 (0.6)		9	가구당 월평균 도시가스 소비량	
	전혀 고려하지 않음 (0.8)			사용하지 않음	
3	육식섭취량(쇠고기, 돼지고기, 닭고기)			12㎡ 미만($\leq 10,000$ 원) (0.04)	
	육식을 하지 않음 (0.1)			12~30㎡ 미만($\leq 25,000$ 원) (0.14)	
	한 달에 1~3회 (0.4)			30~60㎡ 미만($\leq 45,000$ 원) (0.29)	
	일주일에 한두 번 (0.6)			60~100㎡ 미만($\leq 75,000$ 원) (0.52)	
	거의 매일 섭취 (0.9)			100㎡ 이상($\geq 75,000$ 원) (0.96)	
	매 끼니마다 (1.2)		10	가구당 월평균 수도물 사용량	
4	유제품 섭취량(우유/요거트, 버터, 치즈)			사용하지 않음 (0)	
	계란과 유제품 먹지 않음 (0)			10㎡ 미만($\leq 4,000$ 원) (0.33)	
	일주일에 한두 번 (0.1)			10~20㎡ 미만($\leq 8,000$ 원) (0.5)	
	매일 유제품 섭취 (0.2)			20~40㎡ 미만($\leq 21,000$ 원) (1.0)	
음식부문 소계				40~60㎡ 미만($\leq 35,000$ 원) (1.67)	
	$0.018 \times (Q1+Q2) + 1.1864 \times (Q3+Q4)$			0㎡ 이상($\geq 35,000$ 원) (2.5)	
Shelter			서비스 부문 소계		
5	현재 집에서 같이 사는 식구 수 (명)			$Q8+Q9+0.02 \times Q10$	
6	현재 거주하는 주택의 형태		Transportation		
	단독주택 (1.0)		11	일일 대중교통(버스, 지하철, 철도) 이용량	
	다가구/연립/빌라/기타 (0.9)			이용하지 않음 (0)	
	아파트 (0.8)			편도 5km권 미만 (0.022)	
	태양열 주택 (0.5)			편도 5 ~ 10km권 미만 (0.066)	
7	현재 거주하는 집의 크기			편도 10 ~ 30km권 미만 (0.176)	
	50㎡ 이하 (15평 이하) (0.178)			편도 30 ~ 50km권 미만 (0.352)	
	50 ~ 100 ㎡ (15~30평) (0.533)			편도 50km권 이상 (2시간 이상)(0.528)	
	100 ~ 150 ㎡ (30~45평) (0.808)		12	자동차를 이용하는 경우, 연간 주행거리	
	150 ~ 200 ㎡ (45~60평) (1.243)			이용하지 않음 (0)	
	200 ~ 250 ㎡ (60~75평) (1.598)			2,500km 미만 (0.105)	
	250 ㎡ 이상 (75평 이상) (1.953)			2,500 ~ 5,000km 미만 (0.316)	
주거부문 소계				5,000 ~ 15,000km 미만 (0.843)	
	$Q6 \times Q7 / Q5$			15,000 ~ 25,000km 미만 (1.685)	

	25,000km 이상(2.528)		18	물건을 고쳐서 사용하는 정도	
13	자동차를 이용하는 경우, 자동차 연비			대부분 고쳐서 사용함 (0.9)	
	15km/리터 이상(1등급) (0.6)			조금 고쳐서 사용함 (1.0)	
	14.9 ~ 12.8km/리터 (2등급) (0.8)			대부분 고치지 않고 버림 (1.2)	
	12.7 ~ 10.6km/리터 (3등급) (1.0)		재화 부문		
	10.5 ~ 8.4km/리터 (4등급) (1.2)			Q16×Q17×Q18	
	8.3km/리터 이하 (5등급) (1.5)			Waste	
14	자동차 이용하는 경우 평소 승차인원		19	일주일에 배출되는 일반 쓰레기양	
	1명(혼자) (1.5)			10리터 미만 (0.7)	
	2명 (1.0)			10~15리터 (1.2)	
	3명 (0.75)			15~20리터 (1.7)	
	4명 이상 (0.5)			20리터 이상 (2.4)	
15	연간, 출장 및 여행용 비행기 이동거리		20	분리수거 및 재활용 빈도	
	이용하지 않음 (0)			100%(항상) (0.75)	
	2.5시간 미만 (0.043)			75% (1.0)	
	2.5 ~ 5시간 미만 (0.128)			50% (1.2)	
	5 ~ 10시간 미만 (0.256)			25% (1.5)	
	10 ~ 30시간 미만 (0.683)			0% (전혀 하지 않음)(2.0)	
	30시간 이상 (1.366)		폐기물 부문		
교통부문 소계				0.16×Q19×Q20	
	Q11+(Q12×Q13×Q14)+Q15		요약 :		
	Stuff		각 부문별 소계를 옮겨 쓴 후 합산해 보세요.		
16	매월 의복, 가구, 가전 소비			음식	
	15만 원 미만 (0.25)			주거	
	15 ~ 30만 원 미만 (0.5)			에너지 / 물	
	30 ~ 60만 원 미만 (1.0)			교통	
	60 ~ 90만 원 미만(1.75)			재화	
	90만 원 이상 (2.25)			폐기물	
17	일회용품 사용			총계	
	거의 사용하지 않음 (0.8)		당신의 생활패턴에 필요한 지구의 양 = (총계)/1.72		
	조금 사용함 (1.0)				
	자주 사용함 (1.2)				

*퀴즈에 생태발자국에 대한 설명과 지구가 가진 생태용량 한계를 함께 명시하여 응답자들의 이해를 도움.

경각지 생태발자국은 식품 별로 소비량을 표현하기가 어려워서 ‘푸드 마일리지’의 개념을 도입하였다. 푸드 마일리지는 1990년대 영국에서부터 시작된 소비자 운동으로 로컬푸드 운동을 이끌었다. 푸드 마일리지의 목적은 크게 환경과 건강, 사회적 문제를 해결하는 데 도움이 된다. 식품의 생산에서 소비, 폐기에 이르는 전 과정에서 발생하는 탄소배출량을 줄여서 환경에 악영향을 줄이는 것을 목적으로 한다. 또한 건강상에도 소비자의 식탁에 도착하기까지의 시간이 적게 걸릴수록 영양의 손실과 부패를 방지할 수 있고, 방부제나 유해한 물질의 첨가도 줄어 들뿐만 아니라 제철에 충분히 익은 농산물을 생산하기 때문에 맛도 더 좋다. 사회적 장점은 식품을 통해 사회적으로 생산자와 소비자가 가까워지고, 같은 지역 내의 주민들이 서로 사회적 책임을 다할 수 있도록 돕는 데에 있다.

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{ 푸드 마일리지} &= \text{식품 중량(t)} \times \text{수송거리(km)} \\ \blacksquare \text{ 이산화탄소 배출량} &= \text{푸드 마일리지} \times \text{이산화탄소 배출계수} \end{aligned}$$

[표 3-14] 수송부문 이산화탄소 배출계수

수송	명칭	CO2 배출계수 (CO2kg/ton*km)
육상수송	트럭	2.49E-01
해상수송	내항선(벌크)	8.37E-03
	외항선(벌크)	2.11E-03
	외항선(컨테이너)	9.02E-03
	외항선(탱커)	2.12E-03
항공수송	항공	1.10E

주: 한국환경산업기술원(2011)

우리나라 1인당 푸드 마일리지는 해마다 늘고 있어서 2010년 현재 7,085ton·km/인에 이른다. 같은 해 일본은 5,484ton·km/인, 영국은 2,337ton·km/인, 프랑스는 739ton·km/인 만 비교해봐도 한국인의 식탁이 국가 면적에 비해 푸드 마일리지가 현저히 높다는 사실을 알 수 있다.²⁷ 음식부문의 쿼즈에서 식품 구매장소와 계절 농수산물에 관한 질문을 통해 푸드 마일리지 개념을 반영하였다.

²⁷ 로컬푸드 운동본부 누리집(<http://www.lfk.or.kr/LocalFoodStory>)

재화와 폐기물은 생태발자국이 따로 마련되어 있지 않기 때문에 짐머켈(2005)의 ‘나의 탄소발자국 측정기’ 부분과 안산시 생태발자국 조사자료(2009)를 참고하였다. 우리나라에서는 대부분 폐기물을 분리수거하고 있기 때문에 재활용 쓰레기에 대한 항목에 큰 차이가 없을 수도 있어서 폐기물의 양과 빈도를 질문하였다. 재화 혹은 소비재에 대한 부분은 목재나 자연자원에 직접 관여되어 있음에도 불구하고 측정이 가장 어려운 부문이다. 짐머켈은 각자 가지고 있는 물건들의 무게를 재고, 그 재료를 추적해서 생태발자국을 측정할 수 있다고 하였지만, 실제로 이러한 활동에 제약이 있으므로 중고제품을 구매하는 환경행동과 월별 구매액수를 통해 대략적으로 추정이 가능하다.

2) 개인 생태발자국 설문조사 개요

① 조사 목적과 내용

개인의 생태발자국 조사를 통해 협동조합에 가입한 조합원을 일반시민(비조합원)과 비교하여 환경행동에 차이를 보이는지를 수치로 확인하는 데 목적이 있다. 차이가 있다면 어떤 부문에서 차이가 발생하는지, 소득수준과는 관계가 있는지 확인하고자 한다. 이를 위해 일반시민 7~8명을 대상으로 위의 생태발자국 계산지를 테스트하였다. 서울시민 평균 생태발자국과의 차이가 크지 않은지, 최대와 최소 범위를 확인하고, 에너지와 음식부문의 비율을 먼저 거쳐 몇 가지 환경행동을 포함한 설문지를 제작하였다(부록 6).

샘플링은 지역 주민을 대상으로 하여 구별로 공동주택 거주자들을 중심으로 무작위 샘플링을 실시하기로 하였다. 단, 이 연구는 표본추출법에 근거한 인구대비 샘플링 사이즈 계산방법을 사용하지 않았다. 서울의 인구를 고려했을 때 95% 신뢰도와 $\pm 5\%$ 표준오차를 고려해 최소 384명은 샘플링해야 하지만, 작은 연구로서 예산 및 시간적 한계로 소규모로 진행하기로 하였다. 조합원과 비조합원 각각 50명을 설문대상으로 조사를 진행하고자 하였다. 하지만 조합원들이 더 많이 참여하여 78명이 응답하였고, 일반인들을 대상으로 배포된 설문지에도 조합원들(조합명은 알 수 없음)이 포함되어 있어 비조합원은 최종 43명으로 확인되었다. 비조합원에 대한 추가 조사가 필요하다고 느꼈으나, 시간적 제약으로 지역을 방문하지 못하고 연구를 마무리하게 되어 아쉬움이 남는다.

② 조사지역

이 조사를 위해 모심과 살림 연구소에 협조를 부탁하는 과정에서 한살림 북동지부(성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 성북구)와 연락이 닿아 도움을 받게 되었다. 한 매장에서 조사하려고 하였으나, 매장 내 공간이 협소해 설문지를 작성할 만한 공간적 여유가 없었다. 또한 매장을 방문한 사람들이 10분 이상의 시간을 기꺼이 내어주기가 어려운 상황이었다. 따라서 협동조합에 적극적으로 참여하는 소모임이나 마을모임 회원을 대상으로 모임에 찾아가기로 했으며 8월 모임을 활용하였다. 일반시민(비조합원)에 대한 조사도 동일 지역으로 정하였고, 주로 광진구와 동대문구, 성북구 지역 주민들을 대상으로 실시하였다.

③ 조사기간

조사기간은 8월 18일부터 8월 31일까지 2주간 실시되었으며, 일반시민을 대상으로 하는 조사도 이 기간에 같이 진행하였다. 협동조합의 성격상 주부들이 많을 것으로 생각하여, 일반인들도 가능한 주부들을 대상으로 진행하였고, 가능한 여성을 중심으로 설문조사를 진행하였다. 마지막 조사는 조합원과 비조합원이 함께 참여하는 그 지역의 마을 행사(마을한마당)에 참여하여 설문을 진행하였다. 아래의 사진은 마을한마당 행사에서 따로 마련되었던 생태발자국 설문조사 공간이다. 일반시민보다 조합원의 참여가 많아져서 행사 방문객들을 찾아서 설문을 진행하기도 하였다.



[그림 3-3] 생태발자국 설문조사 활동

04

생태발자국 조사결과

- 1_조합원과 비조합원 생태발자국 조사결과
- 2_결과분석 및 시사점

04 | 생태발자국 조사결과

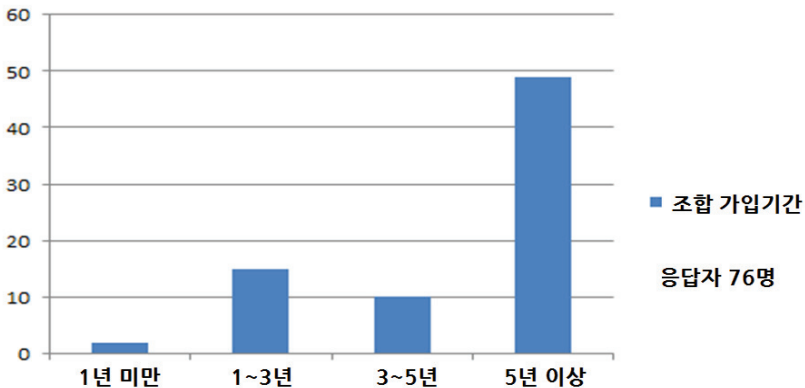
1_조합원과 비조합원의 생태발자국 조사결과

1) 응답자 특성

조사응답자의 수는 총 121명으로 조합원 78명, 비조합원 43명이었다. 성북구, 성동구, 동대문구, 광진구, 중랑구 5개구 인구수(1,956,957명)²⁸를 고려했을 때 90% 신뢰구간 ± 8.9 이다. 응답자들의 평균연령은 46세였으며, 조합원의 평균연령은 48세, 비조합원 평균연령은 39세로 두 집단 간에 차이가 있었다. 한살림조합원의 평균연령이 46.3세로 평균연령에 근접한 조사였으며, 조합 가입기간이 5년 이상 된 조합원들이 64%로 가장 많았다. 한살림(2014)에 따르면 전체조합원의 평균 가입기간이 5.6년이다.

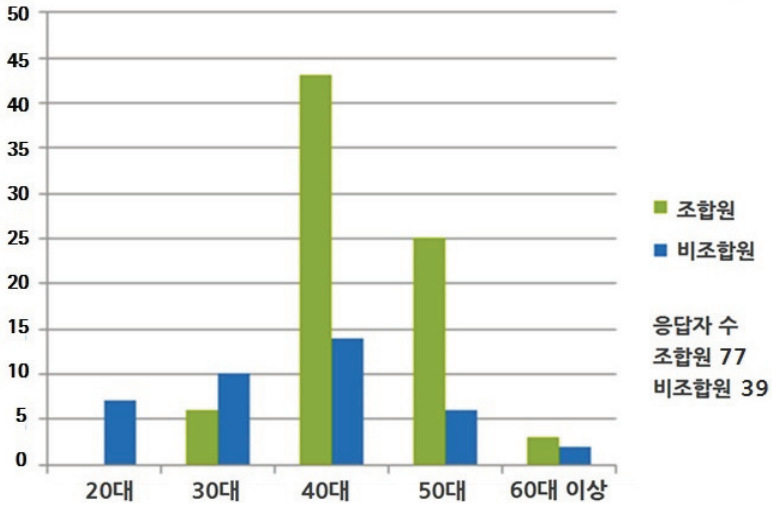
[표 4-1] 응답자 특성

	응답자 수	평균연령	평균소득
조합원	78	48	515
비조합원	43	41	485

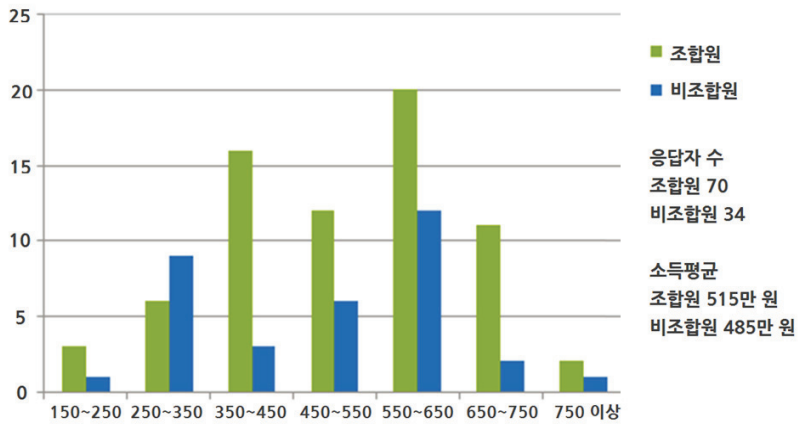


[그림 4-1] 조합 가입기간

²⁸ 한살림 북동지부는 5개 구 외에 구리시 거주자들도 조합원으로 가입한 상태이며, 조합원 수는 35,000명임.



[그림 4-2] 응답자 연령 분포도



[그림 4-3] 응답자 월 소득분포

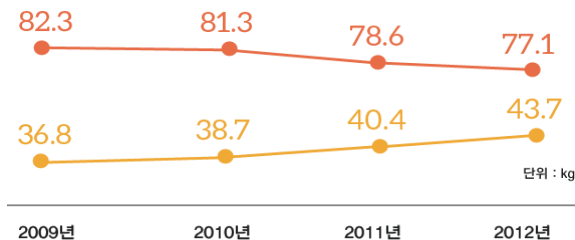
[표 4-2] 응답자 가구 월 소득분포 (만 원, %)

	150~250	250~350	350~450	450~550	550~650	650~750	750≤
조합원	4	9	23	17	29	16	3
비조합원	3	26	9	18	35	6	3

응답자 연령분포에서 조합원 중 40대가 가장 많았고, 그다음으로 50대 응답자가 많았다. 실제 한살림 서울 조합원들의 연령대에서 40대가 39.5%로 가장 많고, 다음으로 30대(26.7%), 50대(21.7%) 순이다. 이번 응답자의 경우 30대보다는 50대 응답자가 많았다. 비조합원도 40대가 가장 많았으며, 30대, 20대의 순으로 청장년층의 응답자가 많았다.

응답자 소득분포는 조합원과 비조합원 사이에 차이가 있었다. 하지만 두 집단 모두 550만 원 이상~650만 원 미만의 소득가정이 가장 많았다. 구간별 중간값으로 평균을 냈더니 한국의 평균 가구소득보다 높은 505.8만 원이었으며, 조합원 소득평균은 515만 7천 원, 비조합원 소득평균은 485만 3천 원으로 조사되었다. 이는 소득을 표기하지 않은 사람 17명을 제외한 평균값이다. 2014년 통계청의 '2인 이상 가구'당 월평균 가계수지 통계자료에 의하면, 우리나라 근로자 가구의 월평균 소득이 470만 4천 원이므로, 비조합원, 조합원 응답자 가구는 전국 평균이상의 소득 가정이라고 볼 수 있다.

이 연구에서 성별이나 학력, 직업을 묻지 않았던 이유는 응답자에게 불필요한 부담을 주지 않기 위해서였다. 그러나 소득은 소비활동과 직접적인 관계가 있는 만큼 응답자들에게 표기를 부탁하였다. 소득이 높아질수록 식품에 대한 소비가 증가하고, 식품의 질과 칼로리가 늘어나는 반면, 일정한 소득 이상이 되면 탄수화물은 오히려 섭취가 줄어드는 현상이 나타나는데 이런 예외적인 현상을 Bennett's Law라고 부른다. 이미 1950년대 말부터 선진국의 도시에서는 곡류의 소비가 줄어들고, 단백질 섭취가 증가하는 현상을 보였다(Leppman, 2005).



[그림 4-4] 곡물과 육류 소비량 변화

주: 전남 농업정보, 정책동향 누리집

(<http://www.jbares.go.kr/index.sko?menuCd=AB14002000000>)



[그림 4-5] Bennett's Law

주: Sustainability: A Comprehend foundation(Jonathan Tomkin's class material)

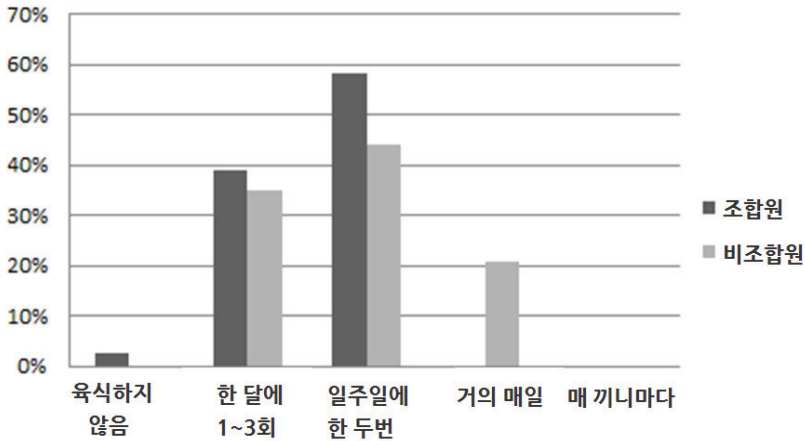
이러한 현상은 우리나라에서도 나타난다. 지난 10년간 곡물 소비가 줄어들었고, 줄어든 곡물 소비를 대신해 해마다 육류소비가 늘어나고 있다. 단위 생산당 투입되는 자원과 노력이 많이 들고,²⁹ 축산물을 키우는 동안 배출되는 온실가스가 많아 육류의 소비가 생태발자국을 증가시키는 데 끼치는 영향이 지대하다. 다음과 같이 부문별 생태발자국의 조사 결과를 정리하였다.

2) 음식 부문

음식부문에서 조합원과 비조합원 사이의 차이는 고기 섭취량과 유제품 섭취 습관에 의해 발생하였다. 조합원의 음식부문 생태발자국은 0.962gha이고, 비조합원의 음식부문 생태발자국은 1.260gha였다. 육식 습관에 의한 차이가 가장 컸으며 조합원들은 육식을 매일 먹는 사람들이 없었으나, 비조합원은 매일 육식을 먹는다는 응답이 21%에 달했다. 식품 구입처는 조합원들은 주로 생협매장이나 파머스 마켓 같은 곳을 이용한다는 응답이 90%

²⁹ 제품 1kg을 얻기 위해 투입되는 자원의 양으로 계산된 먹이전환율(Feeding Conversion Rate)에 의하면 닭고기(2:1), 돼지고기(5:1), 쇠고기(5~20:1)임. 쇠고기 1kg을 얻기 위해 건초 5~20kg을 먹여야 함.

에 달했고, 비조합원은 60%의 응답자가 대형 슈퍼마켓을 주로 이용한다고 응답했다. 특히 외식을 주로 한다는 응답자도 9%여서 1인 가구가 늘면서 외식의 비중이 확대되고 있는 것으로 보였다. 음식부문 생태발자국은 조합원이 0.962gha, 비조합원이 1.260gha로 조사되었다.

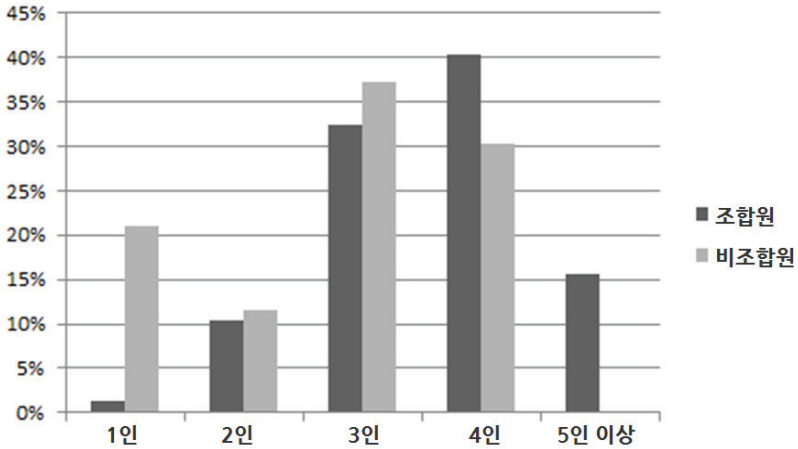


[그림 4-6] 육식 섭취 빈도

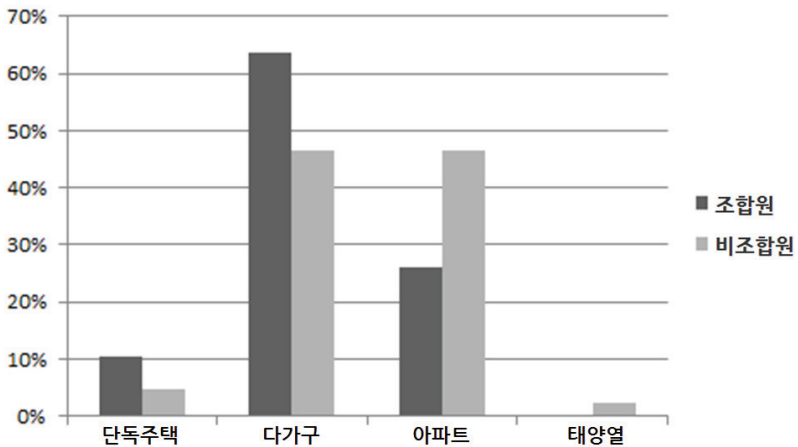
3) 주택 부문

주택 부문의 문항은 가족 수, 주택의 형태와 주택의 크기로 구성되어 있다. 조합원과 비조합원은 가구 내 동거하고 있는 가구원의 수에서도 차이를 보였다. 조합원의 가구원 수가 비조합원의 가구원 수보다 많은 편이었다. 2010년 인구센서스에 의해 발표된 자료에 의하면 서울시 가구당 가구원 수는 2.7명이었는데, 이번 조사에서 비조합원의 평균 가구원 수는 2.8명인데 반해 조합원의 가구원 수는 3.6명이었다. 이는 생활협동조합을 이용하는 조합원들 조사에서도 2012년 3.6명, 2014년 3.4명으로 나타난 바 있다(한살림, 2014). 주택의 형태는 서울의 특성상 단독주택이나 태양열주택에 사는 사람들보다 아파트나 다가구/연립/빌라 등 공동주택에 거주하는 사람들이 많았다. 응답자 중 조합원 64%가 다가구/연립/빌라에 거주하고, 26%가 아파트에 거주한다고 응답한 반면, 비조합원은 다가구와 아파트가 같은 비율이었다. 주택의 크기는 가구원 수를 반영하듯 조합원의 절반(49%)

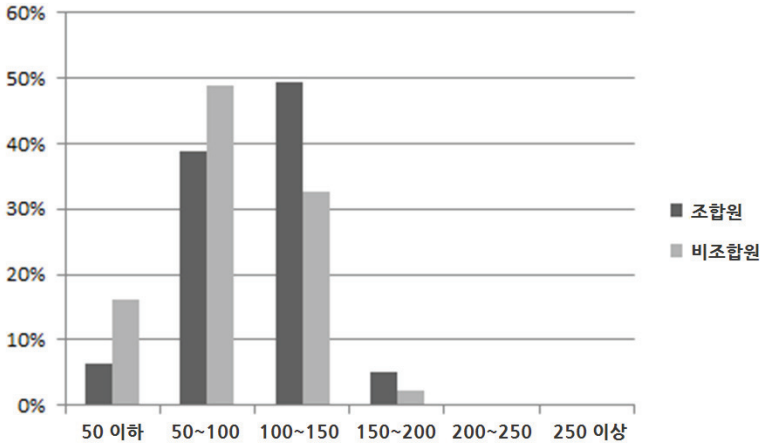
에 가까운 응답자가 100~150m²의 주택에 거주한다고 응답한 반면 비조합원은 50~100m²에 거주한다는 응답자가 절반(49%)에 가까웠다. 주택에 의한 생태발자국은 조합원이 0.096gha이고, 비조합원이 0.229gha로 나타났다. 주택의 형태와 크기에 비해 가구원 수가 많은 조합원이 상대적으로 낮은 생태발자국을 나타내었다.



[그림 4-7] 가구당 가구원 수



[그림 4-8] 주택 형태



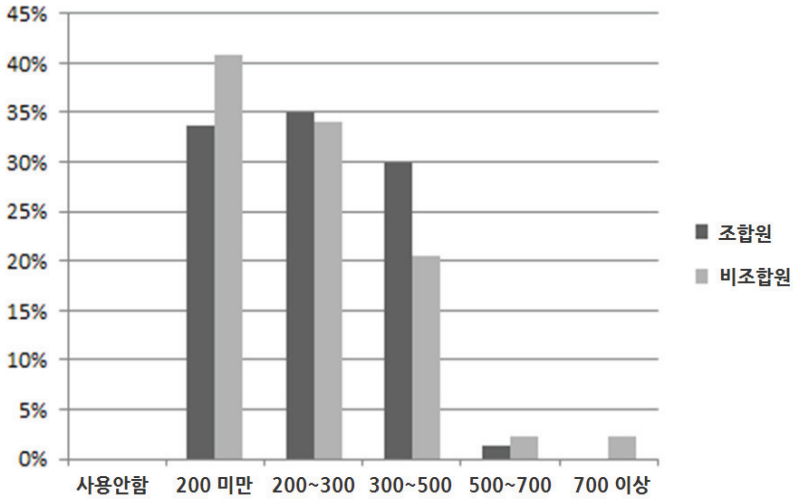
[그림 4-9] 거주 주택의 규모 (단위: m²)

4) 에너지 부문

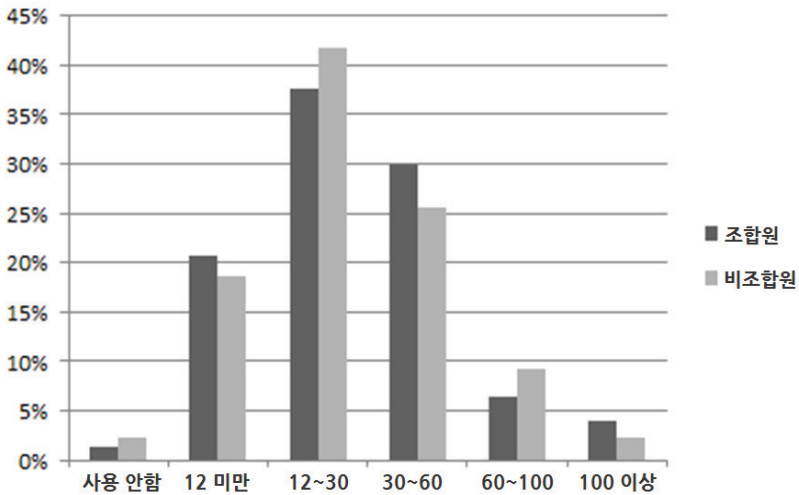
에너지 부문은 3가지 항목(전기 소비량, 도시가스 소비량, 수도물 소비량)으로 구성되어 에너지 부문을 추정하였다. 에너지 부문은 가구당 요금이 부과되기 때문에 주택규모가 크고, 가구원 수가 많을 시 에너지가 더 많이 소비될 것으로 쉽게 예상이 가능하다. 하지만 가구원 수에 비례하여 늘어나지는 않기 때문에 주택 발자국과 같이 발자국 계산에서 가구원 수를 고려해서 산정하지 않는다.

서울시 특성을 반영하여 대부분 도시가스가 공급되고 있다는 가정하에 기타 연료에 관한 항목을 포함하지 않았다. 하지만 농촌지역은 LPG나 다른 연료원을 가지는 경우도 많아서 이를 조사에 포함해야 할 것이다. 전기사용량은 여름철을 기준으로 사용량을 kwh 단위와 함께 금액을 표시하여 응답자들의 편의를 고려하였다. 전기 사용량에서는 가장 많은 응답자가 200kwh 미만을 선택하였으나 200kwh~300kwh 구간을 선택한 응답자들과 큰 차이를 보이지 않았다. 조합원을 기준으로 봤을 때 200kwh~500kwh 사이에 응답자가 골고루 나누어진 반면, 비조합원들은 200kwh 미만을 선택한 비중이 더 높게 나타났다. 이는 가구당 가구원 수와 관련이 있을 것으로 보인다. 도시가스 사용량은 비슷한 분포를 나타냈다. 조합원과 비조합원 모두 12m³~30m³ 미만(10,000원~25,000원)의 응답이 가장 많았고, 30m³~60m³ 미만(25,000원~45,000원)이 그다음으로 많았다. 수도물의 사용량은

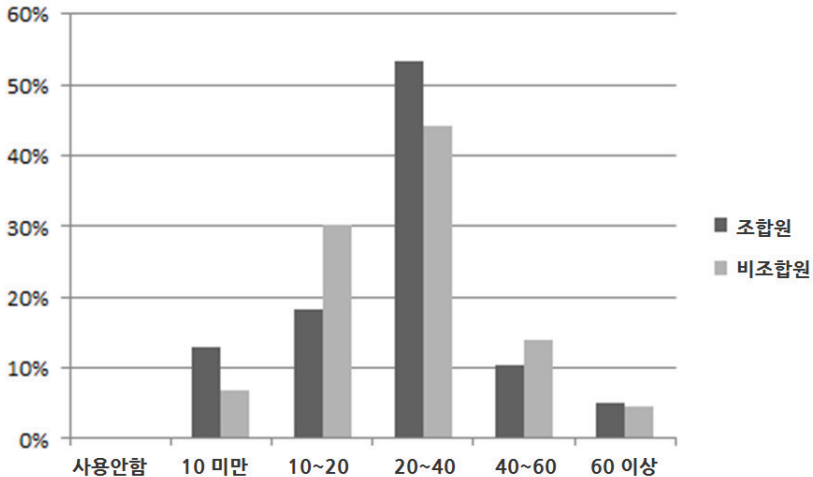
20m³~40m³ 구간이 가장 높게 나타났다. 세 가지 에너지 부문에 대한 생태발자국은 조합원이 1.210gha로, 비조합원(0.951gha)보다 높게 나타났다.



[그림 4-10] 전기 사용량 (단위: kWh)



[그림 4-11] 도시가스 사용량 (단위: m³)



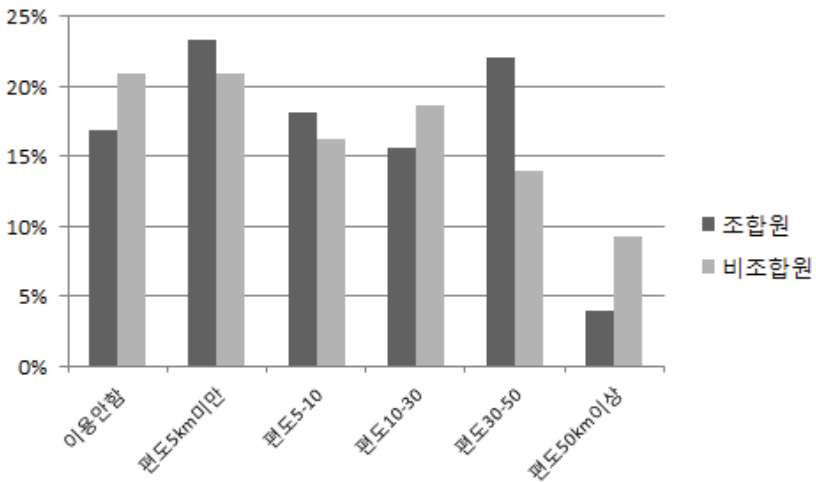
[그림 4-12] 수돗물 사용량 (단위: m³)

5) 교통부문

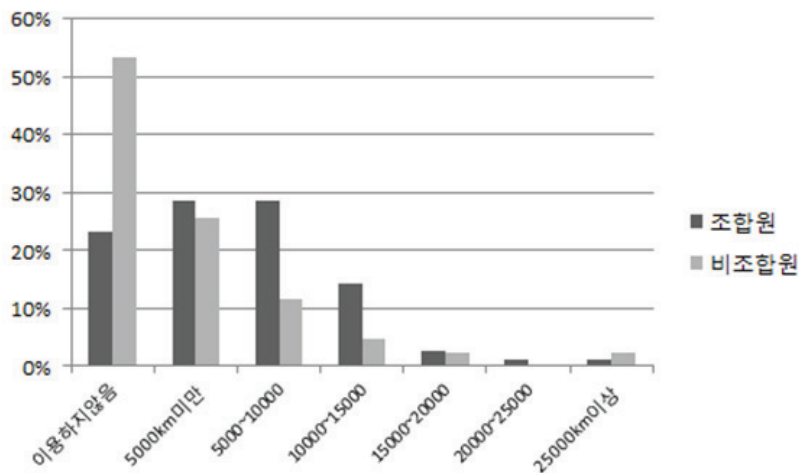
교통부문은 대중교통 사용수준과 자동차 주행거리와 종류, 동승자 여부, 비행기 이동거리 등으로 구성되었다. 대중교통은 편도 이동거리를 통해 발자국을 산정하였으며, 자동차로 인한 발자국은 주로 주행거리와 연비, 동승자 유무에 의해 결정되는데, 연비 대신 자동차의 종류(크기)를 선택하게 하는 방법을 사용하였다. 먼저 대중교통에 대한 응답자들의 응답은 골고루 분포하고 있었는데, 이용하지 않는다는 응답자가 조합원과 비조합원 각각 17%, 21%를 차지하였으며, 대중교통 발자국은 조합원(0.143gha)과 비조합원(0.146gha)의 차이가 거의 없는 것으로 조사되었다.

자동차는 이용하지 않는 응답자가 비조합원에서 더 높은 비율로 나타났다. 자동차를 이용하는 응답자의 경우만 고려하였을 때, 조합원 74%, 비조합원 80%가 연간 10,000km 이하를 운행한다고 답하였다. 자동차 발자국을 비교해보면 조합원의 자동차 발자국이 0.259gha이고, 비조합원의 자동차 발자국이 0.234gha로 나타났다. 비행기 이동거리가 교통발자국에 미치는 영향이 큰데 조합원은 74%가 지난해에 비행기를 이용하지 않았다

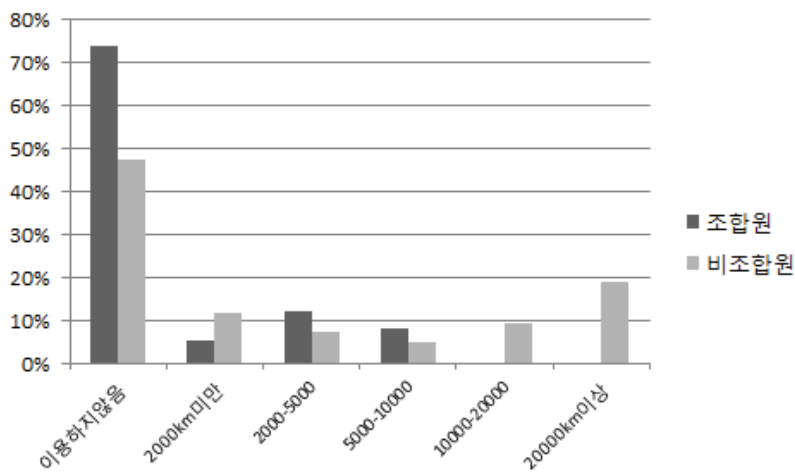
고 대답한 반면, 비조합원은 48%만이 비행기를 이용하지 않은 것으로 조사되었다. 하지만 응답자 중 비행기 이동거리를 기입하지 않은 경우가 조합원 측이 더 많은 편(5명)이어서 누락된 부분도 있을 것으로 판단된다. 이 부분은 소득과 비례해서 비행기 이용이 증가하는 추세에 반하는 것으로 좀 더 철저한 추가조사와 분석이 필요할 것으로 보인다. 특히 연령대가 낮은 비조합원의 특성, 가구당 가족원 수가 적고 1인 가구의 비율이 높은 특성을 고려해보면 아이들 교육 문제가 상대적으로 적고, 활동이 자유로운 비조합원의 비행기 이용이 더 높았을 수도 있어서 외부적 요인이 작용하였을 수 있음을 고려해야 한다. 또한 대부분이 주부들을 대상으로 했지만, 맞벌이 주부는 출장으로 비행기 이용이 많았을 수도 있다. 결과적으로 전체적인 교통발자국은 비행기 이동거리에서 차이가 크게 나타나 조합원이 0.442gha인 반면, 비조합원의 교통발자국은 0.739gha로 나타났다.



[그림 4-13] 일일 대중교통 이용량 (단위: km)



[그림 4-14] 연간 자동차 이용량 (주행거리, 단위: km)



[그림 4-15] 연간 비행기 이동거리 (단위: km)

[표 4-3] 교통부문 생애발자국

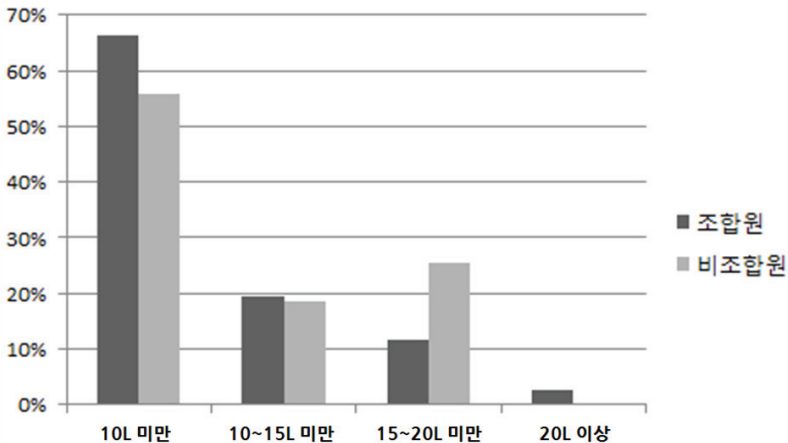
	대중교통	자동차	비행기	총 교통발자국
조합원	0.1429	0.2591	0.070	0.4720
비조합원	0.1463	0.2340	0.3582	0.7386

이 설문에는 직업군이 포함되지 않아 그룹 간에 직업의 영향이 발생할 수 있으므로 이를 고려해야 할 것으로 생각한다.

6) 재화와 폐기물

재화 혹은 소비재에 대한 발자국 측정은 매월 구입에 지출되는 비용으로 측정이 가능한데 이번 설문에서는 재화에 관한 습관을 중심으로 추정하였다. 소득을 기준으로 적자인지, 딱 맞춰서 생활하는지, 혹은 저축을 하는지를 질문하였고, 일회용품의 사용이나 중고제품의 활용 정도를 통해 재화 부분을 산정하였다. 재화에 의한 발자국은 조합원이 0.940gha로 비조합원 0.7gha보다 조금 더 높은 편이었다.

폐기물 발자국의 산정은 폐기물의 양으로 산정이 가능한데, 이번 설문에서는 일주일에 배출되는 폐기물의 양을 기준으로 산정하였다. 재활용은 국가 정책상 사람들 대부분이 재활용을 실천하고 있다고 응답하였다. 폐기물 발자국은 조합원과 비조합원이 평균 0.152gha로 동일하게 산출되었다.



[그림 4-16] 주간 일반쓰레기 양 (단위: L)

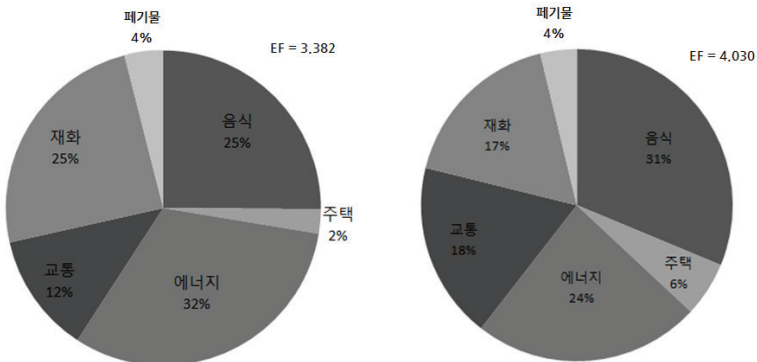
2_결과분석 및 시사점

1) 생태발자국 총괄

부문별 발자국을 모아서 전체 생태발자국 지수를 산정하였다. 총 생태발자국은 조합원이 3.832gha로 비조합원 4.030gha로, 조합원들이 일반시민들(비조합원)에 비해 약간 작은 생태발자국을 남기는 것으로 조사되었다. 조합원이 상대적으로 높은 발자국을 남긴 부문은 에너지와 재화(소비재)였고, 비조합원 시민들이 더 많은 발자국을 남기는 부문은 음식과 주택, 교통 부문이었다. 가구당 가구원 수가 에너지와 재화 부문에서 더 많은 소비를 가져온 원인이 되었을 것으로 추정된다.

[표 4-4] 총 생태발자국 (단위: gha, %)

	음식	주택	에너지	교통	재화	폐기물	총계
조합원 (부문별 비중)	0,962	0,096	1,210	0,472	0,940	0,152	3,832
	25	2	32	12	25	4	100
비조합원 (부문별 비중)	1,260	0,229	0,951	0,739	0,700	0,152	4,030
	31	6	24	18	17	4	100



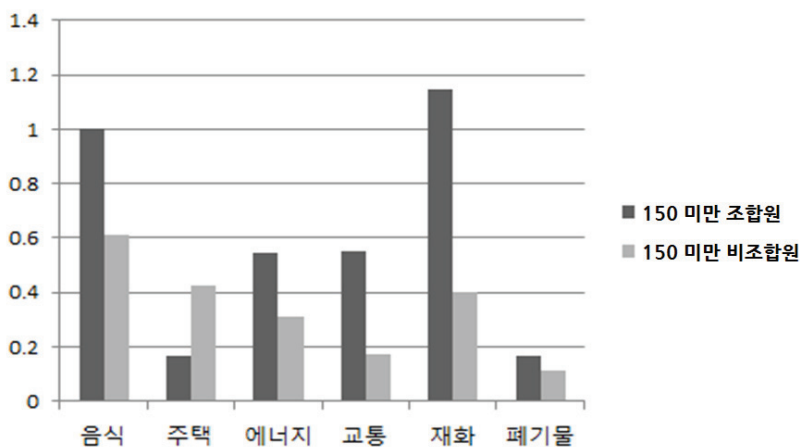
[그림 4-17] 조합원(좌)과 비조합원(우)의 생태발자국

서울시 생태발자국에서 음식부문 발자국이 1.325gha였던 것에 비해 조합원과 비조합원 모두 작은 값을 보였다. 음식부문은 육식 습관에 의한 영향과 푸드 마일리지를 고려한 지역 농수산물이나 제철 농수산물의 소비습관이 두 그룹 간에 차이를 보였다. 한살림과 같은 생활협동조합의 경우, 농수산물은 대부분 국내산 제철 농수산물을 판매하고 있다. 친환경 먹을거리에 대한 구입경로를 살펴보면 조합원들은 대부분 친환경 먹을거리를 한살림 매장에서 구매하는 것으로 나타났다(한살림연합 모심과살림연구소, 2014). 친환경 먹을거리를 구입하는 장소의 비중을 살펴보면 설문조사 지역이었던 한살림 북동지부의 경우 한살림매장을 이용하는 사람들이 98.6%, 대형마트에서 구입하는 경우가 61.7%로 나타났다. 이들은 다른 생협 매장이나 유기농 전문점에서도 친환경먹을거리를 구입하는 비율이 각각 27% 정도로 나타났다. 일반시민은 대형마트에서 친환경먹을거리를 구매하는 경우가 가장 높았고, 협동조합을 포함한 유기농전문점에서의 구매는 3위에 머물렀다. 조합원들이 생협 매장에서 먹을거리를 구입하는 구입액 비중은 평균 73%에 이르며, 반 이상을 생협 매장에서 구매하는 조합원이 75%를 넘는 것으로 조사된 바 있다.

에너지 부문과 교통부문의 생태발자국을 합하면 전체 생태발자국의 절반에 가깝게 나타난다. 서울시 탄소발자국이 전체 생태발자국의 반에 달하는 것으로 이미 산정된 바 있는데, 이와 유사한 패턴으로 나타났다. 조합원의 발자국 중 44%, 비조합원의 발자국 중 42%를 차지하며, 이는 탄소발자국으로 가정하여 탄소발자국의 추정이 가능하다. 그러므로 전력, 도시가스, 수돗물과 교통수단을 합한 탄소발자국은 조합원이 1.682gha이고, 비조합원이 1.69gha로 거의 두 집단의 차이가 없는 것으로 조사되었다.

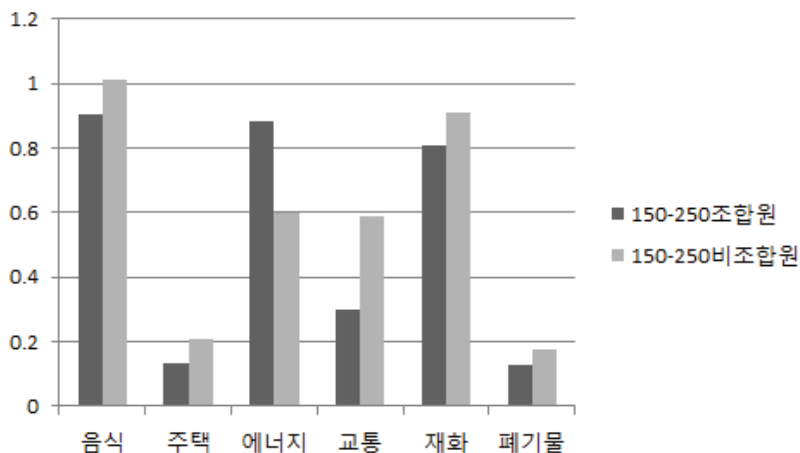
2) 소득구간별 집단 간 비교

소득이 증가함에 따라 소비와 단백질 섭취가 증가한다고 앞 절에서 소개한 바 있다. 소득 구간별 집단 간 비교를 통해 평균보다 하위소득 혹은 상위소득 구간에서 조합원과 비조합원 집단 간의 차이가 발생하는지 분석하였다.

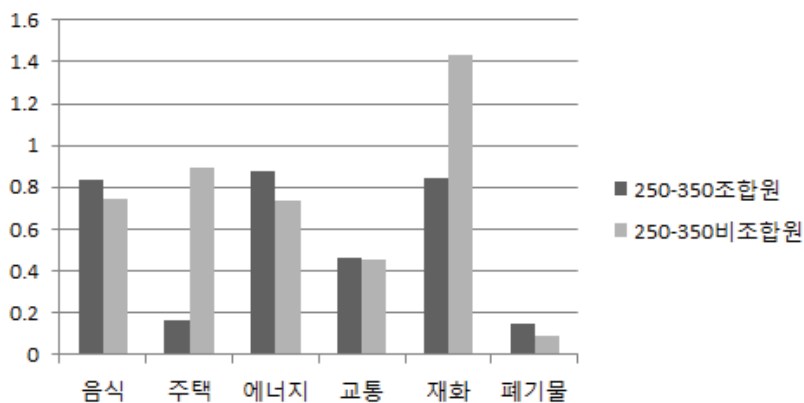


[그림 4-18] 월 소득 150만 원 미만 집단 간 비교

월 소득 50만 원 이하 구간에서 조합원의 생태발자국이 3.576gha로 월등히 높았다. 비조합원은 2.035gha로 소득에 비례해 낮은 수준이었다. 하지만 이 구간의 응답자가 비조합원의 경우 1인이었기 때문에 오차가 발생할 수 있을 것으로 판단된다. 월 소득 150~250만 원 구간에서 조합원(3.148gha)과 비조합원(3.494gha) 간의 생태발자국은 큰 차이가 없었다.

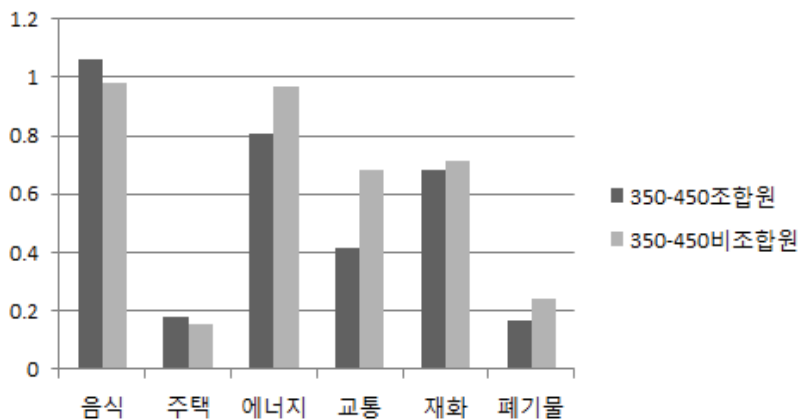


[그림 4-19] 월 소득 150~250만 원 집단 간 비교

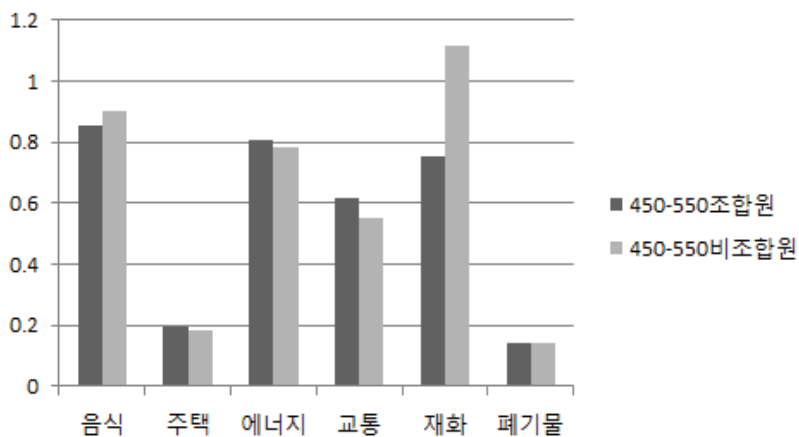


[그림 4-20] 월 소득 250~350만 원 집단 간 비교

월 소득 250~350만 원 구간의 집단 간 비교에서는 비조합원 집단의 생태발자국 평균이 4.353gha로 조합원 집단(3.335gha)보다 더 높았다. 반면 월 소득 350~450만 원 구간의 집단 간에는 큰 차이가 없었다. 이 구간의 조합원의 생태발자국이 3.314gha였고, 비조합원의 생태발자국이 3.745gha로 더 높았다. 하지만 비조합원의 교통부문 발자국이 특히 높게 나타났다.



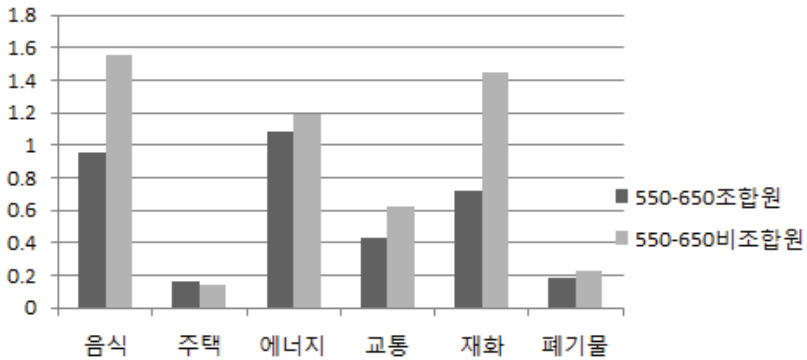
[그림 4-21] 월 소득 350~450만 원 집단 간 비교



[그림 4-22] 월 소득 450~550만 원 집단 간 비교

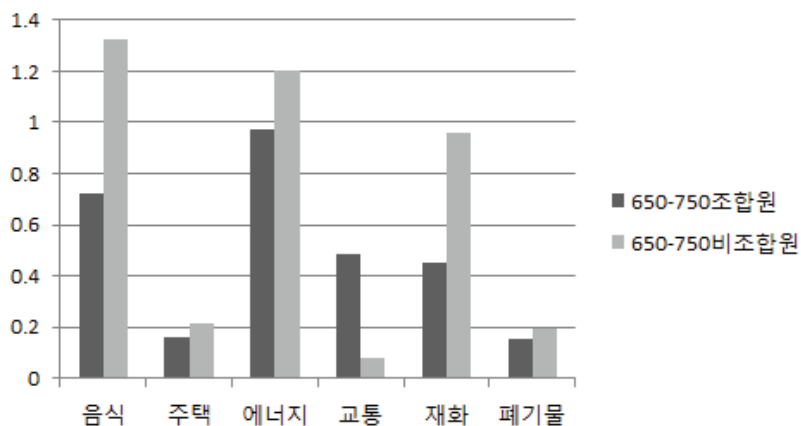
월 소득 450~550만 원 구간의 집단 비교에서는 집단 간에 큰 차이가 없었으나 재화 부분에서 비조합원의 생태발자국이 뚜렷한 차이를 보였다. 반면 에너지와 교통에서는 오히려 비조합원들의 생태발자국이 적은 것으로 조사되었다. 이 소득구간에서는 조합원의 생태발자국이 3.364gha, 비조합원의 생태발자국은 3.676gha로 나타났다.

월 소득 550~650만 원 구간의 집단 비교에서는 비조합원의 소비가 증가하는 패턴을 분명히 볼 수 있다. 조합원의 생태발자국이 3.527gha인데 비해 비조합원의 생태발자국은 5.204gha로, 주택을 제외한 모든 부문에서 같은 소득의 조합원보다 더 많은 생태발자국을 남기고 있었다. 특히 음식과 소비재에 많은 소비를 하고 있음을 알 수 있었다.

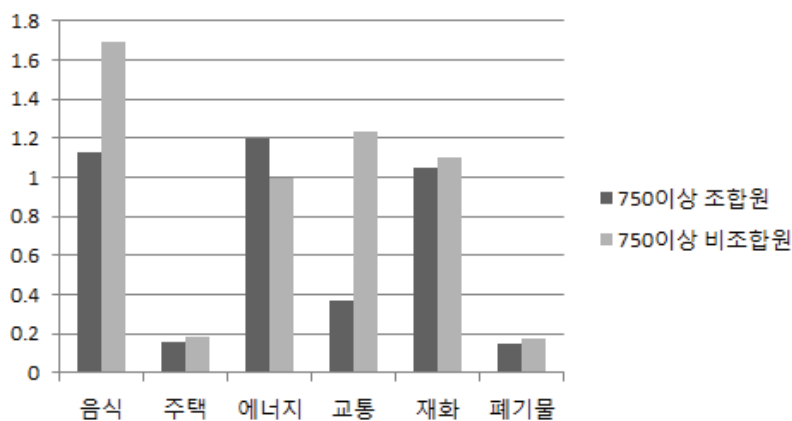


[그림 4-23] 월 소득 550~650만 원 집단 간 비교

월 소득 650~750만 원 구간의 집단 비교에서는 의외로 적은 생태발자국을 남기고 있었다. 조합원은 2.941gha였고, 비조합원은 3.972gha였다. 이 그룹은 응답자가 모두 40대였고, 응답자가 적어서 대표성을 가지기에는 한계가 있어 보인다. 마지막으로 가장 소득이 높은 구간인 월 소득 750만 원 이상의 그룹에 속해있는 조합원과 비조합원은 조합원 그룹과 비조합원 그룹에서 각각 가장 높은 생태발자국 수준을 보였다. 조합원 그룹이 서울시 평균 생태발자국(3.77gha)을 넘어서 4.045gha로 조사되었고, 비조합원은 5.378gha로 가장 높게 나타났다. 전반적으로 소득이 높아질수록 소비가 늘어나는 패턴을 보이고는 있으나, 조합원은 그 증가세가 뚜렷하지는 않았다.



[그림 4-24] 월 소득 650~750만 원 집단 간 비교



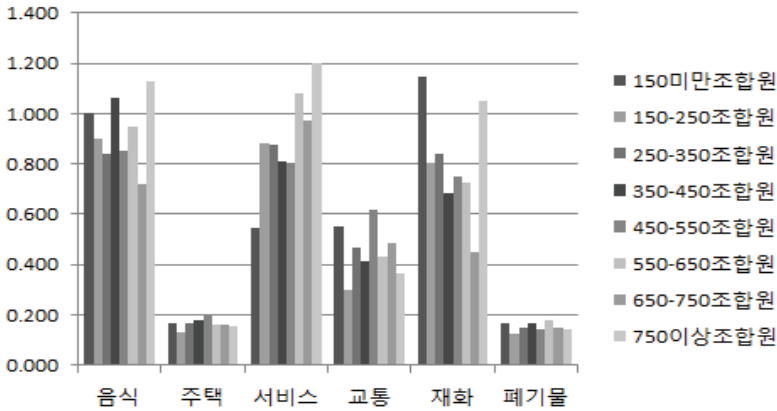
[그림 4-25] 월 소득 750만 원 이상 집단 간 비교

[표 4-5] 월 소득구간별 생태발자국 (gha)

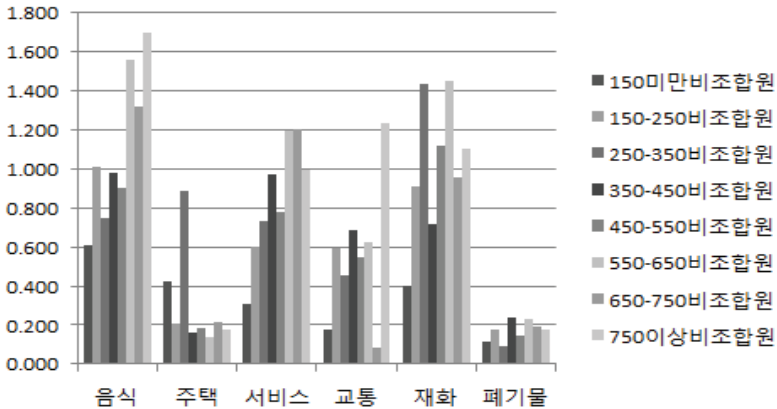
	음식	주택	서비스	교통	재화	폐기물	총 생태 발자국
150 미만 조합원	1,001	0,166	0,547	0,550	1,147	0,165	3,576
150 미만 비조합원	0,611	0,426	0,310	0,175	0,400	0,112	2,035
150~250 조합원	0,902	0,131	0,885	0,298	0,807	0,125	3,148
150~250 비조합원	1,010	0,207	0,600	0,590	0,911	0,175	3,494
250~350 조합원	0,840	0,165	0,876	0,465	0,841	0,147	3,335
250~350 비조합원	0,745	0,890	0,734	0,456	1,433	0,093	4,353
350~450 조합원	1,059	0,180	0,809	0,415	0,683	0,168	3,314
350~450 비조합원	0,980	0,157	0,971	0,684	0,713	0,240	3,745
450~550 조합원	0,853	0,196	0,805	0,616	0,751	0,144	3,364
450~550 비조합원	0,905	0,184	0,780	0,550	1,115	0,142	3,676
550~650 조합원	0,951	0,161	1,082	0,429	0,724	0,180	3,527
550~650 비조합원	1,561	0,140	1,195	0,627	1,450	0,231	5,204
650~750 조합원	0,721	0,162	0,970	0,487	0,450	0,152	2,941
650~750 비조합원	1,323	0,215	1,200	0,082	0,960	0,192	3,972
750 이상 조합원	1,126	0,155	1,201	0,367	1,052	0,144	4,045
750 이상 비조합원	1,697	0,180	0,994	1,231	1,100	0,176	5,378

다음은 부문별로 소득에 따른 생태발자국의 변화를 한눈에 알아볼 수 있도록 작성한 그 래프이다. 조합원은 소득이 높아짐에 따라 뚜렷하게 증가하는 부분은 서비스로 나타났다

고, 교통이나 재화(소비재)는 경향성이 드러나질 않는다. 반면 비조합원은 대부분의 부문에서 소득 증가에 따른 생태발자국이 증가함을 볼 수 있었다. 특히 음식 소비에서 두 집단 간의 차이가 뚜렷함을 알 수 있다. 협동조합원은 소득 차이에 상관없이 일정한 소비를 계속하는 반면, 비조합원은 육식 소비가 급격히 늘어남을 알 수 있었다. 이는 조합원이 건강식을 선호하는 집단인 것을 의미하기도 하지만, 소득이 높아져도 생태발자국이 반드시 높아지지 않을 수 있음을 알려주는 의미 있는 조사가 되었다.



[그림 4-26] 소득에 따른 생태발자국 경향(조합원)



[그림 4-27] 소득에 따른 생태발자국 경향(비조합원)

05

결론 및 정책제언

1_결론

2_정책제언

05 | 결론 및 정책제언

1_결론

1) 서울시민 생태발자국 조사

이 연구는 서울시가 목표하는 ‘협동조합과 사회적 경제도시’와 ‘지속가능한 발전의 도시’라는 두 개의 키워드에서 시작되었다. 협동조합은 운영과 분배에 있어서 참여적 거버넌스이자 자립과 민주적 사업모델이다. 하지만 비교적 오랜 역사를 가진 생활협동조합들도 일부 시민들에게는 여전히 건강한 먹을거리의 판매처쯤으로 인식되고 있다. 자신과 가족을 위한 먹을거리를 구입하는 판매장(販賣場)이 아닌 지속가능한 사회와 삶을 만들어가는 협동조합이 될 수만 있다면 공동체 운동의 장(場)이 될 수 있을 것으로 생각된다.

협동조합과 지속가능발전이라는 두 키워드를 연결해주는 도구로써 생태발자국을 선택하였다. 생태발자국은 이미 많은 지역과 기관에서 활용하고 있을 정도로 개념에 대한 이해가 쉽고, 과학적인 편이다. 하지만 개인 생태발자국 계산기를 통한 두 집단의 비교 분석이나 소득별 비교분석은 아직 활발히 이뤄지지 않았다. 이 연구는 그러한 측면에서 생태발자국의 활용성을 확대하고자 시도하였다.

먼저 서울시와 전국 통계자료를 이용하여 서울시민 1인의 평균 생태발자국을 산출한 뒤 이를 바탕으로 서울시민이 활용할 수 있는 생태발자국 계산기를 제작하였다. 계산기를 바탕으로 제작된 설문지를 조합원(78명)과 비조합원(43명)인 일반시민을 대상으로 조사하였다. Global Footprint Network(GFN)는 10년 이상 투입산출 모형을 개발하여 생태발자국을 계산법을 보급하고 있는 단체이다. 이들이 발표한 자료에 의하면 지구의 생태환경 용량은 1.72gha에 불과한데, 세계인 1인당 차지하는 발자국은 2.65gha로 지구가 1.5개가 있어야 지속가능한 상황이다. 서울시의 생태용량은 0.35gha에 불과하지만, 서울시민 1인이 갖는 발자국은 3.95gha(2006년), 3.47gha(2011년)로서 세계 평균을 넘어섰다. 2013년 통계를 바탕으로 산정한 서울시 생태발자국은 3.77gha로 나타났다. 서울의 생태용량을 0.35로 추정하였을 때 현재 서울시민이 살아가기 위해서는 10개의 서울이 더 필요한 셈이다. 그 중 음식부문(경작지/초지/어장)이 1.3gha로 약 34.5%를 차지하며, 에너지

와 교통부문에서 발생하는 탄소발자국은 1.89gha로 총 생태발자국의 절반에 이르렀다. 이번 연구를 통해 생태적 생산활동의 경작지를 개발하고 인간 정주공간으로 만들어감에 따라 생태적 용량은 점차 줄어드는 반면 인간의 발자국은 점차 늘어가는 현실을 다시 한번 직시할 수 있었다.

2) 조합원과 비조합원의 생태발자국 비교조사

개인 생태발자국 계산기를 제작하기 위하여 과거 개인 생태발자국 계산기 혹은 설문지들을 검토하였다. 선행연구들 및 인터넷 검색을 통해 발견한 생태발자국 계산기들을 중심으로 현재의 서울시민 평균 생태발자국과 유사한 수준이 나올 수 있도록 보정한 뒤 협동조합의 도움을 얻어 조합원 생태발자국을 조사하였다. 같은 기간에 비조합원인 일반시민을 대상으로 설문을 진행하였고, 그 결과 조합원의 생태발자국이 3.832gha로 비조합원의 생태발자국(4.030gha)보다 조금 낮은 수준으로 조사되었다. 부문별로 비교했을 때 조합원들은 에너지와 소비재에서 발자국이 높은 편이었는데, 이는 조합원들의 가구당 가구원 수가 3.6명으로 일반인들(2.8명)보다 많았던 데에 기인한 것으로 보인다.

이번 연구에서 가장 중요한 발견은 같은 소득구간에 있는 조합원과 비조합원의 비교분석에서 가장 소득이 낮은 구간을 제외하고는 모두 조합원 집단이 비조합원 집단보다 생태발자국이 작았다는 사실이다. 특히 소득에 따라 소비가 증가하는 일반적인 패턴이 조합원 집단에서는 뚜렷이 나타나지 않았다. 반면 비조합원의 경우 소득이 증가하면서 육류소비와 항공기 이동거리가 크게 증가하는 것으로 드러났다. 이는 소득이 높은 서구 선진국에서 생태발자국이 높게 나타나는 것과 마찬가지로 이치이다. 하지만 생활협동조합을 찾는 사람들은 친환경 먹을거리를 선호하는 사람들이라는 특성 때문에 소득이 증가해도 육류 섭취가 많이 늘어나지 않는 것으로 추정된다. 물론 조합원이 되더라도 식료품 소비를 생협매장에서만 하는 것은 아니다. 대형매장을 이용하긴 하지만 친환경 먹을거리나 환경에 대한 의식을 갖고 소비를 하는 것으로 판단된다.

이 연구의 방법론적 한계로 친환경적 행동이 우선인지, 조합가입이 우선인지 판단하기는 어렵다. 즉, 친환경적 행동패턴을 가진 사람들이 조합원이 되어서 이런 차이를 유발한 것인지, 조합의 활동과 교육이 이러한 행동패턴의 변화나 친환경 행동패턴의 강화에 기여했

는지를 밝혀낼 수는 없다. 하지만 여전히 기회는 존재한다. 협동조합은 소모임이나 마을 모임, 교육 강좌들을 통해서 조합원들과 소통한다. 특히 조합원들이 가장 많이 활용하는 교육 강좌를 통해 환경행동과 지속가능한 소비 패턴을 홍보하고 교육할 수 있다.

2_정책제언

1) 서울시 지속가능한 소비·생산 지표로서 생태발자국 활용

지난 4월 서울시는 이클레이 세계총회를 개최하면서 ‘서울 선언문’을 통해 기후변화를 대비해 온실가스 감축을 위한 실천을 약속하였다. 지속가능한 지역경제와 녹색구매는 서울뿐만 아니라 기후변화에 대응하는 많은 도시가 내세우는 실천과제이기도 하다. 또한 리우+20 회의에서 ‘지속가능한 소비와 생산패턴을 위한 국가 10년 계획’을 수립하고 평가해야 할 의무도 생겨났다. 서울시는 경제규모 면에서 세계 20위권에 드는 세계적인 도시로서 국가와 마찬가지로 지속가능한 소비와 생산 패턴의 전환을 위해 준비해야 할 의무가 있다. 얼마 전 UN은 지속가능발전목표를 앞으로 15년간 개발과 협력의 의제로 선정하였고 그 중 목표 12번은 지속가능한 소비와 생산에 관한 내용으로서 녹색구매, 친환경 생활양식, 폐기물 배출량의 반을 감소시켜 나가야 한다. 이미 폐기물에 관해서는 제로 배출이라는 과감한 목표를 내세웠고 2014년 지속가능발전 지표 개발을 통해 서울시의 지속가능발전지표가 이미 선정되었다.

지속가능성과 관련된 여러 가지 계획들과 실천전략들이 생겨날 것이다. 하지만 그에 대한 평가는 녹록지 않다. 구매 행동의 변화는 쉽게 알아채기 어려우므로 생태발자국과 같은 평가방법을 활용할 필요가 있다. 이를테면 서울시 생태환경용량과 통계체계를 정비하여 소비를 추정할 수 있는 설문평가 양식을 구축하고, 일정한 기간마다 설문을 직접 시행하거나, 모니터링 통계기준을 수립하여 통계에 의존한 간접적 모니터링도 가능할 것이다. 이 연구를 위해 통계자료들을 다루면서 좀 더 통일된 기초자료 수집을 위해 통계자료 체계가 정비될 필요가 있다는 생각이 들었다. 예를 들면, 에너지는 발열량과 탄소변환계수 등을 이용하여 탄소발자국을 추정하게 되는데 이러한 계산법을 사용자들이 쉽게 접근할 수 있도록 계산방식을 제공하거나 통계단위를 일치시키는 노력이 필요하다. 영국과 일본

의 세계야생기금(WWF)은 “살아있는 지구보고서(Living Planet Report)”를 격년으로 발행하고 있다. 생태발자국의 평가에서 부족한 생물다양성에 대한 평가를 함께 제공함으로써 현재의 용량이 얼마나 우리 삶을 지탱해 줄 수 있을지 경각심을 불러일으키는 자극제가 되고 있다.

서울시의 경우 도시의 특성상 생태발자국을 부문별로 구분하여 활용할 수 있다. 에너지 부문, 교통부문, 자원의 재활용 및 물의 순환부문, 녹색소비, 도시 생물 다양성과 시민참여 거버넌스 등의 평가를 통해 지속가능한 도시종합계획을 수립할 때에도 활용할 수 있을 것이다.

2) 지속가능발전을 위한 협동조합 지원 정책

한살림연합 모심과살림연구소(2014, p. 54)에 따르면 조합원들은 농업의 미래에 대해 희망적이라는 반응(17.6%)보다는 비관적인 반응(44.2%)이 더 많았다. 이는 일반시민들(30.3%)보다도 상당히 높은 수치로서 생산자 회원(48%)이나 일반농업인(54.3%)의 반응에 오히려 더 가까운 수치이다. 조합원들이 이러한 반응을 보인 이유를 조합원들이 접하는 도농교류, 소식지, 캠페인, 교육 강좌 등을 통해 농업의 현실과 중요성의 정보를 더 많이 접하고 있기 때문이라고 분석하였다. 즉 협동조합은 현실을 반영하는 정보 제공을 통해 조합원들이 농업 현실을 직시할 수 있도록 돕고 있었다. 문제의식을 가지고 현실을 바라보는 것만으로도 우리의 현실은 나아지고 있을지도 모른다. 많은 소비자는 생산자와의 교류가 없다보니 현실을 인식하지 못하고, 생산자와의 협동과 상생의 길을 모색하지 않는다.

서울시의 협동조합 정책은 시민들이 생산자들과의 마음의 거리를 좁혀줄 수 있도록 교류하는 정책에 힘을 쏟아야 한다. 조합의 형태는 생활협동조합뿐만 아니라 다양하지만 그 내면은 생산과 소비의 사회적 기업 형태로 이어진다. 현재 대기업이 도심의 골목 상권까지 위협하고 있는 상황에서 생산자와 소비자를 연결시키는 고리가 바로 협동조합 운동일 것이다. 협동조합 운동 지원차원에서 서울시를 비롯한 많은 지역에서 지원체계를 갖추고 있다. 하지만 협동조합 지원정책이 대안적 사회모델로 거듭나기 위해서는 협동조합의 ‘수’를 늘리는 정책이 아닌, 생산과 분배에 관한 정보와 지식을 재분배하는 역할을 통해 서울시

가 현재의 산업사회 모델을 벗어나는 탈산업화와 전환운동의 핵심역할을 지원해야 할 것이다. UN의 지속가능발전목표에서도 지적인 바와 같이 기존의 성장주의는 새로운 대안체제로 전환될 위기에 놓여있으며 우리는 아직도 실천적 전략을 이행하고 있지 못하다. 기존의 많은 전환운동이나 시민운동은 급진적인 형태를 띠면서 사회 전반에 걸쳐 수용되지 못한 예가 많았다. 따라서 협동조합 운동과 같이 이미 사회적으로 수용되어 있는 많은 씨앗이 대안사회 운동의 밑거름에서 잘 자라나기 위해서는 서울시가 조합원들에 대한 교육이나 소통, 공동체 활동의 컨설팅과 공간 지원 정책을 펼칠 필요가 있다.

연구를 진행하면서 이번 설문조사와 생태발자국이 갖는 한계를 경험하였다. 참여한 시민의 수가 너무 적어 나이, 성별, 직업군, 가족구성, 학력 등 다양한 요소를 고려하기 어려워 소득을 기준으로 분석하게 되었다. 따라서 소득 이외의 요소 중 소비에 영향을 미치는 다른 영향의 분석이 필요할 것으로 보인다. 또한 생태발자국의 통계적 한계가 있어 산출물과 소비량을 전국 단위로 하다보니 온전히 서울시민의 평균 생태발자국이 되지는 못했다는 점이 아쉬움으로 남는다. 따라서 앞으로 이러한 부분을 개선할 수 있다면 생태발자국은 정책수립에 좋은 도구가 될 수 있으리라 생각된다. 개인적으로는 이번 연구를 통해 많은 사람과 접촉하고 소통하면서 전환사회를 꿈꾸는 일이 비관적이지만은 않다는 생각을 하게 되었다. 향후 지속적인 연구가 이어져 생태발자국 계정을 수립하고, 지속가능한 전환사회로의 진입에 긍정적인 도구로서 힘이 되길 바란다.

참고문헌

- 고재경·이유진·한순금, 2007, 「생태발자국 안내서(Ecological Footprint GuideBook)」, 푸른경기21실천협의회.
- 김경태·정성관·유주한, 2006, “Ecological Footprint를 활용한 도시의 환경용량 평가”, 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 41(3).
- 김두영·도효찬·서원호·이은명·장동혁·홍성철·강기래, 2012, “생태발자국(EF) 지수분석을 통한 부산시 환경용량 적정성연구”, 추계학술대회 논문집.
- 깨끗하고살기좋은안산21실천협의회, 2008, 「2008 안산시 생태발자국 조사분석」.
- 녹색연합, 2009, 「기후변화 시대, 대학의 대안 - 저탄소 그린캠퍼스 만들기 가이드북」.
- 농림축산식품부, 2013, 「농림축산식품 주요통계」.
- 마티스웨이크네이절·윌리엄리스 지음, 이유진·류상운 옮김, 「생태발자국」(우리의 삶은 지구를 얼마나 아프게 하는가): 이매진.
- 마강래, 1998, “Ecological Footprint 분석을 이용한 경제활동의 환경영향에 관한 연구”, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문.
- 문경주, 2004, “Ecological Footprint 분석을 이용한 도시의 지속가능성 평가: 부산광역시를 중심으로”, 「한국사회와 행정연구」 15(3).
- 배민기, 조택희, 채성주, 2011, “생태발자국 기반 환경의 지속가능성 평가에 따른 맞춤형 정책방향: 충청북도를 사례로”, 「지방행정연구」 25(2).
- 서울특별시, 2014, 「제54회 서울통계연보」.
- 서울특별시, 2015, 「2014 서울서베이 조사 결과보고서」.
- 안산시·(재)에버그린21, 2009, 「안산시 생태발자국과 시민참여 확대방안 연구」.
- 이클레이 한국사무소, 2013, 「16개 광역·시·도 생태발자국 조사·분석」.
- 이창우, 오용선, 1999, 「서울시 환경용량 평가에 관한 연구」, 서울시정개발연구원.
- 정규호, 2008, “풀뿌리 사회경제 거버넌스의 의미와 역할 - 원주 지역 협동조합운동을 사례로”, 「시민사회와 NGO」 6(1).
- 정성관, 이우성, 2009, “대구광역권의 환경용량 및 생태계용역가치 평가”, 「한국지리정보학회지」 12(4).
- 짐머켈, 홍대운 옮김, 2005, 「단순하게 살기」(Radical Simplicity) - 당신의 생태 발자국을 줄여라!, 서울: 황소자리.

최제일, 정제용, 홍기섭, 2011, “생태발자국을 활용한 수도권 광역계획권 환경용량 평가에 관한 연구”, 서울도시연구 12(4).

통계청, 2015, 「2014 양곡년도 가구부문 양곡소비량조사보고서」.

푸른경기21실천협의회, 2008, 「2008 경기도 생태발자국 조사분석」.

한국농촌경제연구원, 2012, 2013 「식품수급표」.

한국농촌경제연구원, 2014, 「식품소비행태조사 통계보고서」.

한살림연합 모심과살림연구소, 2014, 「2014년 전국 한살림 조합원 의식조사」, 한살림연합.

한순금, 이동훈, 오수길, 2011, “생태발자국 표준방법론의 한국적 적용: 경기도 지속가능성 평가를 중심으로”, 「한국사회와 행정연구」 21(4).

환경부, 2008, 「생태발자국 도입방안 연구」.

Calcott, A. Jamie Bull, 2007, **Ecological footprint of British city residents**, WWF.

Department of the Environment, 2014, **National Greenhouse Accounts Factors**, Commonwealth of Australia.

Galli, Alessandro, M. Wackernagel, K.Iha, E.Lazarus, 2014, Ecological Footprint: Implications for biodiversity, **Biological Conservation** 173: pp.121~132.

Geng, Y., L. Zhang, X. Chen, B. Xue, T. Fujita., 2014, Urban ecological footprint analysis: a comparative study between Shenyang in China and Kawasaki in Japan, *Journal of Cleaner Production*, 75: pp.130~142.

Global Footprint Network, 2010, **Global Footprint Atlas 2010**.

Global Footprint Network, 2015, **National Ecological Footprint**(National Data Package-free download upon request).

Global Footprint Network, 2015, **The Footprint and Biocapacity Accounting: Methodology Background for State of the States 2015**. Oakland, CA.

Kitzes, Justin, A. Peller, S. Goldfinger and M. Wackernagel, 2007, “Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts”, **Science for Environment & Sustainable Society**, Vol.4 No.1.

Larson, J. D.Moore, K.Gracey, 2013, **The Ecological Footprint and Biocapacity of California**, Global Footprint Network.

Leppman, Elizabeth, 2005, **Changing Rice: Economic Development and Diet in China**, Hong Kong: Hong Kong University Press.

Odum, E.P. 1970. "Optimum population and environment: A Georgia microcosm," **Current History**. 58: pp.355~359.

Putnam, R., 1995, "Bowling Alone: America's Declining Social Capital", **Journal of Democracy**, Vol.6: pp.65~78.

Svancara, L., R. Brannon, J.M. Scott, C.R.Groves, R. Noss, R.L. Pressey, "Policy-driven versus Evidence based Conservation: A Review of Political Targets and Biological needs", **BioScience** Vol. 55, No. 11: pp.989~993.

UNEP, 2011, **Keeping Track of Our Chaning Environment: From Rio to Rio+20(1992~2012)**

Van den Bergh, J. CJM, F. Grazi, 2014, "Ecological Footprint Policy? Land Use as an Environmental Indicator", **Journal of Industrial Ecology** Vol.18, No.1: pp.10~18.

Wackernagel, M. 2015, "Letter to the Editor: Ecological Footprint: Informative and evolving - A response to van den Bergh and Grazi(2014)", **Ecological Indicators**.

WCED, 1987, World Commission on Environment and Development, **Our Common Future**, United Nations.

WWF, 2012, **Ecological Footprint and Investment in Natural Capital in Asia and the Pacific**, ADB.

WWF, 2014, **Living Planet Report 2014: Biodiversity, biocapacity and better choices**.

WWF-Japan.

<http://kosis.kr>

국가통계포털

<http://www.law.go.kr/>

국가법령정보센터

<http://www.me.go.kr>

환경부

<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php>

Global Footprint Network

부록

[부록 1] 에너지법 시행규칙 <별표1> (개정 2011.12.30.)

에너지열량 환산기준(제5조제1항 관련)

구분	에너지원	단위	총 발열량			순발열량		
			MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)	MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)
석유 (17종)	원유	kg	44.9	10,730	1.073	42.2	10,080	1.008
	휘발유	ℓ	32.6	7,780	0.778	30.3	7,230	0.723
	등유	ℓ	36.8	8,790	0.879	34.3	8,200	0.820
	경유	ℓ	37.7	9,010	0.901	35.3	8,420	0.842
	B-A유	ℓ	38.9	9,290	0.929	36.4	8,700	0.870
	B-B유	ℓ	40.5	9,670	0.967	38.0	9,080	0.908
	B-C유	ℓ	41.6	9,950	0.995	39.2	9,360	0.936
	프로판	kg	50.4	12,050	1.205	46.3	11,050	1.105
	부탄	kg	49.6	11,850	1.185	45.6	10,900	1.090
	나프타	ℓ	32.3	7,710	0.771	30.0	7,160	0.716
	용제	ℓ	33.3	7,950	0.795	31.0	7,410	0.741
	항공유	ℓ	36.5	8,730	0.873	34.1	8,140	0.814
	아스팔트	kg	41.5	9,910	0.991	39.2	9,360	0.936
	윤활유	ℓ	39.8	9,500	0.950	37.0	8,830	0.883
	석유코크스	kg	33.5	8,000	0.800	31.6	7,550	0.755
	부생연료유 1호	ℓ	36.9	8,800	0.880	34.3	8,200	0.820
	부생연료유 2호	ℓ	40.0	9,550	0.955	37.9	9,050	0.905
가스 (3종)	천연가스(LNG)	kg	54.6	13,040	1.304	49.3	11,780	1.178
	도시가스(LNG)	Nm3	43.6	10,430	1.043	39.4	9,420	0.942
	도시가스(LPG)	Nm3	62.8	15,000	1.500	57.7	13,780	1.378

구분	에너지원	단위	총 발열량			순발열량		
			MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)	MJ	kcal	석유환산톤 (10-3toe)
석탄 (7종)	국내무연탄	kg	18,9	4,500	0,450	18,6	4,450	0,445
	연료용 수입무연탄	kg	21,0	5,020	0,502	20,6	4,920	0,492
	원료용 수입무연탄	kg	24,7	5,900	0,590	24,4	5,820	0,582
	연료용 유연탄(역청탄)	kg	25,8	6,160	0,616	24,7	5,890	0,589
	원료용 유연탄(역청탄)	kg	29,3	7,000	0,700	28,2	6,740	0,674
	아역청탄	kg	22,7	5,420	0,542	21,4	5,100	0,510
	코크스	kg	29,1	6,960	0,696	28,9	6,900	0,690
전기 등 (3종)	전기(발전기준)	kWh	8,8	2,110	0,211	8,8	2,110	0,211
	전기(소비기준)	kWh	9,6	2,300	0,230	9,6	2,300	0,230
	신탄	kg	18,8	4,500	0,450	-	-	-

비고

1. “총 발열량”이란 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.
2. “순발열량”이란 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 말한다.
3. “석유환산톤”(toe: ton of oil equivalent)이란 원유 1톤이 갖는 열량으로 107kcal을 말한다.
4. 석탄의 발열량은 인수식을 기준으로 한다.
5. 최종 에너지사용자가 사용하는 전기에너지를 열에너지로 환산할 경우에는 1kWh=860kcal을 적용한다.
6. 1cal=4.1868J, Nm³은 0℃ 1기압 상태의 단위체적(세제곱미터)을 말한다.
7. 에너지원별 발열량(MJ)은 소수점 아래 둘째 자리에서 반올림한 값이며, 발열량(kcal)은 발열량(MJ)으로부터 환산한 후 1의 자리에서 반올림한 값이다. 두 단위 간 상충될 경우 발열량(MJ)이 우선한다.

[부록 2] 연료별 탄소배출계수 (2011년 발열량 기준, 2012 ~ 2016년 적용)

구분	연료	탄소배출계수 (tC/TJ)	이산화탄소배출계수 (kgCO ₂ /TJ)
석유	휘발유	20.0	73,300
	등유 2호(살내등유)	19.6	71,900
	등유1호(보일러등유)		
	경유	20.2	74,100
	B-A유	20.4	74,800
	B-B유	20.5	75,200
	B-C유	20.6	75,500
	나프타	19.2	70,400
	용제	19.3	70,800
	항공유	19.8	72,600
	아스팔트	21.6	79,200
	운할유	19.9	73,000
	부생연료 1호	19.7	72,200
	부생연료 2호	21.0	77,000
	프로판	17.6	64,500
	부탄	18.1	66,400
가스	천연가스(LNG)	15.3	56,100
	도시가스(LNG)		
	도시가스(LPG)	17.6	64,500
석탄	국내무연탄	30.5	112,000
	수입무연탄(연료용)	28.6	105,000
	수입무연탄(원료용)	29.2	107,000
	유연탄(연료용)	26.0	95,300
	유연탄(원료용)	26.2	96,100
	아역청탄	26.2	96,100

에너지법 시행규칙에 의해 2011년 고시된 발열량 기준으로 개발된 배출계수임.

[부록 3] the Sea to Sky Education School의 생태발자국 설문지

나의 생태발자국 크기는?

이름: _____ 조사일자(표준일): _____

이것은 과학적인 조사가 아닙니다. 그러나 이것은 당신의 생태발자국의 대략적인 크기를 알려줄 것이고 평소의 생활양식과 관련되어 작성하여야 합니다. - 다시 말하면 오늘 특별히 일어난 일이 아니라 평소에 일어난 일들과 관련되어 있습니다. 당신에게 해당하는 답에 동그라미하세요. 그런 다음, 이 번호를 소계를 내기 위해 각 칸에 적으세요. 답을 잘 모르겠으면, “평소”에 있었던 것으로 체크하세요. (생태발자국 측정 단위는 헥타르(ha)입니다. 1헥타르는 $100\text{m} \times 100\text{m} = 10,000\text{m}^2$, 2.47 에이커, 또는 1.5개의 풋볼장과 같습니다).

물 사용

오늘 샤워 시간은 얼마나 걸렸습니까? 욕조에 물을 얼마만큼 받아 쥘니까?

샤워 안함/목욕 안함 0, 1-2분/욕조 1/4 40, 3-6분/욕조 반 60

10분 이상/욕조 가득 80

변기의 물 내리기: 매번 내린다 30

가끔 가족이 같이 쏜 후 내린다 15

양치질할 때 물을 틀어놓습니까? 예 30 아니오 0

세차를 하였?: 예 60 아니오No 0

물 소계: ____



의복

내 옷의 몇 가지는 최신 브랜드 상품을 구입하였?: 100

내 옷의 약 25%는 중고상품이다: -10

내 옷장의 모든 옷들은 거의 입지 않는다:

1/4 이하 10 절반 40 3/4 60 대부분 80

나는 수선한 옷을 입고 있다: -10

나는 일부 어제 입었던 옷을 입는다: -5

의복 소계: ____



교통:

오늘의 교통수단은 어떤 것입니까? 당신이 이용한 모든 형태의 교통수단을 더하세요:

도보 0 자전거 5 대중교통 30 카풀 50 개인 차량 100

차에서 얼마나 시간을 보냈습니까?

없음 0 ½시간 이하 20 ½시간~1시간 40



1시간 이상 70

소유 차량 댓수는?

없음 -5 1대 20 2대 40 2대 이상 60



오늘 이용한 차의 크기는?

없음 -5 소형 (2 doors) 30 중형 (4 doors) 60

대형 (SUV) 100

교통 소계: ____

음식

오늘의 음식은 지역농산물입니까? 모두 0 약간 20 없음 40

오늘 먹은 음식은?:

소고기 150 치킨 100 돼지고기 100

양식 생선 80 자연산 생선 40 달걀 40

우유/유제품 40 과일 20 채소 20 곡물(빵) 20



오늘의 음식은 유기농입니까? 모두 0 약간 20 없음 40

오늘 버린 음식은 얼마큼입니까??:

없음 0 1/10 15 ¼ 40 1/3 70 ½ 100

과일 및 채소 껍질을 퇴비화했다:

예 -5 약간 15 아니오 30

음식 소계: ____

오락

오늘 활동한 골프장, 링크, 풀장, 체육관, 스키장, 주차장 등의 면적은 얼마큼입니까?

없음 0 매우 조금 (<1 hectare) 10 약간 (1-2 hectares) 40
 많음 (2+ hectares) 60

오늘 TV나 computer를 사용했다: 아니오 0 1시간 이하 40
 1시간 이상 70



오늘 활동에 필요한 장비는 얼마큼입니까?

없음 0 매우 조금 20 약간 40 많음 40

오락 소개: ____

물건

오늘 내가 버린(매립지로 가는) 쓰레기는:

없음 0 컵 30 신발상자 70 바구니 90 통 120

나는 버린 물건을 재이용한다: -10

나는 버린 것을 고쳐쓴다: -10

나는 종이, 캔, 유리, 플라스틱 전부를 재활용한다: -5

나는 '처분'쓰레기를 피했다: 예 -5 아니오 20

오늘(평소) 쓴 달러당 1포인트를 더한다: \$____

물건 소개: ____



주거

당신 집의 방의 갯수: ____ (A)

가구 구성원 수: ____ (B)

1인당 방 갯수 (A 나누기 B): ____

위의 방 개수에 둥그라미 하세요.

2개 이하 20 2~5개 70 5~10개 100 10개 이상 150

우리 집에는 우리 식구가 아닌 사람도 같이 산다 -10



우리는 별장 또는 다른 집을 가지고 있다: 아니오 0 예 400

별장을 다른 사람과 같이 쓴다 200

주거 소계: ____

지금, 당신의 소계를 모두 더하세요:

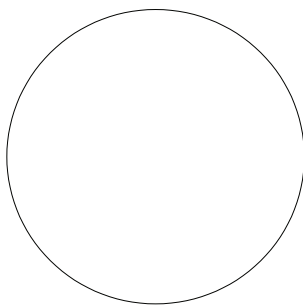
그 다음 100으로 나누세요 (예를 들면 527은 5.27이 된다) = ____

나의 생태발자국은 ____헥타르*

*주의: 실제로 심각한 생활양식 분석은 생태발자국 크기를 증가시키는 다른 고려사항을 포함한다. 따라서, 이러한 계산은 단순하고 그리하여 현실적으로 과소평가되어 보인다.

우리 지구는 510억 헥타르의 지표면을 가지고 있습니다. 이 중 140억 헥타르는 토지이고, 370억 헥타르는 물로 덮여 있다. 토지 면적 중에서 60%(85억 헥타르)만 실제로 경작에 쓸 수 있다. 아래의 원 그래프는 지구 표면의 몇 퍼센트가 식품, 일상생활에 필요한 물질 및 에너지에 필요한 면적(헥타르)인지를 보여준다. 레이블은 각 섹션을 나타낸다.

지구는 이 원으로 표시되는 510억 헥타르의 지표 면적을 갖고 있습니다.



1인당 지구 몫 (PES) = “생산적인” 토지 총 면적

인구수

당신의 지구 몫은? ____hectares

지난 10년 동안 1인당 지구 몫은 축소되어 왔습니까 확장되어 왔습니까?_____

당신의 답을 설명하십시오.

1인당 지구 몫은 생산적인 토지 면적을 인구수로 나누는 것에 기초하고 있다. 우리(사람)끼리 이 지구를 나눠 가진다면 약 1,000만의 다른 종들은 어떨까? 그들은 모두 나름대로 생태발자국을 가지고 있다)? 토론해 봅시다.

모두가 나처럼 산다면(나의 '생활양식 스냅샷'에 기초하여) 우리는 다음과 같이 지구가 필요할 것이다...

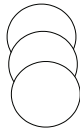
1개뿐인
지구



지구 2개



지구 3개



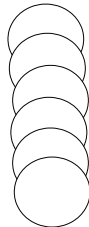
지구 4개



지구 5개



지구 6개
이상



(당신의 생태발자국 계산에 기초하여 이들 중 하나에 동그라미 하시오.)

장래 계획 및 최고의 과학에 기초하여 앞으로 우리들이 바라고 있는 이용가능한 지구의 가장 큰 수만큼을 가지고 있습니까? _____

그래서? 이러한 새로운 지식에 기초하여 당신이 할 수 있는 3가지를 결정하십시오.

- 1.
- 2.
- 3.

[부록 5] 생태발자국 일기의 예 (꽃나라)

<매일 생태발자국 지수를 측정하여 합산하면 그것이 나의 생태발자국>

남 () 여 ()

※주거

질문 1. 냉난방시 적절한 실내온도를 유지하고 있는지 온도 측정을 해보았습니까?
(난방시 : 18도 냉방시 : 26도)
 했다 0점 안했다 1점

질문2. 에너지 사용을 줄이기 위하여 가족이 다함께 모여서 식사를 했습니까?
 했다. 0점 안했다 1점

질문3. 양치질과 세수를 할 때 물을 받아서 사용하고 샤워기에 절수장치를 설치했습니까?
 했다 0점 안했다 1점

질문 4 사용하지 않는 전자 제품의 플러그를 빼놓았는지 확인하였습니까?
 했다 0점 안했다 1점

질문 5 오늘 컴퓨터 게임과 텔레비전 시청은 얼마나 했습니까?
 1시간 이하 1점 2시간 이하 2점 3시간 이하 3점 3시간 이상 5점

※음식

질문 6 오늘 식사에 육류가 포함되어 있었습니까?
 예 1점 아니오 0점

질문 7 오늘 햄버거 피자, 라면 과 같은 인스턴트식품이나 패스트푸드를 먹었습니까?
 예 1점 아니오 0점

질문 8 오늘 외식을 했습니까?
 예 1점 아니오 0점

질문 9 오늘 먹은 음식의 재료 중에 외국에서 수입한 것이 포함되어 있습니까?
 예 2점 아니오 0점

질문 10 오늘 시중에서 판매하는 생수를 마셨습니까?

예 1점 아니오 0점

※교통

질문 11 오늘은 가족이 소유한 차량 중에 몇 대가 운행되었나요?

1대 1점 2대 3점 3대이상 4점

질문 12 오늘 학교 등교는 무엇을 타고 왔나요?

자가용 3점 지하철 버스 1점 도보 자전거 0점

질문 13 오늘 학교등교 이외의 외출을 한 적이 있나요? 있다면 무엇을 이용하였나요?

자가용 3점 지하철 버스 1점 도보 자전거 0점

질문14 오늘 가족들과 교외나들이나 여행을 하였나요?

예 4점 아니오 0점

※구매

질문15 오늘 무엇인가를 구매한 것이 있나요?

문구류 1점 의류 2점 게임기 4점 장난감 2점 휴대폰 4점 기타 2점

질문 16 오늘 쓰레기를 줄이려는 노력을 했나요?

예 0점 아니오 1점

질문 17 분리수거에 협조했나요?

예 0점 아니오 1점

질문 18 일회용품을 사용했나요?

예 1점 아니오 0점

질문 19 세제를 사용하지 않고 천연비누를 사용했나요?

예 0점 아니오 1점

질문 20 티슈를 사용하지 않고 물수건을 사용했나요?

예 0점 아니오 1점

[부록 6] 협동조합원과 비조합원 생태발자국 설문지

본 퀴즈는 서울 연구원의 '작은연구 아름다운 서울' 과제의 일환으로 서울 시민들이 생태발자국을 진단해볼 수 있도록 제작되었습니다. “내가 현재의 생활양식을 유지할 경우 몇 개의 지구가 필요한 걸까?” “우리 아이들도 나와 같은 풍요를 누리고 살 수 있을까?” 이러한 궁금증이 생기신다면 퀴즈에 참가해보세요.

생태발자국(Ecological Footprint: EF)이란?

인간 생활에 필요한 자원을 생산하고 소비하는 과정이 자연에 미치는 영향을 토지면적(global hectare: gha)로 환산해 낸 지수로 지역단위 지속가능성 측정을 위해 활용하는 선진적인 개념입니다. 탄소 발자국이나 물발자국 등 다양한 형태의 측정도구가 개발되었지만 하나의 지구라는 제한된 생태적 용량을 바탕으로 계산되기 때문에 보다 피부에 와닿는 결과를 볼 수 있습니다.

선문 1: 생활협동 조합원이십니까? ① 예 ② 아니요.

선문 2: 생협 조합원이라면, 조합원 기간은 얼마나 되셨는지요?

① 1년 미만 (2014년 여름이후 가입) ② 1~3년 미만 (2012년 여름 이후가입) ③ 3~5년 미만 (2010년 여름이후 가입) ④ 5년 이상

선문 3: 본인이 해당하는 연령대에 표시해 주세요.

① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 ⑥ 70대 이상

선문 4: 가구 월 소득은 어느 정도입니까, 다음 중 해당되는 곳에 표시해 주십시오.

1. 150만 원 미만		5. 450-550만 원 미만	
2. 150-250만 원 미만		6. 550-650만 원 미만	
3. 250-350만 원 미만		7. 650-750만 원 미만	
4. 350-450만 원 미만		8. 750만 원 이상	

I. 음식

Q1. 귀하는 주로 어디에서 식료품을 구입하고 섭취하십니까?

- ① 생협이나 마르세(파머스마켓 등)에서 구입하여 만들어 먹음.
- ② 재래시장이나 인근 슈퍼마켓에서 사서 만들어 먹음.
- ③ 대형마트에서 주로 사다 먹음
- ④ 주로 외식을 함.

Q2. 귀하는 한 달에 평균 얼마나 자주 육식을 하십니까? (소고기, 돼지고기)

- ① 전혀 육식을 섭취하지 않는다.
- ② 한 달에 1-3회 정도 고기를 먹는다.
- ③ 일주일에 한두 번은 고기를 먹는다.
- ④ 거의 매일 고기를 먹는다.
- ⑤ 매일 끼니때마다 먹는다.

Q3. 귀하는 한 달에 평균 얼마나 자주 유제품(우유, 버터, 치즈 등)을 섭취하십니까?

- ① 전혀 유제품을 섭취하지 않는다.
- ② 한달에 1-3회 정도 섭취한다.
- ③ 일주일에 1-2회 정도 섭취한다.
- ④ 매일 유제품을 먹는다.
- ⑤ 매 끼니때마다 먹는다.

Q4. 귀하의 가정에서는 지역농산물, 가공하지 않은 식품, 제철농산물을 어느 정도 드십니까?

- ① 전혀 그렇지 않다. 외국산, 수입식품을 주로 먹는다.
- ② 조금은 지역, 제철, 가공하지 않은 농산물을 먹는다.
- ③ 절반 정도는 지역, 제철, 가공하지 않은 농산물을 먹는다.
- ④ 절반 이상 지역, 제철, 가공하지 않은 농산물을 먹는다.
- ⑤ 대부분 지역, 제철, 가공하지 않은 농산물을 먹는다.

Q5. 귀하의 가정은 텃밭을 통해 자급자족하는 농산물이 있으십니까?

- ① 야채는 대부분 텃밭에서 공급한다.
- ② 고추, 토마토, 깻잎 등 일부 계절 야채를 공급한다.
- ③ 텃밭이나 옥상텃밭이 없다.

II. 주거환경

Q6. 귀하의 집에는 몇 사람이 같이 살고 있습니까? ()

- ① 1 명
- ② 2 명
- ③ 3 명
- ④ 4 명
- ⑤ 5 명 이상

Q7. 귀하께서 살고 있는 집의 크기는 어떻게 되십니까? ()

- ① 50㎡ 이하 (15평 이하)
- ② 50 - 100 ㎡ (15~30평)
- ③ 100 - 150 ㎡ (30~45평)
- ④ 150 - 200 ㎡ (45~60평)
- ⑤ 200 - 250 ㎡ (60~75평)
- ⑥ 250 ㎡ 이상 (75평 이상)

Q8. 귀하께서 살고 있는 집은 어떤 형태입니까? ()

- ① 단독주택
- ② 아파트
- ③ 다가구/다세대주택, 연립, 빌라, 기타
- ④ 태양열주택

※ 귀하의 가정에서는 월평균 어느 정도의 에너지를 사용하십니까?(만약 고지서를 가지고 있다면, 고지서를 확인해 주시기 바랍니다.)

Q9. 매월 전기 소비량은? (7, 8월 기준)

- ① 사용하지 않음
- ② 200kWh 미만(25,000원 미만)
- ③ 200~300kWh 미만(25,000~50,000원 미만)
- ④ 300~400kWh 미만(5,0000~80,000원 미만)
- ⑤ 400~700kWh 미만(80,000~260,000원 미만)
- ⑥ 700kWh 이상(260,000원 이상)

Q10. 매월 도시가스 소비량은? (7, 8월 기준)

- ① 사용하지 않음
- ② 12m³ 미만(10,000원 미만)
- ③ 12~30m³ 미만(10,000~23,000원 미만)
- ④ 30~60m³ 미만(23,000~45,000원 미만)
- ⑤ 60~100m³ 미만(45,000~73,000원 미만)
- ⑥ 100m³ 이상(73,000원 이상)

Q11. 매월 수도물 사용량은? (7, 8월 기준)

- ① 사용하지 않음
- ② 10m³ 미만(4,000원 미만)
- ③ 10~20m³ 미만(4,000~8,000원 미만)
- ④ 20~40m³ 미만(8,000~21,000원 미만)
- ⑤ 40~60m³ 미만(21,000~35,000원 미만)
- ⑥ 60m³ 이상(35,000원 이상)

Q12. 세제를 구입할 때 생분해되는 제품을 사용하십니까?

- ① 아니요 ② 때때로 친환경제품을 구매 ③ 대부분 친환경제품과 생분해제품을 구매

Q13. 주택과 관련해서 다음 중 해당사항에 모두 표시해 주십시오.

- ① LED등 사용
 ② 에너지 고효율 냉난방 제품
 ③ 단열재 시공
 ④ 물절약 시스템
 ⑤ 시스템 창호

Ⅲ. 교통수단

Q14. 귀하는 대중교통(철도, 버스(통근버스 포함), 지하철 등)을 매일 어느 정도 이용하십니까?

- ① 이용하지 않음
 ② 편도 5km권 미만
 ③ 편도 5~10km권 미만
 ④ 편도 10~30km권 미만
 ⑤ 편도 30~50km권 미만 (대중교통 약 1시간)
 ⑥ 편도 50km권 이상(대중교통 약 2시간)

※ 시내버스 기본요금 거리 10km, 추가 5km마다 100원씩 추가

Q15. 자가용을 이용하는 경우, 연간 자동차의 주행거리는 얼마입니까?

- ① 이용하지 않음
 ② 5000km 미만
 ③ 5,000~10,000km 미만
 ④ 10,000~15,000km 미만
 ⑤ 15,000~20,000km 미만
 ⑥ 20,000~25,000km 미만
 ⑦ 25,000 이상

Q16. 운행하는 자동차는 어떤 형태입니까?

- ① 하이브리드
- ② 경차 (1000cc 이하)
- ③ 일반 세단 (1000~2500cc)
- ④ 미니밴 형태(6인용 이상)
- ⑤ 트럭이나 SUV

Q17. 자가용을 이용하는 경우 동승자가 있습니까?

- ① 아니요. 주로 혼자 운행
- ② 네. 대부분 동승자가 있음.

Q18. 귀하가 연간 비행기로 이동하는 거리는 얼마나 됩니까? (하단의 주요 도시 거리 참조)

- ① 이용하지 않음

- ②

서울에서 각 도시 거리(km)를 참조하세요. 편도기준.

일본 도쿄(1160), 중국 베이징(957), 홍콩(2096), 필리핀 마닐라(2612), 태국 방콕(3718), 싱가포르(4659), 아랍에미리트 아부다비(6916), 미국 하와이(7364), 터키 이스탄불 (7973), 호주 시드니(8299), 로마/파리(8989), 케냐 나이로비(9855), 뉴질랜드 오클랜드(9929), 미국 LA(9607), 뉴욕(11077), 멕시코시티(12070), 브라질 리우데자네이루 (16944)

IV. 소비패턴과 폐기물

Q19. 소득을 기준으로, 다음의 소비 패턴 중 하나를 골라주십시오.

- ① 수입을 초과해서 쓴다.
- ② 소득에 딱 맞춰서 쓴다.
- ③ 절약해서 쓰고 일정금액은 저축한다.

Q20. 귀하의 가정에서는 가구 중 재활용하거나 중고제품을 구입해서 사용하는 비율은 어느 정도입니까?

- ① 거의 새 제품을 구입한다.
- ② 일부 중고가구나 재활용품을 사용한다.
- ③ 대부분 재활용품이나 중고제품을 사용한다.

Q21. 귀하는 제품을 구입함에 있어서 다음 중 어떤 패턴에 가깝습니까?

- ① 다 쓰고 꼭 사야할 경우에만 구입한다.
- ② 몇 년씩 사용하는 물건도 있지만, 어떤 제품은 바꾸고 싶을 때 구입한다.
- ③ 유행이나 신제품 출시에 따라 구입한다.

Q22. 귀하의 가정에서는 일주일에 평균 몇 리터의 일반쓰레기를 배출하십니까?

(※ 주로 사용하는 봉투 용량 × 배출횟수)

- ① 10리터 미만
- ② 10~15리터
- ③ 15~20리터
- ④ 20리터 이상

Q23. 다음 중 재활용하는 품목에 모두 표시해 주십시오.

- ① 플라스틱 ② 종이 ③ 알루미늄/캔 ④ 유리/병 ⑤비닐

Q24. 다음의 습관 중 해당되는 것을 모두 표시해 주십시오.

- ① 음식찌꺼기는 자체적으로 퇴비화함.(텃밭에 묻거나, 지렁이나 미생물 분해함)
- ② 수돗물 절약제품을 사용하고, 샤워시간을 줄임. (10분 이내)
- ③ 빨래는 가득 채워질 때 돌림.
- ④ 자동차 세차는 가끔 함.
- ⑤ 집안에 누수가 없는지 집안 점검을 자주 함.

작은연구 좋은서울 15-10

생태발자국을 통한 협동조합원과
비조합원의 환경행동 비교조사

발행인 _ 김수현

발행일 _ 2015년 10월 9일

발행처 _ 서울연구원

비매품

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.