

비동력 교통 이용의 건강증진효과 계량화 방안 연구

장수은* · 한상진** · 박경욱*** · 안형준****

<目 次>

I. 서론	1. 결근 감소효과 계량화 방안
II. 비동력 교통 이용현황	2. 질병 감소효과 계량화 방안
1. 보행통행 실태분석	V. 신체건강 증진효과 계량화 예시
2. 자전거통행 실태분석	1. 시나리오
III. 선행연구고찰	2. 평가결과
IV. 신체건강 증진효과 계량화 방안	VI. 결론

I. 서론

1980년대까지 교통학의 핵심화두는 이동성(mobility)의 향상이었다. 즉, 사람과 화물이 더 빠르고 더 저렴하게 더 먼 거리를 이동할 수 있는 교통체계에 관한 연구와 정책이 쏟아졌다. 그 결과 사람들의 경제적·사회적 복리(well-being) 수준은 높아졌다.

그러나 이에 못지않게 반대급부도 생겼다. 화석연료의 고갈, 기후변화, 혼잡, 치명적 사고와 부상, 형평성 문제 등이 대두되었다. 이에 따라 1990년대 이후로는 지속가능성의 시대라 불릴 만큼 지속가능한 교통(sustainable transportation)에 대한 관심이 국내·외 교통학계의 최대 화두로 등장했다. 지속가능성에 대한 관심이 이동성에 지나치게 의존했던 지난 반세기 교통학계의 연구 동향에 대한 반성에서 비롯되었기에, 지속가능한 교통은 경제적 효율성, 친환경성, 사회적 형평성이라는 세 가지 구성요소의 조화적 균형을 추구한다(지속가능위원회, 2005; 이성원, 2007;

* 서울대학교 환경계획학과 조교수

** 한국교통연구원 기후변화대응센터 연구위원

*** 한국교통연구원 기후변화대응센터 연구원

**** 한국교통연구원 기후변화대응센터 연구원

Transportation Research Board, 1997; UK Department for Transport, 2004; The New Zealand Ministry of Transport, 2008).

이렇듯 지속가능한 발전의 교통체계적 내재화의 필요성이 광범위하게 인식·공유되면서 비동력 교통(NMT; Non-motorized Transport)에 대한 관심이 높아지고 있다(장수은·박경옥, 2010). 여기서 비동력 교통이란 보행, 자전거 등 화석연료가 아닌 생체에너지를 활용하는 대표적인 지속가능한 교통수단을 지칭한다.

현대인은 운동 등 신체활동의 부족으로 심장병, 고혈압, 뇌졸중, 당뇨병, 비만, 골다공증, 우울증, 각종 암 등 다양한 질병에 시달리고 있다. 비동력 교통의 이용은 신체활동을 지속할 수 있는 가장 실질적인 방법 중 하나이다. 이에 따라 많은 연구(Metsaranta and Tervonen, 2004; Saelensminde, 2004; UK TfL, 2004; Krag, 2005; Lind, 2005; Sustrans, 2006; UK DfT, 2007)에서 신체건강 증진효과를 비동력 교통의 가장 대표적인 편익으로 인식하고 있다.

신체건강 증진효과는 질병 및 결근일수 감소에 따른 사회적 편익으로 구분할 수 있다. 비동력 교통 이용에 따른 주기적인 신체활동은 건강을 증진시켜 결근일수를 감소시키고, 감소된 결근일수 만큼 생산 활동을 수행할 수 있어 사회적 편익이 발생한다. 또한 신체활동의 증가는 질병의 감소로 귀결되고, 그 결과 사회적 편익이 발생한다.

결근 감소편익의 계량화와 관련하여 선행연구(UK TfL, 2004; Sustrans, 2006; UK DfT, 2007)에서는 일반적으로 세계보건기구(WHO, 2003)가 제안한 결근일수 감소율에 근거한 방법론을 적용하고 있으며, 본 연구 또한 이를 준용한다. 한편, 질병 감소편익은 건강진료비용 절감액을 편익으로 계상하거나 건강증진에 따른 사망률 감소의 사회적 편익을 추산할 수 있다. 이 중 사망률 감소의 사회적 편익을 추정하는 방법론이 보다 합리적인 방안으로 판단된다. 이는 질병감소의 누적적 결과로 사망률이 감소한다고 볼 수 있기 때문이다. 또한 건강진료비용 절감액 자체는 경제적 이전비용이므로 사회적 편익으로 보기 어려운 이론적 한계가 있다. 다만, 건강진료비용에 따른 가처분소득의 감소와 이에 수반된 사회적 가치를 추산할 수 있다면 건강진료비용 접근법 또한 비동력 교통의 질병 감소편익을 추정하는 유효한 방법론일 수 있다. 그러나 가처분소득 감소에 따른 사회적 비용을 계량화하는 것은 매우 어려운 작업이므로 본 연구는 사망률 감소의 사회적 편익을 추정하는 방법론을 적용한다.

다음 장에서는 우리나라의 비동력 교통 이용 현황에 관하여 개략적으로 살펴본다. 이어서, 본 고의 연구대상인 건강증진효과를 비롯하여 비동력 교통 이용의 사회적 가치를 다룬 선행연구를 고찰한다. 다음으로 비동력 통행자의 건강증진효과를 계량화하기 위한 방안을 제시한다. 이때, 결근 및 질병감소 효과의 정량화 방안을 각각 살펴본다. 제 V 장에서는 본 연구의 방법론을 가상 시나리오에 적용하고 평가결과를 예시한다. 마지막 결론에서는 본 연구의 성과, 한계 및 향후 연구과제를 논의한다.

II. 비동력 교통 이용현황

본 장에서는 우리나라의 비동력 교통 이용현황을 간략히 살펴본다. 논의의 편의를 위하여 비동력 교통을 보행통행과 자전거통행으로 분리하여 기술한다.

1. 보행통행 실태분석

한국교통연구원(2008)이 5개 대도시권(부산-울산광역시권, 대구광역시권, 광주광역시권, 전주광역시권, 대전광역시권)을 대상으로 실시한 가구통행실태조사 자료에 따르면, 보행의 수단분담률¹⁾ 평균이 35.5%로 승용차의 수단분담률 32.6%보다 높은 비중을 차지하고 있다(〈표 1〉 참조). 이러한 경향은 대전광역시권을 제외한 모든 분석대상 대도시권에서 나타난다. 이는 보행을 독립적인 교통수단으로 인식해야 할 필요성을 의미할 수 있다.

분석대상 대도시권에서 보행교통의 통행목적은 귀가가 46.0%로 가장 비중이 높고 등교(20.3%)와 학원(10.5%) 등 학생들과 관련된 통행이 그 뒤를 잇고 있다(〈표 2〉 참조). 보행을 이용한 출근 및 업무통행은 각각 7.1%, 1.8%로 상대적으로 비중이 낮다. 또한 평균 보행시간은 15.8분, 평균 보행거리는 939m인 것으로 나타났다. 이를 구체적으로 살펴보면, 10분미만 통행이 45.0%로 가장 비중이 높고, 10분에서 20분 사이의 통행도 34.9%를 차지하고 있어 전체 보행통행 중 91.5%가 30분미만 동안 통행하는 것으로 나타났다(〈표 3〉 참조). 다만 평균보행거리는 횡단 보도 대기시간 등을 감안했을 때 실제로는 이보다 짧을 것으로 판단된다.

한편, 우리나라의 보행자 교통사고 사망자수는 2007년 기준 2,304명이다. 이를 인구 10만 명당

〈표 1〉 5개 대도시권 통행수단 분포

통행수단	통행량	비율(%)
승용차	420,632	32.6
버스	270,553	20.9
지하철/철도	36,200	2.8
택시	22,094	1.7
도보	458,945	35.5
기타	83,686	6.5
계	1,292,110	100.0

자료: 한국교통연구원(2008).

1) 본고에서 언급하고 있는 수단분담률은 전수화 과정이나 보정을 거치지 않은 표본의 통계치이므로 해석에 주의를 요한다. 또한 통행회수 기준의 수단분담률이므로, 통행거리가 고려되면 결과는 달라질 수 있다.

〈표 2〉 5개 대도시권 보행통행의 통행목적 분포

통행목적	통행량	비율(%)
취가	202,456	46.0
출근	31,478	7.1
등교	89,393	20.3
학원	46,429	10.5
업무	8,009	1.8
기타	62,784	14.3
계	440,549	100.0

자료: 한국교통연구원(2008).

〈표 3〉 5개 대도시권의 보행통행시간 분포

통행시간	통행량	비율(%)
0-10분	200,653	45.0
10-20분	155,535	34.9
20-30분	51,557	11.6
30분 이상	37,715	8.5
계	445,460	100.0

자료: 한국교통연구원(2008).

보행자 사망자수로 환산하면 4.75명으로 일본(1.72명)의 2.8배, 영국(1.13명)의 4.2배 이상으로 OECD 국가 중 가장 높은 수준이다(OECD IRTAD, 2009).

우리나라의 2007년 교통사고 중 ‘차 대 사람’의 사고 발생건수를 살펴보면 횡단 중 사고가 49.8%로 가장 높은 비중을 차지하며, 사망자수 역시 대부분 횡단 중(59.4%)에 발생하는 것으로 나타났다(〈표 4〉 참조). 보행자 사고 발생위치는 교차로(20.6%) 보다는 단일로(71.5%)에서 더 많이 발생하며, 특히 횡단보도 위 혹은 부근에서 가장 많이 발생한다(심관보, 2008). 이는 보행통행이 가장 빈번한 곳이 횡단보도이기 때문에 나타난 현상으로 풀이할 수 있다.

〈표 4〉 보행관련(차 대 사람) 사고 유형별 분포

사고 유형	발생건수		사망자수	
	건	비율(%)	명	비율(%)
횡단 중	22,352	49.8	1,326	59.4
차도 통행 중	6,439	14.4	337	15.1
길가 통행 중	4,889	10.9	178	8.0
보도 통행 중	2,916	6.5	85	3.8
기타	8,261	18.4	306	13.7
합계	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식	잘못된 계산식

자료: 심관보(2008).

〈표 5〉 자전거통행과 관련된 현황 자료(2007년 기준)

수단분담률	도로 총연장	보급률
1.2%	9,170km	16.6%

자료: 한국교통연구원(2009).

〈표 6〉 연도별 자전거 교통사고 및 전체 교통사고 현황

구분	자전거 교통사고		전체 교통사고	
	사고건수	사망자수	사고건수	사망자수
2005년	929	45	214,171	6,367
2006년	1,117	65	213,745	6,327
2007년	1,374	69	211,662	6,166
2008년	2,130	83	215,822	5,870
연평균 증가율	35.6%	20.8%	-0.5%	-2.7%

자료: 경찰청 교통사고통계 각 연도.

2. 자전거통행 실태분석

보행교통과 비교해볼 때 국내에서 자전거통행과 관련하여 구축된 현황 자료는 부족한 실정이다. 2007년 기준으로 자전거통행의 수단분담률은 전체 수단 가운데 1.2%에 불과하다. 전국의 자전거도로의 총연장은 9,170km이며 자전거보급률은 16.6%인 것으로 나타났다(〈표 5〉 참조).

자전거 교통사고와 관련된 경찰청 통계에 따르면 2005년부터 2008년까지 전체 교통사고 건수 및 사망자수의 연평균증가율은 각각 -0.5%와 -2.7%인 것으로 나타났다. 그러나 같은 기간 동안 자전거 교통사고 사고건수 및 사망자수의 연평균 증가율은 각각 35.6%와 20.8%로 전체 교통사고의 추세와 대조를 보인다(〈표 6〉 참조). 이러한 경향은 최근 자전거 이용인구의 빠른 증가와 무관하지 않을 것으로 사료된다.

III. 선행연구고찰

비동력 교통 통행자의 신체건강 증진효과를 평가할 수 있는 방법론을 제안하기에 앞서 선행 연구를 조사하였다. 국내 연구는 사실상 부재하여, 〈표 7〉에서 확인할 수 있듯이 해외사례를 중심으로 고찰하였다. 이때 기존연구를 ‘자전거 단독’ 및 ‘보행과 자전거 결합’ 연구로 분류하였다. 또한 선행연구를 건강증진효과 측면에서만 제한적으로 검토하지 않고, 포괄적 사회적 가치 측면에서 고찰하였다.

대체로 선행연구는 2000년대 중반이후 본격적으로 진행되고 있으며, 전통적인 비용-편익분석을 근간으로 비동력 교통의 사회적 가치를 평가하고 있다. 또한 건강증진효과를 수단전환 등에

〈표 7〉 선행연구 고찰

구분		자전거				보행 및 자전거		
대상국가	핀란드	영국	덴마크	스웨덴	노르웨이	영국	영국	
연구자	Metsaranta & Tervonen(2004)	UK TfL (2004)	Krag (2005)	Lind (2005)	Saelensminde (2004)	Sustrans (2006)	UK DfT (2007)	
통행시간 절감 편익 ¹⁾²⁾	-€17.31/cycle · 시	-11.94pence/cycle · 분 -버스→자전거: 36pence/인 · 통 행 절감 ³⁾	-€4.7/cycle · 시	-단독교통류: 70SEK/cycle · 시 ⁴⁾ -혼합교통류: 90SEK/cycle · 시 ⁴⁾ -교차로지체: 140SEK/cycle · 시 ⁴⁾		-비침두: 7.0pence/대 · km -침두: 23.0pence/대 · km	-도시부: 26.2pence/대 · km -지방부: 5.5pence/대 · km	
운행비용 절감편익 ²⁾⁵⁾			-€0.05/cycle · km	-0.60SEK/cycle · km ⁶⁾				
교통사고 감소편익	-€84,000/건 -사망사고는 생명가치 €1,934,000 추가	-£189,000/건(사 망/부상사고를 평균적으로 고려)		-0.8-1.8MSEK/건 (부상사고 한정, 치명도 미구분)			-도로/철도사업에 적용하는 원단위 반영	
환경비용 절감편익	-배출가스만 고려 -€0.009-0.02/대 · km	-배출가스/온실 가스 고려 -휘발유 차량: £0.034/대 · km -디젤 차량: £0.25/대 · km	-고려항목 미제시 -€0.05/대 · km	-배출가스/소음 고려 -0.45SEK/대 · km	-배출가스/소음 고려 ⁷⁾ -대도시: 1.36-9.03 NOK/대 · km -소도시: 0.40-4.57 NOK/대 · km		-배출가스/온실가 스 고려 -£75/톤 또는 3pence/km	
주차비용 절감편익					-325-1,165NOK/ 대 · 월 ⁸⁾			
신체 건강 증진 편익	질병 감소	-질병종류 언급 없음 -€1,200/cycle · 년	-심장질환, 뇌졸중, 결장암 -£1.223m/cycle · 년	-질병종류 언급 없음 -2,760DKK/ cycle · 년	-질병종류 언급 없음 -일반: 2,600 SEK/cycle · 년 -노인: 8,300 SEK/cycle · 년	-암, 고혈압, 비만, 당뇨병, 근골격계 질환 -7,300NOK/인 · 년 ⁹⁾¹⁰⁾	-심장질환, 뇌졸중, 결장암 -£122.93/인 · 년 ¹⁰⁾	-질병종류 언급 없음 -£1.215m ¹⁰⁾
	결근 감소		-1인당 결근일수 6% 감소 가정 ¹¹⁾			-1인당 결근일수 1% 감소 가정	-1인당 결근일수 6% 감소 가정 ¹¹⁾	-1인당 결근일수 6% 감소 가정 ¹¹⁾
비동 력 교통 환경 개선 편익	통행 환경		-€0.06/cycle · km	-시설의 등급/종류별 0-20SEK/인 · 통행 0-5SEK/cycle · km		-£0.91/통행	-시설물의 종류별 5-34pence/인 · 분 ¹⁰⁾	
	보안				-2NOK/cycle · km			

주 : 1) '화폐단위/cycle · 시간단위'로 제시되지 않은 원단위는 해당 연구에서 자전거통행의 부(-)의 편익에 대한 언급 부재

2) 'cycle'은 자전거통행자를 의미

3) '도시철도→자전거'와 '승용차→자전거' 전환에 따른 통행시간 절감편익은 미고려

4) 단독교통류: 자전거로만 구성, 혼합교통류: 자전거와 타 수단이 혼재, 교차로지체: 교차로지체 감소로 발생하는 편익

5) 차량운행비용과 관련된 내용에 대한 언급은 부재

6) 자전거의 운행비용이라 함은 도난에 대비한 보험료, 수리 및 유지보수 비용을 의미

7) 제시된 값에서 앞의 값은 승용차, 뒤의 값은 버스에 해당

8) 고용주가 직원에 대해 부담하는 비용을 의미하며, 사례연구에서 각 지역마다 차이가 있어 범위로 제시

9) 절감되는 비용은 의료비용, 치료비용, 잠재적 생산손실 및 후생손실(교통사고에서 PGS비용과 유사한 개념)로 구성

10) 제시된 원단위는 생명의 가치를 의미하며, 편익은 변화된 사망률에 생명가치를 곱하여 산정

11) 세계보건기구(WHO, 2003)의 'Health and development through physical activity and sport'의 연구결과 인용

다른 전체 교통체계에서 발생하는 사회적 비용의 변화로 분석하고 있는 점을 확인할 수 있다.

선행연구에서는 비동력 교통 활성화의 사회적 가치로 통행시간 절감편익, 운영비용 절감편익, 교통사고 감소편익, 환경비용 절감편익, 주차비용 절감편익, 건강증진편익, 비동력 교통환경 개선편익 등을 다루고 있다. 우선 통행시간 절감편익은 연구대상 교통체계 내의 총통행시간비용의 변화를 분석하여, 절감된 통행시간비용을 편익으로 계상하고 있다. 다만 Sustrans(2005)와 UK DfT(2007) 등 일부 연구에서는 비동력교통 이용의 부(-)의 편익을 언급하고 있지 않아 균형감이 결여된 측면도 발견된다. 운영비용 절감편익은 대부분의 선행연구에서 고려하지 않으나, Krag (2005)와 Lind(2005)의 연구에서 자전거 통행의 운영비용을 부(-)의 편익으로 계상하고 있다. 그러나 부(-)의 편익 계상보다는 승용차 또는 대중교통 이용자의 보행 또는 자전거 통행으로의 수단전환에 따른 정(+)의 편익을 반영하는 것이 더욱 중요할 것으로 판단된다. 교통사고 감소편익은 교통체계 내의 총교통사고비용의 변화를 분석하여, 절감된 교통사고비용을 편익으로 계상하고 있다. 환경비용 절감편익도 교통체계 내의 총환경비용의 변화를 분석하여, 절감된 환경비용을 편익으로 반영하고 있다. 이때 주로 자동차 배기가스를 고려하며, 온실가스 및 소음도 검토하는 추세에 있다. 주차비용 절감편익은 Saelensminder(2004)의 연구에서 고용주가 부담하는 주차비용 절감액을 반영하고 있으나, 관련 비용이 자원의 기회비용인지는 불확실하다. 비동력 교통환경 개선편익에 대해서도 일부 연구에서 시도되고 있으나, 표준적 계량화 방안은 부재한 실정이다. 마지막으로 본 연구의 연구대상인 비동력 교통 이용의 신체건강 증진효과는 질병 및 결근 일수 감소의 사회적 가치로 추정하고 있다. 또한 이를 비동력 교통의 가장 대표적인 사회적 편익 항목으로 인식하고 있다.

선행연구 전반을 통틀어 일관되게 강조되고 있는 점은 교통체계적 분석의 필요성과 중요성이다. 즉, 비동력 교통의 사회적 가치를 비동력 교통만을 고려하여 측정해서는 안 된다는 점이다. 예컨대 자전거 도로 시설 확충으로 승용차 이용자의 일부가 수단전환을 한다면, 건강증진 측면에서는 정(+)의 가치가 발생할 수 있으나, 통행시간 측면에서는 부(-)의 편익을 야기할 수 있다. 따라서 비동력 교통에 대한 분석도 교통체계 전반에 대한 고려가 필요하다. 이런 맥락에서 제Ⅳ장에서 제시될 계량화 방안과 제Ⅴ장의 평가에서는 교통체계적 분석을 근간으로 한다.

IV. 신체건강 증진효과 계량화 방안

본 장에서는 신체건강 증진효과 계량화 방안을 제시한다. 서론 및 선행연구검토에서 논의한 바와 같이, 건강증진효과를 결근 및 질병 감소효과로 나눠 살펴본다.

1. 결근 감소효과 계량화 방안

세계 보건기구(WHO, 2003)는 보행·자전거 등 생체 에너지를 활용하는 교통수단을 이용하는

〈표 8〉 연평균 결근일수

구분	남성	여성	평균
1년간 휴가 및 병가 일수	15.4	11.0	13.4
사업장 재해로 인한 휴가 및 병가 일수	6.4	1.5	4.2
일로 인한 건강문제 휴가 및 병가 일수	7.7	8.4	8.0

자료: 한국산업안전공단(2006).

〈표 9〉 결근 감소편익 산정에 적용되는 원단위

구분	원단위
연평균 결근일수(A)	8일
결근일수 감소율(θ^A)	0.06
업무통행 시간가치(P^m)	18,626원/인·시(2007년 가격)

사람들의 연평균 결근일수가 그렇지 않은 통행자들에 비해 약 6%가량 감소한다고 보고한 바 있다. 결근일수가 감소할 경우, 그 만큼 생산 활동에 투입할 수 있는 시간이 늘어나 사회적 편익이 발생한다. 이 연구결과는 이후 보행·자전거 이용의 사회적 편익을 추정하는 후속연구에 표준적으로 적용(UK TfL, 2004; Sustrans, 2006; UK DfT, 2009)되고 있다. 본 연구 또한 이를 바탕으로 비동력 통행으로 인한 결근 감소편익 평가방안을 (1)과 같이 제시한다.

$$\Delta Q^n \times A \times \theta^A \times 8 \times P^m \quad (1)$$

여기서, ΔQ^n 는 비동력 통행자의 증감량, A 는 연평균 결근일수, θ^A 는 결근일수 감소율(6%), '8'은 일평균 근무시간, P^m 는 업무통행 시간가치이다. 이때 비동력 통행자의 증감량을 적용하는 이유는 교통체계적 분석에 근거한 사회적 순편익을 계량화하기 위함이다.

이 방법론을 적용하기 위해서는 연평균 결근일수 자료가 필요하다. 본 연구는 한국산업안전공단(2006)의 '취업자 근로환경 전국표본조사'의 통계치를 적용하되, 비동력 통행으로 인한 결근감소와 연관된다고 판단되는 '일로 인한 건강문제 휴가 및 병가 일수'를 적용한다(<표 8> 참조). 또한 업무통행의 시간가치는 예비타당성조사 표준지침(5판)(한국개발연구원, 2008)의 업무통행 시간가치를 적용한다. 이를 바탕으로 결근 감소편익 산정에 적용되는 원단위는 <표 9>과 같이 요약할 수 있다.

2. 질병 감소효과 계량화 방안

질병 감소편익은 통행시간 또는 통행거리를 기준으로 산정할 수 있다. 그러나 비동력 통행자의 통행시간을 측정하기는 쉽지 않기 때문에 본 연구는 통행거리를 기준으로 평가하는 방안을

〈표 10〉 2007년 사망자수 및 사망률

구분	사망자수(명)	사망률(명/10만명)
계	244 874	498.4
남	134 922	547.9
여	109 952	448.7

자료: 통계청(2008).

〈표 11〉 질병 감소편익 산정에 적용되는 원단위

구분	원단위
사망률(M)	0.004984
사망률 감소율(θ^M)	0.173/1,000인-km 여기서, $0.173=(1-0.72)/1,620$
사망의 사회적 비용(P^M)	41,944만원/인 (2007년 가격, PGS 제외 비용)

제안한다. 이때 비동력 교통으로 전환한 통행자의 질병 감소편익과 함께 기존 비동력 통행자들의 통행거리 변화(예, 단절, 직통 노선 신설 등 보행 및 자전거 이동경로의 변화)도 고려할 수 있으면 이상적이다.

서론에서 언급한 바와 같이, 질병 감소편익은 비동력 통행에 따른 신체 활동량의 변화로 인한 사망률 감소효과로 정량화한다.

$$\Delta D^n \times M \times \theta^M \times P^M \quad (2)$$

여기서, ΔD^n 는 총 비동력 통행거리(인-km)의 증감량, M 은 사망률(mortality rate, %), θ^M 은 사망률 감소 원단위, P^M 은 사망의 사회적 비용이다. 총 비동력 통행거리의 증감량을 적용하는 이유는 결론 감소효과 계량화방안에서 논의한 바와 같이, 교통체계적 분석을 바탕으로 한 사회적 순편익을 산출하기 위함이다.

총 비동력 통행거리의 증감분 ΔD^n 는 교통수요분석의 결과물로 산출할 수 있다. 사망률 M 은 통계청에서 발표하는 ‘성·사망원인별 사망자수 및 사망률 추이’ 조사결과를 적용한다(〈표 10〉 참조). 비동력 통행에 따른 사망률 감소 원단위는 국내 관련 연구가 부재하여 영국과 덴마크에서 사용하고 있는 원단위를 적용한다. 사망의 사회적 비용 P^M 은 예비타당성조사 표준지침(5판)의 교통사고 감소편익에서 적용하고 있는 도로 교통사고의 사망사고비용 원단위를 준용한다(〈표 11〉 참조).

본 연구에서 제안한 질병 감소편익 산정방안과 관련하여 두 가지 추가 언급이 필요하다.

첫째, 본고는 ‘총 통행거리’를 기준으로 질병 감소편익을 추정할 것을 제안하고 있으나, 연구 여건에 따라서는 총 통행거리는 파악하기 곤란하고 평균 통행거리를 파악하기 용이한 경우도 있다. 예컨대, 표본조사를 통해 비동력 교통을 연구할 경우 평균 통행거리를 파악할 수 있다. 참고로 영국(UK DfT, 2009)에서는 비동력 통행자 1인당 평균 통행거리를 기준으로 질병 감소편익을 산정하고 있다. 이 경우 질병 감소편익 산정식은 식 (3)과 같이 재구성할 수 있다.

$$\overline{\Delta D^n} \times Q^n \times M \times \theta^M \times P^M \quad (3)$$

여기서, $\overline{\Delta D^n}$ 는 비동력 통행자 1인당 평균 통행거리의 증감분이다.

둘째, 본 연구에서 적용한 사망률 감소 원단위는 코펜하겐 지역을 대상으로 수행된 연구결과 (Andersen et al., 2000)에 바탕을 두고 있다. 이 연구에서는 자전거 이용에 따른 건강증진 효과를 사망률 감소와 연관시키고 있다. 코펜하겐 지역의 자전거 이용자의 연평균 통행거리는 1,620km, 사망률(relative risk)은 0.72로 나타난다. 사망률 산정 시 여가시간(leisure time), 신체활동(physical activity), 체질량지수(blood mass index), 혈중지질수준(blood liquid levels), 흡연(smoking), 혈압(blood pressure) 등을 고려하였다. 코펜하겐 연구가 자전거 통행만을 대상으로 하였으므로, 엄밀한 의미에서 비동력 교통 전체에 적용하기에는 다소 무리가 따른다. 그러나 영국과 덴마크에서는 이 연구결과를 자전거 및 보행통행에 공통적으로 적용하고 있으며, 본 연구도 이를 따르기로 한다.

V. 신체건강 증진효과 계량화 예시

비동력 교통은 전통적 교통수요분석에서 독립적인 수단으로 고려되고 있지 않다. 따라서 현 단계에서 비동력 통행자의 건강증진효과를 교통체계적 분석으로 추정하기는 사실상 불가능하다.2) 이에 본 장에서는 가상의 시나리오를 바탕으로 건강증진효과를 평가해 본다.

1. 시나리오

어떤 회사의 점심식사 시간에 발생하는 가상상황이다. 회사에서 음식점까지의 거리는 1km이고 다른 음식점은 없는 것으로 가정한다. 점심시간의 총통행량은 500통행이고 이용 가능한 교통수단은 승용차, 비동력 교통의 두 가지만 존재한다. 그런데 이 회사에서는 승용차를 이용하기보다 비동력 교통으로 음식점까지 왕래하는 것이 직원들의 건강에도 도움이 되고, 유류비 절감 등 직접적인 효과가 있다고 판단하여 점심식사 시간에 비동력 통행을 권장하는 캠페인을 펼쳤다. 그 결과 캠페인 전에는 단 1%만의 사람만이 비동력 통행자였으나, 캠페인 이후에는 승용차 이

2) 이 부분과 관련하여 본 고의 결론에서 추가로 언급한다.

〈표 12〉 가상 시나리오

구분		가정
네트워크 기중점 통행량 통행수단 가정		기점과 종점을 연결하는 링크는 단 하나이며 길이는 1km 500통행 승용차, 비동력 교통(보행 및 자전거) 점심시간에 승용차 통행이 비동력 교통으로 전환
수단분담률	캠페인 전	승용차 99%, 비동력 교통 1%
	캠페인 후	승용차 50%, 비동력 교통 50%

용자 중 49%가 추가적으로 비동력 교통으로 전환되었다(〈표 12〉 참조).

2. 평가결과

첫째, 결근 감소편익을 산정하기 위해서는 비동력 통행자수의 증감량을 산정해야 한다. 시나리오에 따라 캠페인 전개 후 비동력 교통의 수단분담률은 1%에서 50%로 증가하였다. 이에 따라 비동력 통행량은 5통행에서 250통행으로 245통행 증가하였다. 이를 바탕으로 하루 동안의 결근 감소효과는 식 (4)와 같이 계량화할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & A \div 365 \times \theta^A \times 8 \times P^w \times \Delta Q^n \\
 & = 8 \div 365 \times 0.06 \times 8 \times 18,626 \times 245 \\
 & = 48,009 \text{ 원/일}
 \end{aligned} \tag{4}$$

둘째, 질병 감소편익을 정량화하기 위해서는 비동력 교통의 총통행거리 증감분을 산정해야 한다. 가상 네트워크의 링크길이가 1km이므로 총통행거리는 490인·km 증가하였다. 이를 바탕으로 하루 동안의 질병 감소편익은 식 (5)와 같이 산정할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & \Delta D^n \times M \times \theta^M \times P^M \\
 & = 490 \times 0.004984 \times 0.000173 \times 419,440,000 \\
 & = 177,211 \text{ 원/일}
 \end{aligned} \tag{5}$$

VI. 결론

비동력 교통은 보행이나 자전거 이용 등 화석연료가 아닌 신체 에너지를 활용하는 대표적인 녹색교통수단을 지칭한다. 지속가능발전에 대한 동의와 공감대가 광범위하게 확산되면서 비동력 교통에 대한 재인식·재조명의 목소리 또한 높다. 특히 최근 빠르게 진행되고 있는 비동력 교통시설의 공급확대와 맞물려 비동력 교통 이용에 따른 사회적 가치를 평가해야 할 필요성이 대두되고 있다. 이에 본고는 비동력 교통의 가장 대표적인 편익으로 인식되는 신체건강 증진효과

를 계량화하기 위한 방안과 평가예시를 제시하였다.

본 연구는 해외에서 폭넓게 적용되는 방법론을 근간으로 국내 실정에 부합하는 방법론을 제안하고, 국내외 공신력 있는 기관의 통계치를 참고하여 관련 원단위를 제시하였다. 이로부터 몇 가지 직·간접 기대효과를 정리할 수 있다.

첫째, 본 연구의 결과는 교통사업의 타당성 조사·분석에서 비동력 교통 고려의 편익측면의 근거자료로 활용될 수 있다. 제II장에서 살펴본 바와 같이 비동력 교통은 대부분의 대도시에서 상당한 수단분담률을 차지하고 있으며, 특히 보행교통은 통행회수 기준으로는 승용차의 수단분담률을 상회한다. 따라서 각종 교통사업의 타당성 평가에서 비동력 교통을 고려하지 않는다면 비합리적인 의사결정을 초래할 수 있다. 물론 본 연구에서 제시한 건강증진편익이라는 하나의 항목으로 당장 비동력 교통의 타당성 평가를 제도화할 수는 없을 것이다. 그러나 건강증진의 사회적 가치가 비동력 교통의 가장 대표적인 편익으로 국내·외적으로 인식되는 점을 고려할 때 중요한 진전일 수 있다.

둘째, 비동력 교통에 대한 연구개발의 필요성을 환기할 수 있는 계기가 될 수 있다. 최근 보행 우선구역, 자전거도로 등 비동력 교통 관련 시설이 빠르게 확대되고 있으나, 과연 비동력 교통이 왜 중요한지나 비동력 교통 환경개선이 어떤 방향이어야 하는지에 대한 논의는 충분하지 않다. 본 고가 교통체계의 지속가능성과 함께 통행자 개개인의 건강문제를 다뤘으므로 관련 논의에도 일조할 수 있을 것으로 기대된다. 이는 비동력 교통 자체에만 그치지 않고 보행이나 자전거 등과 연계하여 검토가 필요한 BRT 사업이나 도시철도 사업 등으로도 확대될 수 있을 것이다.

그러나 이러한 기대에도 불구하고 비동력 교통 이용의 사회적 가치를 체계적으로 추산하기 위해서는 몇 가지 후속논의가 필요하다. 첫째, 기초자료정비가 선행되어야 한다. 현행 국가교통 DB는 통행의 기종점 자료를 교통수단 및 통행목적에 따라 제공하고 있다. 그러나 수단통행의 기종점 자료에서 비동력 교통이 독립적 수단으로 고려되고 있지 못하다. 둘째, 교통수요분석과정의 개선이 필요하다. 교통수요분석에서 핵심적 요소는 교통체계내의 다양한 교통수단을 종합적으로 고려하는 교통체계적 분석이다. 그러나 비동력 교통을 포함한 교통체계적 분석에 관한 연구와 논의는 활발하지 않다. 예컨대 수단분담모형 개발 및 적용과정에서 비동력 교통을 접근(access 및 egress)수단이 아닌 본 통행의 수단으로 고려한 연구는 흔치 않다. 셋째, 교통시설 투자평가를 위한 제도개선이 필요하다. 최근 지속가능발전이나 녹색성장의 패러다임을 교통시설 투자평가 과정에 반영해야 한다는 논의가 활발하다. 대표적인 녹색교통수단인 비동력 교통은 상당한 비중으로 고려되어야 할 것이다. 이때 본 고에서 제시한 신체건강 증진편익 뿐만 아니라 그 외의 다양한 사회적 가치도 반영되어야 할 것이다. 또한 비동력 교통 이용에 따른 사회적 비용도 동등하게 평가되어 균형있는 평가제도가 마련되어야 할 것이다. 활발한 후속연구를 기대해 본다.

참고문헌

- 경찰청, 각 연도, “교통사고통계”.
- 심관보, 2008, “보행자 교통사고 분석 및 보행자 보호구역 시설물설치 표준지침 연구”, 도로교통공단.
- 이성원, 2007, “지속가능 교통·물류정책 추진을 위한 제도정비 방안”, 한국교통연구원.
- 장수은·박경욱. “메타분석을 통한 보행통행의 시간가치 추정 연구”, 『교통연구』, 17(1): 13-22.
- 지속가능발전위원회, 2005, “지속가능한 교통정책”.
- 통계청, 2008, “2007년 사망 및 사망원인통계결과”.
- 한국개발연구원, 2008, “도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)”.
- 한국교통연구원, 2008, “2007년 국가교통DB구축사업-광역권 여객통행실태 조사자료의 상세분석”, 국토해양부.
- 한국교통연구원, 2009, “녹색성장을 위한 정책 세미나”, 녹색성장과 자전거 주제발표 자료집.
- 한국산업안전공단, 2006, “취업자 근로환경 전국표본조사”.
- Andersen, L., Schnohr, P., Schroll, M., and Hein, H., 2000, “All-Cause Mortality Associated with Physical Activity during Leisure Time, Work, Sports, and Cycling to Work,” *Arch Intern Medicine*, 160: 1621-1628.
- Krag T., 2005, “Cost Benefit Analysis of Cycling,” CBA of Cycling. Nordic Council of Ministers. Copenhagen.
- Lind G., Hydén C., and Persson U., 2005, “Benefits and Costs of Bicycle Infrastructure in Sweden,” CBA of Cycling. Nordic Council of Ministers. Copenhagen.
- Metsaranta H., 2004, “Finnish Guidelines for the Assessment of Walking and Cycling Projects.”
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) IRTAD (International Road Traffic and Accident Database), 2009, “IRTAD Road Safety 2009.”
- Sælensminde, K., 2004, “Cost - Benefit Analyses of Walking and Cycling Track Networks Taking into Account Insecurity, Health Effects and External Costs of Motorized Traffic,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38: 593-606.
- Sustrans, 2006, “Economic Appraisal of Local Walking and Cycling Routes.”
- Transportation Research Board, 1997, “Toward a Sustainable Future: Addressing the Long-term Effects of Motor Vehicle Transportation on Climate and Ecology.”
- The New Zealand Ministry of Transport, 2008, “The New Zealand Transport Strategy.”

UK (the United Kingdom) Department for Transport, 2004, "The Future of Transport-a Network for 2030."

UK (the United Kingdom) Department for Transport, 2009, "TAG Unit 3.5.6: Guidance on the Appraisal of Walking and Cycling Schemes," Transport Analysis Guidance.

UK (the United Kingdom) Transport for London, 2004, "A Business Case and Evaluation of the Impacts of Cycling in London," Draft 6.

World Health Organization, 2003, "Health and Development through Physical Activity and Sport."