한국철도학회논문집 제18권 제6호 ▌pp. 596-608 (2015년 12월)
JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY VOL.18, NO.6 ▌pp. 596-608 (December 2015)
ISSN 1738-6225(Print)
ISSN 2288-2235(Online)

벌크화물의 철도역 환적저항 요인과 정책 방향 연구

Transfer Resistance Factors and Policy Directions in Railway Stations of Bulk Freight

최창호*
Chang Ho Choi

Abstract Freight transport by railway is gaining more attention at present as a countermeasure against global warming. In keeping with this purpose, the present study examined various methods for promoting railway use through minimization of the transfer resistance of bulk freight at railway stations. First, the transfer-related factors that shippers consider as important when choosing railway as a transport mode were identified. Also, the relative importance and the level of influence of each factor during the transfer stage were evaluated. Policy directions for reducing transfer resistance in railway stations were then proposed based on the analysis of the transfer resistance factors. The policy directions include both hardware and software approaches. The necessary reduction ranges with regard to the transfer cost and time through policy implementation efforts were suggested as well.

Keywords : Railway, Bulk freight, Shipper, Transfer resistance, Improvement method

초 록 지구온난화에 대한 대응으로 철도를 이용한 화물운송의 필요성이 강조되고 있다. 이의 일환으로 본 연구는 벌크화물을 대상으로 철도역 환적저항 감소를 통한 철도이용 활성화 방안을 강구하였다. 우선 화주가 철도운송을 선택하는 과정에서 중요하게 고려하는 환적관련 요인을 파악하였다. 그리고 이들의 상대적 중요도를 비교하고 환적단계에서 영향을 미치는 비중을 평가하였다. 다음으로 환적저항 요인에 대한 분석을 토대로 철도역에서 환적저항을 감소시킬 정책추진 방향을 제안하였다. 정책은 하드웨어적 개선방안과 소프트웨어적 개선방안을 포함한다. 또한 정책 추진을 통해 이끌어내야 할 환적비용과 환적시간의 감소 범위도 제시하였다.

주요어 : 철도, 벌크화물, 화주, 환적저항, 개선방안

1. 서 론

지난 10년 간(2003년 대비 2012년) 우리나라의 전체 화물품목별 운송량 중에서 철도로 운송되는 비중을 살펴보면, 시멘트는 30% 정도(29.1%→29.3%)에서 유지되는 반면에 무연탄(44.2→17.1%), 광석(8.6%→5.7%), 유류(3.5%→0.8%), 비료(1.3%→0.4%), 기타(1.4%→1.2%) 등 2003년의 전체 6.4%의 비중에서 2012년에는 전체 3.8%의 비중으로 감소되었다[1].

동 기간 우리나라 전체화물 운송량(톤 기준)이 연평균 3.1% 증가하였고 석탄 10.2%, 유류 9.4%, 광석 11.5%, 비료 1.2%, 양곡 0.8%, 양회 -1.5% 등 연평균 증감비율의 변화를 보면, 철도운송비중의 감소 원인이 총물동량의 감소 때문만은 아닌 것으로 평가된다. 결국 철도가 화물운송에서 차지하는 역할이 점차 축소되고 있으며, 이는 운송수단 경쟁력, 운송수단 고유특성, 운송단계의 편리성 등 여러 가지 원인이 복합적인 영향을 주기 때문이다[2].

철도로 운송되는 화물품목은 Table 1과 같이 한정되며, 이는 철도의 접근성 제약과 도로운송의 상대적 우위에 따른 것으로 해석된다. 철도운송 총량은 1990년 이후 2012년까지 연평균 1.4% 감소하였고 비료, 유류, 석탄, 광석 등의 감소폭이 매우 컸다. 반면에 컨테이너는 연평균 6.7% 증가하였고 최근에는 30%에 이른다.

Table 1로부터 철도운송의 명맥을 유지시키는 화물품목은 시멘트, 석탄, 광석, 컨테이너 정도이며, 2012년 기준으로 30.0%를 차지하는 컨테이너를 제외한 이들 3대 벌크화물의 비중은 54.1%에 달한다. 나머지는 유류(2.9%)와 기타(0.6%), 비료(0.3%) 등이다.

도로교통 혼잡과 환경적 측면에서 화물자동차의 운송 비중을 더 이상 증가시키기 어려운 여건에 도달하였음을 감안할 때 상대적

*Corresponding author. Tel.: +82-61-659-7344, E-mail : jc1214@jnu.ac.kr.
© 2015 The Korean Society for Railway. All rights reserved.
http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2015.18.6.596

Table 1. The volume of transported bulk freight items by rail.

	Year	Total	Grain	Cement	Fertilizer	Coal	Ore	Oil	Other	Miscell-aneous	Conta-iner	Korail business
Volume (Thousand ton)	1990	57,922	261	14,109	1,874	19,681	4,684	5,277	1,088	6,161	3,283	1,504
	1995	57,469	128	20,158	1,503	9,525	4,324	5,644	541	8,805	5,445	1,396
	2000	45,240	15	17,361	944	7,115	2,612	2,580	358	3,803	8,716	1,737
	2005	41,669	2	15,160	352	6,566	1,967	2,402	283	3,837	10,034	1,065
	2010	39,217	0	14,791	147	6,170	2,023	1,641	254	3,850	9,948	393
	2012	40,309	0	14,602	108	4,876	2,319	1,173	249	4,439	12,110	433
Ratio (%)	1990	100.0	0.5	24.4	3.2	34.0	8.1	9.1	1.9	10.6	5.7	2.6
	1995	100.0	0.2	35.1	2.6	16.6	7.5	9.8	0.9	15.3	9.5	2.4
	2000	100.0	0.0	38.4	2.1	15.7	5.8	5.7	0.8	8.4	19.3	3.8
	2005	100.0	0.0	36.4	0.8	15.8	4.7	5.8	0.7	9.2	24.1	2.6
	2010	100.0	0.0	37.7	0.4	15.7	5.2	4.2	0.6	9.8	25.4	1.0
	2012	100.0	0.0	36.2	0.3	12.1	5.8	2.9	0.6	11.0	30.0	1.1
Increased rate of volume (%)	Annual average of total period	-1.4	-22.1	0.6	-10.5	-5.7	-2.8	-6.0	-4.5	-0.2	6.7	-4.2

Source: KORAIL[1].

으로 철도의 역할을 증진시키는 방안이 강구되어야 한다. 더욱이 2000년대 이후 본격화 된 지구온난화 방지를 위한 범세계적 정책 속에서 철도이용 활성화는 더욱 주목을 받게 되었다. 정부도 그동안 철도운송시장 활성화를 위한 다각적 대책을 추진하였고 전환 보조금 제도를 통해 화물자동차에서 철도로 모달 쉬프트(modal shift) 시키려는 정책까지 시행하고 있다.

하지만 그동안 국내에서 이루어진 화물운송 관련 연구는 컨테이너화물이 주류를 이루었으며, 최근에 이르러서야 철강, 양회 등 벌크화물에 대한 연구가 증가하는 추세이다. 특히 지금까지의 연구를 살펴보면 운송수단 간의 경쟁을 기·종점(O/D) 사이의 전체 구간(즉, 단일경로)로 파악하는 사례가 많다. 그렇지만 철도의 특성상 인입선과 직결된 일부 경우를 제외하면 도로를 이용한 연계운송이 불가피하다. 또한 운송수단이 연결되는 환적노드(transfer node)에서 다양한 저항요인(resistance factor)이 발생하는데 이를 반영한 연구사례가 많지 않다.

제2장에 정리한 선행연구로 부터 벌크화물의 철도운송을 저해하는 원인은 운송비용, 운송시간, 철도역 접근성 등 크게 세 가지 요인의 영향으로 파악된다[3-9]. 화물자동차와의 연계운송이 불가피한 철도운송에서 이들 세 요인의 비중이 증가할 경우는 두 운송수단 간의 환적을 저해하는 저항요인으로 볼 수 있다. 본 연구에서 환적저항이 의미하는 것은 철도역에서 환적이 시행될 경우 발생하는 추가적인 비용과 시간 및 기타 번거로운 요인들로 인해 화주나 화주의 위탁을 받은 운송인이 철도운송을 기피하게 되는 경우로 정의한다.

이에 따라 본 연구는 환적이 이루어지는 철도역과 관련되어 발생하는 시간과 비용 및 접근성 등 환적저항 요인을 파악하고 이를 해소하는 정책추진 방향을 강구하고자 한다.

2. 선행 연구사례 조사 및 시사점 도출

국내에서 철도의 화물운송에 관한 연구는 다수 이루어졌으나 대부분 컨테이너화물이 대상이었고 벌크화물에 대한 사례는 많지 않다. 우선, 철도화물운송 활성화를 위한 전략을 강구한 Cho와 Kim[3], Lee 등[4]의 연구에서 화주는 운송비용과 운송시간 여건만 개선된다면 도로에서 철도로 모달 쉬프트 할 의향이 있으며 특히 환적노드에서의 저항요인을 최소화 할 경우 더욱 증가할 것으로 예상되었다. 벌크화물의 철도운송 활성화를 위한 연구사례는 Kim 등[5], Choi 등[6], Jung[7]이 있다. Kim 등[5]은 벌크화물 전체를 대상으로, Choi 등[6]은 컨테이너 및 철강과 양회를 대상으로, Jung[7]은 양회를 대상으로 하였다.

철도운송을 활성화시키는데 도움을 줄 수 있는 요인을 연구한 사례는 Jeong과 Mun[8], Cho[9] 등이 있다. Jeong과 Mun[8]에 따르면, 철도화물 운송이 활발하지 않은 여러 가지 요인을 검토한 결과 환적단계를 효율화시키지 못하여 비용과 시간이 과다하게 소요되는 것도 문제로 지적되었다. 도로에서 철도로 모달 쉬프트를 유도하기 위해서는 환적이 일어나는 지점 즉, 환적노드인 철도역

의 효율화 전략이 필요하다고 하였다. Cho[9]는 우리나라 철도화물 운송서비스가 기반시설이나 철도노선의 용량 한계 등 근본적인 문제와 더불어 운송의 완결성 부족을 극복해야 하는 점을 강조하면서 철도역 환적단계의 효율성을 지적하였다. Oh 등[10]은 인프라 구축의 정도가 철도화물운송 활성화에 영향을 미침을 보였다. 결과적으로 우리나라에서 도로에서 철도로 모달 쉬프트 하는데 저항을 주는 요인은 집배송단계와 환적단계에 관련된 운송비용, 운송시간 등이 중요하게 대두된다.

하지만 철도역 환적저항 관련 연구사례를 조사한 결과 철도역에서 벌크화물 운송 시 발생하는 환적저항을 발굴하고 이를 상쇄시키는 방안을 직접 연구한 사례는 없다. 다만, 철도역에서 발생하는 환적저항의 문제를 파악하고 이를 개선하는 방향을 개략적으로 제시한 연구들이 있다. Kim 등[11]은 컨테이너, 양회, 철강을 중심으로 한 철도의 화물수송경쟁력 분석한 바 있다. 이밖에 Yoon[12]은 내륙복합화물 터미널의 철도시설을 중심으로 한 물류시설 개선방안을 제시하였고, 최근에 Jung[7], Kim 등[13] 역시 벌크시멘트의 철도물류 프로세스 개선 방안을 제안하였다. 특히 Jung[7]은 한계대체율법을 이용하여 본선 운행시간·운행비용 대비 환적단계의 시간·비용의 대체비율을 산정하였는데 환적시간의 대체비율은 6.69, 환적비용의 대체비율은 1.36으로 나타나 벌크화물의 환적저항이 매우 큼을 알 수 있다.

외국의 경우 Arnold *et al*.[14]은 환적터미널 입지 선정에 관한 연구를 통해 철도와 화물자동차의 전환교통은 터미널의 입지보다는 철도의 운송비용에 절대적인 영향을 받는 것으로 파악하였다. 유사한 연구로는 운송수단 간 탄력성을 파악하여 전환교통의 가능성을 평가한 Beuthe[15]가 있다. 외국의 경우 환적단계에서 발생하는 저항요인을 특정하여 연구한 것보다는 일반적으로 화주가 운송수단을 선택하는 특성을 연구한 사례가 주류이다. 주목할 연구로 Bergantino *et al*.[16]은 부패가능 화물과 부패하지 않는 화물의 운송수단 선택 요인의 중요도를 파악하였는데 벌크화물 등 부패하지 않는 화물의 운송비용/운송시간 비율이 13.65로 부패 가능한 화물의 4.00에 비해 매우 높았다. 이로부터 벌크화물의 운송비용에 대한 민감도 수준이 높음을 알 수 있다.

이상과 같이 국내외에서 다수의 연구가 벌크화물의 효율적 철도운송 방안을 제시하였으나 대부분 전체 운송구간을 대상으로 하며, 철도역이라는 특정 노드에 초점을 두고 수행하지는 못했다. 따라서 철도운송의 전체 프로세스에 대한 연구도 중요하지만 철도역을 중심으로 이루어지는 벌크화물 운송의 비효율적 요인이 무엇인지를 파악하고 이를 개선하는 방안을 강구할 필요성도 제기된다.

3. 벌크화물 철도역 환적저항 요인의 발굴과 평가

철도의 벌크화물 운송추이와 선행연구로 나타난 시사점을 통해 본 연구에서는 다음의 두 가지 분석에 기초를 둔 연구를 수행하고자 한다. 첫째는 기존연구와 같이 화주인식 관련 요인의 조사를 통한 환적저항을 분석하는 것으로 대상은 앞서 제시한 세 가지 항목 중에서 운송비용과 운송시간이 해당된다. 둘째는 철도역의 처리물동량과 철도화차의 운행특성을 토대로 철도역 이용 환경, 즉 지리적 접근의 용이성에 따른 환적저항을 평가해보고자 한다.

3.1 화주 설문조사를 통한 철도역 환적저항 요인의 발굴과 평가

3.1.1 설문조사 개요 및 운송특성

설문조사 대상은 지역 간 벌크화물 운송 화주이며, 대상화물 품목은 Table 1과 같이 철도운송에서 구성비가 높은 품목인 양회, 무연탄, 광석, 유류 등 네 가지이다. 이들 품목은 철도운송에서 차지하는 비중이 높으나 최근에 지속적인 감소 추세로 철도의 경쟁력을 강화시킬 필요가 있기 때문이다. 설문은 도로(화물자동차)와 철도의 경쟁관계를 감안하여 도로만을 이용하는 화주, 철도만을 이용하는 화주, 도로와 철도를 둘 다 이용하는 화주 등으로 분할하여 화주 집단별 저항요인을 상세히 분석토록 하였다.

설문조사는 전국에 입지한 벌크화물 품목별 화주 및 화주의 위탁을 받은 운송회사(이하 '화주'로 통일하여 표기)를 대상으로 출하화물의 종류, 운송수단의 선택 시 중요 고려요인과 철도역 환적에서 고려하는 특성 등을 파악하는 것에 초점을 두었다. 설문조사의 화물 품목별 대상은 KOSTAT[17] 등으로부터 추출한 351개 업체를 조사하여 양회 30개(34.1%), 무연탄 10개(11.4%), 철강 30개(34.1%), 유류 18개(20.5%) 등 88개(100%)의 유효회수(회수율 25.1%) 설문을 확보하였다. 설문내용은 출하화물 관련 사항, 운송수단 이용 특성, 화물운송수단 선택 시 고려 요인별 중요도, 철도운송에 대한 요인별 만족도 등이다.

벌크화물의 운송수단을 설문한 결과는 도로만을 이용하는 경우 53.3%, 철도만을 이용하는 경우 4.2%, 도로와 철도를 둘 다 이용하는 경우 42.5%로 나타났다. 도로와 철도를 둘 다 이용하는 비중이 높은 것으로 부터 철도의 운송여건을 개선하면 도로를 이용하던 화주가 철도로 운송수단을 전환할 가능성이 파악되었다.

다음으로 업체별 1년 동안 출하한 화물의 종류와 규모, 그리고 운송수단별 분담 비중을 설문한 결과는 연간 평균출하량은 양회가 가장 많으며 무연탄, 광석, 유류의 순서로 나타났다. 유류의 경우는 파이프라인을 통한 운송 영향으로 파악되었다. 또한 운송거

리별 비중은 단거리(150km 미만) 13.6%, 중거리(150~300km 미만) 20.1%, 장거리(300km 이상) 66.4%로 장거리 비중이 매우 높았다. 이것은 철도운송 비중이 높도록 목표가 설정된 설문조사 대상 업체 때문이며, 장거리 비중이 높은 점은 앞서와 마찬가지로 철도운송 여건을 개선하면 도로로 운송수단을 전환할 가능성을 나타낸다.

3.1.2 철도역에서의 벌크화물 환적 현황

도로와 경쟁하는 철도운송의 경우 일부 경우를 제외하면 환적노드(철도역 등)에서 화물자동차와의 연계운송이 발생하므로 환적노드의 효율성이 매우 중요하다. 하지만 조사 결과 환적노드와 연계된 비중, 즉 철도 본선수송을 제외한 철도역과 출발지/도착지까지의 운송비용과 운송시간의 비중이 높게 나타났다. 운송비용의 경우 전체 비용 대비 환적과 셔틀비용이 차지하는 비중이 45.0%이며, 환적노드인 철도역에서 발생하는 비용도 14.5%이다. 운송시간 역시 전체 소요시간 대비 환적과 셔틀시간이 차지하는 비중이 39.4%이고, 환적노드인 철도역에서 발생하는 대기시간은 25.5%를 차지하고 있다.

Table 2에서 전체 운송비용과 운송시간을 비교하면 평균값으로 철도운송이 도로운송에 비해 비용은 11.1만원 정도 저렴하지만 운송시간은 21.3시간 더 소요되는 것으로 나타난다. 이 수치는 전체 조사자료의 평균값으로 출하화물의 특성과 운송수단의 크기, 운송거리 등에 따라 차이가 있다. 하지만 그동안 제기되어온 철도운송과 도로운송의 경쟁여건 및 문제점이 지속됨을 알 수 있다.

Table 2. Comparison of transport costs and times between rail and road (total mean of bulk freight).

Transport cost							Transport time						
Cost (10,000 won)		Ratio of rail(%)				Ratio of road (%)	Time (hour)		Ratio of rail(%)				Ratio of road (%)
		Line-haul	Transfer	Shuttle	Total				Line-haul	Transfer	Shuttle	Total	
Distri-bution	Under 5	0.0	17.7	5.7			Distri-bution	Under 1		5.2	2.0		
	5-10	10.5	79.1	25.3				1-2		7.8	10.3		
	11-20	24.6	3.2	51.8		1.2		2-3		4.7	38.5		0.6
	21-30	38.9		14.1		2.9		3-4		10.5	23.1		6.4
	31-40	18.9		3.1		9.3		4-5	0.7	9.4	24.5		17.1
	41-50	5.8				14.8		5-6	1.9	21.3	1.6		14.9
	51-60	1.3				37.9		6-8	6.7	18.7			37.4
	61-70					21.4		8-15	11.6	13.5			18.8
	Over 70					12.5		Over 15	79.1	8.9			4.8
	Total	100.0	100.0	100.0		100.0		Total	100.0	100.0	100.0		100.0
Average value (1,000 won)		241.4	63.8	133.4	438.5	549.5	Average value (hour)		18.0	7.6	4.1	29.7	8.4

Kim 등[5]의 연구에서 제시된 벌크화물의 시간가치 262원/톤·시간을 적용하면, 환적과 셔틀운송에 의해 발생하는 추가비용은 139,515원으로 철도이용에 따른 비용 절감분 11.1만원을 초과하는 시간손실 비용을 발생시키고 있다(25톤 출하량 기준). 이처럼 철도운송의 활성화를 저해하는 원인의 상당부분이 환적과 셔틀단계에 있어 이를 감소시키는 전략이 필요하다. 하지만 셔틀단계는 철도운송에서 불가피한 상황으로 단기적으로 시행이 가능한 부분은 환적단계이다.

철도역 등 환적단계에서 환적이 지연되는 이유는 인력과 장비 투입의 부족과 작업 비효율성, 조차과정과 유효장 문제, 여객열차 우선처리, 장마와 동해로 인한 계절적 영향 등 매우 다양하다. 더욱이 이러한 이유는 환적비용을 증가시키는 원인으로도 작용한다. 환적시간은 환적비용과 별개의 사안이 아니라 서로 밀접하게 연관되기 때문이다. 따라서 환적이 이루어지는 철도역에서 발생하는 시간과 비용 및 기타 저항요인들을 개선해주는 노력이 필요하다.

3.1.3 화주의 환적관련 요인 및 철도역 환적 만족도 평가

1) 화주의 환적관련 요인 우선순위 평가

화주별로 벌크화물 운송을 위한 수단 선택 시 환적과 관련되어 고려하는 요인별 중요도를 5점 척도로 설문한 결과는 Table 3과 같다. 화주가 철도역에서 발생하는 환적 요인들에 대해서는 높은 관심을 나타내 이것이 철도역 환적 저항의 중심 요인이 될 가능성을 보였다.

Table 3으로부터 화주가 철도역에서 벌크화물을 환적 할 때 가장 중요하게 느끼는 것이 환적장비의 조달과 사용 용이성이며, 다

Table 3. Importance of transfer-related factors for shippers when choosing modes for bulk freight transport.

	Factors	Importance (5-point scale)				
		Total	Cement	Coal	Ore	Oil
Cost-related factors	Transfer cost/equipment handling cost	4.06	4.18	4.20	3.81	4.05
	Loss and damage of freight during transfer	3.15	3.00	3.20	3.25	3.15
	Storage cost at transfer node	3.59	4.00	3.60	3.19	3.58
	Mean	3.60	3.73	3.67	3.42	3.59
Time-related factors	Net transfer time (loading/unloading time)	3.37	3.93	3.20	3.00	3.35
	Waiting time for transfer	2.47	2.29	2.60	2.75	2.25
	Detour or additional travel time for transfer	3.27	3.40	3.20	3.25	3.21
	Mean	3.04	3.21	3.00	3.00	2.94
Others	Ease of utilizing transfer facilities	4.32	4.19	4.40	4.36	4.33
	Additional document or service for transfer	3.08	3.00	3.00	3.19	3.12
	Mean	3.70	3.60	3.70	3.78	3.73
Total mean		3.41	3.50	3.43	3.35	3.38

Note: The scale ranges from 1 (not important at all) to 5 (very important).

음으로 환적 시 발생하는 인건비와 장비조작비 등 직접비용인 것으로 나타났다. 반면에 환적시간이나 환적을 위한 대기시간에 대해서는 크게 중요성을 두지 않았다. 이는 철도를 이용하는 저가 벌크화물의 특성상 비용의 중요성이 높은 반면 시간의 시급성은 상대적으로 낮기 때문이다. 벌크화물의 경우 철도역에서 발생하는 비용 중에서 환적장비가 차지하는 비용이 가장 큰 것을 감안할 때 철도역에서 화주가 중요하게 고려하는 요인은 결국 비용임을 알 수 있다. 벌크화물의 품목별 비교에서는 두드러진 차이를 나타내지 않는데 이는 화물의 성격이 유사하기 때문으로 평가된다.

2) 화주의 벌크화물 철도운송 시 환적 여건에 대한 만족도 평가

화주가 벌크화물을 철도로 운송하는데 있어 환적 환경에 대해 느끼는 만족도를 5점 척도로 평가한 결과는 Table 4와 같다. 평균값을 기준으로 할 때 만족도가 낮은 것은 비용 관련 요인으로 나타났다. 철도운송에 소요되는 총 운송비용의 수준이 2.32점이며, 환적관련 비용은 3.31점이다.

특히 철도역에서 발생하는 환적비용은 평균 3.05점이며 철도역과 사업소간의 셔틀(화물자동차) 비용이 평균 3.85점으로 셔틀비용보다 환적비용에 대한 만족도가 더 낮게 나타났다. 이는 화주가 셔틀단계보다는 철도역의 환적단계에 대해 상대적으로 부담을 더 느끼기 때문으로 평가된다. 같은 맥락에서 철도역에서 환적/대기 등의 소요시간도 평균 2.43점으로 다른 시간요인보다 만족도가 낮았다.

환적시간 관련 요인도 비용 요인과 마찬가지 특성을 보였다. 특히 환적관련 운송시간의 만족도가 낮아 운송비용 관련 요인만큼은 아니더라도 일정수준 환적관련 시간 단축의 필요성도 제기되고 있다.

서비스 관련 요인들에 대한 만족도는 평균 2.93점이며, 환적시설 관련 요인의 만족도도 평균 3.37점에 그친 반면 안전 관련 요인의 만족도는 평균 4.35점으로 높은 수준이다. 이처럼 화주의 철도운송에 대한 만족도 중에서 비용 관련 요인과 유사한 수준을 갖는 것이 환적 관련 요인들이다. 따라서 현재의 철도역 환적환경으로는 화주나 운송업체에게 비용과 시간을 추가로 소요시켜 철도운송을 선호하지 않는 결과로 이어질 수 있다.

3.2 철도역의 지리적 접근성 분석을 통한 환적저항 평가

철도역의 환적저항을 모두 파악하려면 앞서 정리한 철도역에서 발생하는 환적관련 비용과 시간 등 화주의 인식에 대한 평가와 더불어 철도역에 대한 화주의 접근성이 평가되어야 한다. 이는 접근성 정도가 화주의 철도이용 선호에 영향을 주게 되며 도로와 철도의 연계운송을 저해할 경우 결국 철도역의 환적저항을 일으키는 원인이 되기 때문이다. 철도역 접근성에 가장 큰 영향을 미치는 것은 화물처리역의 배치이다. KORAIL[18]에 따르면, 철도화물의 효율적인 처리 및 운영 효율화를 목적으로 매년 화물역 정비(폐지)를 하고 있다. 화물역 정비(폐지)는 물동량이 지속적으로 감소하거나 비효율적으로 운영되는 역을 대상으로 하며, 신설역의 경우 신규 산업단지 및 철도화물 유치를 위해 필요로 하는 대상 역을 추가한다는 내용이다. 이에 따라 2005년부터 2013년까지 180개 화

Table 4. Shipper satisfaction with transfer-related factors after bulk freight transport by rail.

Evaluation factors			Evaluation (5-point scale)		
			M	SD	Mdn
Cost-related factors	Total transport cost		2.32	0.71	2.00
	Transfer-related cost				
		Transfer cost at rail station	3.05	0.26	3.00
		Shuttle cost between station and warehouse (if necessary)	3.85	0.41	4.00
		Other transfer-related cost	3.03	0.30	3.00
		Mean	3.31	0.32	3.33
Time-related factors	Total transport time		3.76	0.67	4.00
	Transfer-related time				
		Loading/unloading time at origin/destination	4.53	0.91	5.00
		Transfer/waiting time at rail station	2.43	0.65	2.00
		Shuttle time between station and warehouse (If necessary)	3.07	0.41	3.00
		Mean	3.34	0.66	3.33
Service-related factors	Reliability of on-time arrival		3.15	0.52	3.00
	Possibility of door-to-door transport		3.06	0.49	3.00
	Ease of connection with other activities (production, transport, etc.)		2.57	0.68	2.00
	Mean		2.93	0.56	2.67
Facility-related factors	Fitness of cargo box (volume, shape, etc.)		3.81	0.48	4.00
	Utilization easiness of transfer facilities		3.37	0.60	3.00
	Mean		3.37	0.55	3.22
Safety-related factors	Running safety of transport mode		4.83	0.38	5.00
	Loss or damage possibility during transport		4.12	0.45	4.00
	Suitability for dangerous substances transport		4.11	0.53	4.00
	Mean		4.35	0.45	4.33
Total mean			3.44	0.53	3.38

Note: 1. Ratings are based on 5-point satisfaction scale (1=very dissatisfied, 2=somewhat dissatisfied, 3=neither dissatisfied or satisfied, 4=somewhat satisfied, and 5=very satisfied). 2. *M*=mean, *SD*=standard deviation, *Mdn*=median.

Table 5. Transport distance distribution of bulk freight cars in 2013.

		Total bulk	Major bulk items			
			Cement	Coal	Ore	Oil
Distance distribution ratio of bulk freight cars (%)	Under 100km	5.1	2.9	14.2	11.7	1.5
	101-200km	33.3	56.6	19.7	32.8	17.7
	201-300km	28.0	37.1	56.0	27.4	21.9
	301-400km	16.0	3.4	4.8	21.1	52.3
	Over 400km	17.7	0.0	5.3	7.0	6.6
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Descriptive statistics (km)	M	224.7	215.8	232.1	303.9	275.8
	SD	132.9	63.1	120.0	101.5	100.5
	Max	553.8	381.5	471.7	447.3	431.2
	Mdn	207.6	198.9	233.5	304.7	290.6
	Min	2.1	90.6	15.3	70.8	51.1
	Mo	336.4	207.6	142.2	336.4	382.4
n (car)		6,282.0	808.0	735.0	533.0	322.0

Note: *M*=mean, *SD*=standard deviation, *Max*=maximun value, *Mdn*=median, *Min*=minium value, *Mo*=mode.
Source: KORAIL[1] and KORAIL[18]

물역이 폐지되었고 16개 역이 신설되었다. 연말 기준 화물역수는 2005년 265개에서 2013년 127개이다. 특히 2005~2010년 기간에 170개 역을 폐지하였고 11개 역을 신설하였다.

화물처리역이 많을수록 화주의 역에 대한 지리적 접근성이 커진다. 반면에 화물처리역의 폐지는 셔틀운송을 위한 거리와 비용을 확대시키고 오히려 철도의 본송거리를 감소시킨다. 이것은 결국 화주에게 추가적인 비용과 시간을 부담시켜 철도역의 환적저항 요인으로 작용하게 된다. KORAIL[1]에서 거리대별 운송실적을 제시한 2001년, 2002년, 2009년, 2013년 등 4개 연도의 거리대별 비중을 보면, 100km이하는 2001년의 12.5%과 2002년의 11.8%에서 2009년 7.5%, 2013년 5.1%로 감소하였고, 301~400km 구간에서는 13.6%, 13.8%, 15.7%, 16.0% 등으로 증가하며, 400km 이상 구간에서도 1.27%, 12.9%, 13.4%, 17.7% 등으로 증가하였다. 앞서 벌크화물의 운송 량이 감소하는 것을 감안하여도 단거리 운송실적의 감소가 두드러지는데, 철도역의 접근성 부족도 감소원인 중의 하나로 해석된다. 한편 101~200km, 201~300km 구간은 변화가 크지 않은데 이는 Table 5와 같이 철도운송 물동량의 대부분을 차지하는 양회와 광석의 운반거리가 이 범위에 주로 분포하기 때문이다.

Table 5의 추세는 도로시설의 지속적 확충으로 화물자동차 운송여건이 개선되고 이로 인해 중단거리 운송에서 철도의 경쟁력이 감소된 원인도 있겠으나, 화물처리역의 폐지에 따라 셔틀운송거리가 증가하여 결국 도로운송에 대한 철도의 경쟁력을 저하시키는 정책이 가져온 결과로도 평가된다. 따라서 경제성에 초점을 둔 화물처리역의 폐지보다는 지역산업 특성 및 도로운송과의 경쟁력, 철도역 환적환경 등을 바탕으로 화물처리역 관리정책을 수립할 필요가 있다.

4. 벌크화물 철도역 환적저항 개선 및 수송체계 효율화 방향

4.1 벌크화물 화차의 운행특성에 따른 철도역 운영체계 조정

Table 6은 KORAIL의 화차운행기록을 토대로 최근 3년(2011~2013) 간 벌크화물 적재운송 열차의 운행내역을 블록크레인(block train, 이하 BT로 표기)과 비블록트레인(non-block train, 이하 NBT로 표기)으로 정리한 결과이다. BT 운행 비중이 전체 적재운송 화차의 1/3 정도를 차지한다.

Table 6에서 특이한 점은 화차 편성수가 BT는 평균 17량 정도임에 비해 NBT의 편성수는 평균 4량 정도에 그치고 있다. NBT의 경우는 빈화차와 컨테이너 혼합편성으로 실제 운행하는 화차수는 이보다 많은데, 최근 3년간 평균 편성수는 상차 기준 2011년 12.03량, 2012년 11.52량, 2013년 9.63량이며, 하차 기준은 2011년 12.17량, 2012년 11.61량, 2013년 12.65량이다. BT의 평균 적재화차수가 17량 정도인 것에 비하면 낮은 수치이다.

중요한 것은 Table 7과 같이 NBT 운행열차의 화차편성 중에서 실제 적재화차의 편성비중이 낮으며, 특히 출발역 이후 2~3개 역을 경유한 후에는 적재화차 편성이 거의 이루어지지 않는다는 점이다. 즉 중간 정차역에서 조차가 활성화되지 않고 있다.

Table 6과 같이 BT의 운행량에 변화가 크지 않고 화차 편성수 역시 유사한 것을 보며 BT의 급격한 증가는 조만간 기대하기 어렵다. 따라서 BT의 활성화를 추진하는 동시에 NBT의 운송환경을 개선하는 노력이 필요하다. 이것은 Table 7에 나타난 것과 같이 중간 정차역에서의 NBT 상하차 량이 저조한 것을 늘리는 방안이다. 철도화물의 운송거리가 짧고 중간역의 정차회수와 상하차 량이 작다는 것은 거점역 중심의 운영체계와 맥락을 같이하고 있다. 이는 또한 BT가 선호되거나 BT를 장려한 정책과도 맥을 같이한다.

따라서 거점역 중심의 철도화물운송체계를 개편하는 방안이 강구되어야 한다. 이를 위해서는 철도운송에 경쟁력이 있는 화물 품

Table 6. Annual running record of bulk freight cars.

			2011	2012	2013
Block train (BT)	No. of running cars		286,279	290,814	265,676
		Ratio (%)	35.71	36.80	34.49
	Average train formation		17.25	17.41	17.80
Non-block train (NBT)	No. of running cars		515,434	499,507	504,589
		Ratio (%)	64.29	63.20	65.51
	Average train formation		4.34	4.27	4.53
Total	No. of running cars		801,713	790,321	770,265
		Ratio (%)	100.00	100.00	100.00

Source: reorganized the original data from KORAIL[18]

Table 7. Number of cars loaded or unloaded at NBT stopover stations.

Station	Car formation	2011		2012		2013		Annual average	
			Remaining		Remaining		Remaining		Remaining
Start	Loading	5.38	5.38	5.57	5.57	5.99	5.99	5.65	5.65
1st Stopover	Unloading	4.04	4.53	4.24	4.49	4.74	4.83	4.34	4.62
	Loading	3.19		3.17		3.58		3.31	
2nd Stopover	Unloading	1.18	4.45	1.23	4.38	1.29	4.61	1.23	4.48
	Loading	1.09		1.12		1.07		1.10	
3rd Stopover	Unloading	0.49	4.28	0.53	4.17	0.53	4.39	0.52	4.28
	Loading	0.32		0.32		0.31		0.32	
4th Stopover	Unloading	0.16	4.19	0.16	4.10	0.16	4.32	0.16	4.20
	Loading	0.07		0.09		0.10		0.08	
5th Stopover	Unloading	0.05	4.16	0.05	4.07	0.06	4.30	0.05	4.17
	Loading	0.02		0.02		0.03		0.02	
6th Stopover	Unloading	0.02	4.15	0.02	4.05	0.02	4.28	0.02	4.16
	Loading	0.01		0.01		0.01		0.01	
7th Stopover	Unloading	0.01	4.15	0.01	4.04	0.01	4.27	0.01	4.16
	Loading	0.00		0.00		0.00		0.00	
8th Stopover	Unloading	0.00	4.14	0.00	4.04	0.00	4.27	0.00	4.15
	Loading	0.00		0.00		0.00		0.00	
9th Stopover	Unloading	0.00	4.14	0.00	4.04	0.00	4.27	0.00	4.15
	Loading	0.00		0.00		0.00		0.00	
10th Stopover	Unloading	0.00	4.14	0.00	4.04	0.00	4.27	0.00	4.15
	Loading	0.00		0.00		0.00		0.00	
Arrival	Unloading	4.14	-	4.04	-	4.27	-	4.15	-

Source: reorganized the original data from KORAIL[18]

목별 기종점(O/D) 분포를 상세히 분석한 후에 도로로 운송되는 물동량을 철도로 전환시킬 수 있는 구간을 발굴하여 이를 수용할 수 있는 화물역을 재개장 또는 신설하여야 한다. 현재의 물동량 수준만 감안하여 일방적인 역 폐쇄는 결국 도로와의 경쟁력을 약화시켜 철송량을 감소시키는 결과를 초래한다.

개선방안으로 화물철도역의 계층화를 구축해야 한다. 광역거점화물역, 지역거점화물역, 일반화물역 등으로 계층화하고 이를 통해 철도역 접근성을 증진시키는 방안이다. Jeong과 Mun[8]에서 철도 이용 화주와 비이용 화주 모두 철도역의 접근성과 서비스적합성을 평균보다 높게 평가했다. 특히 컨테이너화물보다 비컨테이너화물의 철도역 접근성과 서비스적합성 개선 요구가 더욱 높게 나타났다. 이로부터 벌크화물의 철도운송 수요를 증진시키기 위해서는 철도역의 지리적 접근성을 향상시키는 것이 필요하며, 이와 더불어 환적단계의 효율성 등 서비스적합성을 개선하는 것도 중요하게 제기된다.

또한 화물역 재편 시에는 해당 역이 BT 중심의 역이 될 것인지 아니면 NBT 중심의 역이 될 것이지를 고려해야 한다. 이는 앞서와 같이 두 열차운행의 화차 조합 특성이 다르기 때문이다. 따라서 이를 반영하여 유효장 연장 및 취급 예상 품목 등을 감안하여 환적시설의 확충, 특히 환적시설의 표준화에 노력해야 한다.

4.2 화주의 철도역 환적비용 감소방안 마련

철도역 접근저항이 감소되고 철도운송체계에 변화가 있다 하여도 중요한 것은 화주가 느끼는 철도역 환적저항에 대한 강도가 완화되어야 한다.

본 연구의 조사뿐만 아니라 Jeong과 Mun[8], Kim 등[5] 모두 환적저항으로 인해 철도의 운송경쟁력이 약화됨이 나타났다. Jeong과 Mun[8]의 연구에서는 프랑스와 비교를 통한 우리나라 환적저항의 정도를 평가했는데 우리나라 화주의 경우 전체 운송에서 환적단계가 차지하는 영향력이 33%임에 비해 프랑스는 이의 절반 수준에 불과하였다. 집배송이 32%, 간선운송이 35%를 차지하였는

데 철도운송 구조 여건상 집배송과 간선운송체계를 획기적으로 개선하기가 어려우므로 결국 환적단계의 개선 필요성이 강조된다.

Kim 등[5]의 연구에서도 벌크화물 운송수단 선택 시 고려요인 중 67.0%가 운임부담이었는데 이는 컨테이너 화물의 37.5%에 비해 2배 가까운 비중이다. 그리고 벌크화물의 운송수단 선택에서 환적비용의 영향력 비중이 41.6%를 차지하여 비용부담의 커다란 요인 중의 하나로 제기되었다. 환적시간의 영향력은 6.1%였다. 이는 벌크화물의 환적저항은 주로 비용에서 발생한다는 의미이다. Jeong과 Mun[8]의 연구에서도 운송수단 선택 시 서비스요소별 중요도(10점 척도)에서 컨테이너화물의 경우 운송비용 5.3점, 운송시간 4.3점임에 비해 벌크화물은 운송비용 6.7점, 운송시간 3.3점으로 벌크화물 운송비용의 비중이 두 배 정도 높았다.

따라서 벌크화물의 철도역에서의 환적저항을 최소화시켜 도로에서 전환물동량을 창출하려면 환적단계의 비용을 점감시키는 대책이 필요하다. 철도역에서 화물을 장시간 방치함에 따른 부대비용과 기타 손실비용을 줄이기 위해 환적단계의 비용과 시간의 불확실성을 제거하고 취급비용을 낮추는 방안이 필요하다. 이를 위해 단순히 화물의 적재와 하치만을 담당하는 대다수 철도역의 환적시설을 개선하고, 보관시설과 기타 부대서비스시설을 확충하여 화주에게 발생하는 추가비용을 감소시켜야 한다. 이는 앞서 언급한 철도역의 계층화 구축과 연계하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 계층화가 되어야 필요한 환적시설의 규모와 최적 기능의 배치가 되기 때문이다.

이와 더불어 NBT의 경우는 역구내 작업의 효율성 향상에 더욱 노력해야 한다. 상하역과 환적작업 등의 표준화, 인력중심에서 기계화 중심으로의 재편이 필요하며, 특히 벌크화물의 품목별 특성을 반영한 포장재의 개발과 포장용기의 표준화가 시급하다.

또한 역구내 공간의 화물작업 우선 할애 방안도 강구되어야 한다. 철도운송의 특성 상 화물자동차와의 연계 및 이에 따른 환적단계를 피하기 어렵다. 따라서 환적단계가 효율화되고 소요비용을 줄이기 위해서는 화물자동차와의 충분한 연계 공간 확보가 반드시 필요하다.

4.3 중점관리 대상역의 선정 및 환적시스템 강화

2013년도에 벌크화물을 처리한 전체 127개 철도역을 대상으로 분석한 결과(KORAIL 관련품목 제외), 1개 품목처리 73개역(73.74%), 2개 품목 처리 24개역(24.24%), 3개 품목 처리 2개역(2.02%), 4개 품목 이상 처리 0개역으로 모든 역이 3개 이하의 벌크화물 품목을 처리하는 것으로 나타났다. 특히 Table 8과 같이 품목별 총 물동량의 50% 이상을 5개 이하의 역에서 처리하며, 75% 이상은 10개 내외의 역에서 처리하고 있다.

이러한 결과는 결국 벌크화물의 수송경로를 단순하게 만들 뿐 만 아니라 중간 경유역에서 상하차가 많이 발생하지 않는 구조를 만들었으며, 중소 화물취급역 폐지를 통한 거점역 중심의 운송체계를 고착화시키고 있다.

거점역 중심의 벌크화물 운송체계는 경유역의 수를 줄여 단순한 철도O/D를 형성시킨다. 특히 일부 역에 처리 물동량의 대부분이 집중되는 상황에서는 더욱 그러하다. 바람직한 것은 앞서 언급한 바와 같이 화물처리역을 다수 유지시켜서 화주의 접근성을 강화시켜 주는 방안이다. 하지만 거점역 중심의 정책이 진행되는 상황에서 폐지역의 복원은 새로운 화물의 창출과 역사 정비에 시간이 소요되므로 우선 거점역의 환적기능을 강화시켜 환적저항을 감소시키는 방안을 강구해야 한다.

Table 8과 같이 벌크화물 품목별로 거점역으로 관리해야 할 대상 역이 많지는 않다. 따라서 이 거점역들을 환적기능을 강화시키는 중점관리 대상역으로 지정하여 환적시스템을 대폭 개선해줘야 한다.

대폭적인 환적시스템의 개선이란 철도역의 시설과 행정처리 등 환적에 필요한 전반적인 것을 아우르며 환적시설의 표준화와 기

Table 8. The role of the main bulk freight station by item in 2013.

Accumulation rate of transportation ton (%)	Cement		Coal		Ore		Oil	
	No. of stations	Ratio (%)	No. of stations	Ratio (%)	No. of stations	Ratio (%)	No. of stations	Ratio (%)
10	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
25	2	4.7	1	3.7	0	0.0	0	0.0
50	5	11.6	2	7.4	4	18.2	3	8.6
75	11	25.6	5	18.5	8	36.4	5	14.3
90	18	41.9	11	40.7	13	59.1	9	25.7
100	43	100.0	27	100.0	22	100.0	35	100.0
Major stations	Dodam, Ganchi		Obong, Susaek, Kwangwoon Univ. Bugang, Cheongju		Geodong, Mukhohang		Hyocheon, Manjong, Cheongcheon	

Source: reorganized the original data from KORAIL[18]

계화, 유효장의 확장, 선로작업공간의 확보 등 현재 거론되는 대다수 필요시설이 충족되는 수준이어야 한다. 특히 철도역에서 열차 처리의 순위를 여객열차보다 우선시하여 화물열차 운행에 대한 인식을 바꾸는 노력도 필요하다. 화주의 철도역에 대한 환적저항은 비단 비용과 시간의 저항 뿐 만 아니라 인식의 저항도 공존하기 때문이다.

4.4 벌크화물 운송 발생지의 발굴과 수요 대응형 노선 운영

우리나라의 국토공간구조와 대도시 등 화물수요처의 분포 상 철도의 최대 경쟁수단은 도로를 이용하는 화물자동차이다. 이는 역설적으로 도로여건의 개선이 철도화물 운송의 저해요인이 된다는 의미이다. 하지만 1990년 이후 전체 도로연장은 연평균 2.9%, 철도와 경쟁관계에 있는 고속도로의 연장은 연평균 4.4%씩 증가하였으며, 지난 10년간(2004~2013)은 각각 0.9%와 4.0%씩 증가하였다. 이는 결국 철도운송 화물을 도로가 점유하는 결과로 이어지고 있다.

그렇다면 실제로 이러한 결과가 나타나는지를 확인해야 한다. Table 9는 철도운송의 주요 품목인 4개 벌크화물의 연간 총물동량 증가 추이와 이중 철도로 운송되는 물동량과 비중의 변화 추이다. 양회를 제외하고는 총물동량이 지속적으로 증가하고 있으며 양회의 경우도 최근 5년간은 증가추세로 볼 수 있다. 벌크화물을 최대로 처리하는 거점시설인 항만을 살펴보면, 지난 10년간(2004~2013) 우리나라 전체 항만(무역항과 연안항)의 하역능력이 연평균 8.4% 증가하였고 무역항의 하역능력도 연평균 8.6% 증가한 것을 보면 벌크화물의 증가 추세는 뚜렷하다.

결국 항만 등에서 발생하는 주요 벌크화물 유출량을 도로에 빼앗겨 철도의 운송량이 감소된 결과이다. 즉, 물동량이 감소하여 철도 운송량이 준 것이 아니라 철도의 자체 수송경쟁력이 약화되었기 때문이다.

따라서 철도의 벌크화물 운송수요를 증진시키기 위해서는 주요 품목별 중심처리 항만과 철도의 연계성을 강화시키는 전략이 필요하다. 이를 위해서는 철도운송계획을 조정해야 한다. 다변화된 철도화물 O/D를 거점 발생지 연계 중심으로 단순화시키고, 운송비용과 운송시간을 단축시켜 도로와의 경쟁력을 확보해야 한다. 특히 거점항만과 거점 수요처와의 운송망은 가급적 단순화하여 연계성을 강화시켜야 하며, 이를 위해서는 BT를 활성화시켜야 한다.

특히 항만, 산업단지 등 주요 벌크화물 기종점의 철도 인입선 건설 시에는 범용적인 인입선보다는 중점처리대상 벌크화물을 선정하고 이에 적합한 노선과 환적시설 등 타깃 마케팅 방안이 강구되어야 한다.

Table 9. Portion change of items by rail over time.

Year	Cement			Coal			Ore			Oil		
	Total transported volume (Million Ton)	Transported volume by rail (Million Ton)	Share of rail (%)	Total transported volume (Million Ton)	Transported volume by rail (Million Ton)	Share of rail (%)	Total transported volume (Million Ton)	Transported volume by rail (Million Ton)	Share of rail (%)	Total transported volume (Million Ton)	Transported volume by rail (Million Ton)	Share of rail (%)
2003	67.0	19.5	29.1	16.1	7.1	44.2	26.3	2.3	8.6	75.4	2.6	3.5
2004	55.4	17.7	32.0	10.6	6.4	60.1	20.3	2.3	11.5	61.8	2.5	4.1
2005	54.0	15.2	28.1	12.6	6.6	52.1	21.2	2.0	9.3	62.6	2.4	3.8
2006	63.0	15.8	25.1	19.1	7.4	38.7	26.4	1.8	6.7	69.9	2.2	3.1
2007	60.4	16.5	27.3	14.7	6.9	46.9	24.2	2.0	8.3	92.0	2.1	2.3
2008	38.9	17.7	45.4	14.1	7.1	50.2	43.9	1.9	4.4	78.1	2.0	2.6
2009	37.6	16.0	42.6	17.9	6.4	35.6	31.4	2.0	6.3	91.1	1.8	2.0
2010	45.4	14.8	32.6	26.4	6.2	23.3	21.0	2.0	9.6	114.8	1.6	1.4
2011	41.2	14.7	35.7	25.7	5.3	20.6	36.7	2.2	6.0	107.2	1.3	1.3
2012	49.8	14.6	29.3	28.4	4.9	17.1	40.8	2.3	5.7	146.9	1.2	0.8
Average annual increase (%)	-1.5	-2.9	2.7	10.2	-3.8	-7.4	11.5	0.7	1.8	9.4	-8.5	-13.5

Source: reorganized the original data from https://stat.molit.go.kr[19].

4.5 벌크화물 환적저항 개선 범위 및 정책 추진의 방향

4.1절부터 4.4절까지 벌크화물 운송에서 발생하는 철도역 환적저항을 개선하고 수송체계를 효율화시키는 정책추진 방향을 제안하였다. 그렇다면 이러한 정책의 시행을 통해 어느 정도의 환적저항, 즉 환적 관련 비용과 시간의 절감을 이끌어내야 하는지에 대한 분석이 필요하다.

벌크화물을 대상으로 환적단계에서 차지하는 운송비용과 운송시간의 상대적 중요성을 분석한 연구는 Table 10과 같이 Kim 등[5]과 Jung[7]이 있다. Kim 등[5]에서는 환적단계가 차지하는 비용의 중요성은 본선운송단계 대비 2.32배이고 시간의 중요성은 0.25배로 나타나 환적비용에 대한 중요도가 상대적으로 높았다. 반면에 Jung[7]의 연구에서는 환적비용보다는 환적시간의 중요도가 더 높게 나타났다. Kim 등[5]은 광석, 석탄, 양회, 유류 등 4개 품목을 조사하였고 Jung[7]은 양회만을 조사하였기 때문에 서로 차이가 있을 수 있다. 하지만 두 연구 모두 본선운송 단계보다 환적단계에 대한 화주의 민감도가 높은 것은 일치하는 결과이다. 이로부터 벌크화물의 철도운송을 촉진시키기 위해서는 환적단계에서 비용과 시간의 절감을 이끌어내야 하며, 그 정도는 운송시간보다 운송비용에서 보다 강조되어야 하는 것으로 평가된다.

하지만 벌크화물을 대상으로 환적단계에서 절감시켜야 할 운송비용과 운송시간의 비율이나 값을 연구한 사례는 찾기 어렵다. 다만, 컨테이너를 대상으로 한 연구사례에서 유추할 수 있다. 컨테이너 철도운송의 총비용(100%)과 비교할 때 도로운송에 지출되는 총비용은 KR[20] 88.9%, Kim 등[5] 80.7%, Choi[21] 90.0%로 조사되었다. 조사시기와 경제여건, 화물자동차의 운임할인 등으로 일관된 비율을 추출하기는 어려우나 철도운송의 비용부담이 큰 것은 사실이므로 이를 감소시켜주는 것이 필요하다. KST[22]에서 운송업체가 희망하는 철도운송의 할인율은 총운송비용 대비 35% 정도로 나타났다. 화주와 운송업체를 대상으로 한 Choi[21]에서는 총운송비용과 총운송시간을 각각 15.2%와 17.3% 감소시키면 도로에서 철도로 전환하겠다는 의향을 보였으며, 특히 철도역에서는 환적비용을 17.9%, 환적시간을 22.5% 감소시켜줄 것을 희망하였다. 이상의 연구로 볼 때 컨테이너 운송에서 철도가 도로와의 경쟁력을 확보하는 기준은 현재의 비용과 시간에 대한 부담을 각각 15~20% 정도 감소시키는 것이며, 이 비중은 환적단계에서도 유사한 수준으로 평가된다.

컨테이너 사례 연구와 Table 10에 정리한 벌크화물의 특성을 상호 연계하면, 벌크화물 운송에서 철도의 경쟁력을 강화시키려면 환적관련 비용을 15~20% 정도 감소시켜 주는 정책이 가장 우선적으로 시행되어야 함을 알 수 있다. 만약 본선운송과 셔틀과정에서의 비용감축 가능성이 낮을 경우에는 환적단계에서 부담해야 할 비중이 높아질 수 있다. 또한 환적시간의 경우에는 탄력성으로 볼 때 환적비용에 비해 파급력은 다소 낮더라도 환적비용과 유사한 수준으로 단축시킬 필요가 있다.

이를 위해서는 정부의 적극적인 철도역 환적환경 개선정책이 시행되어야 한다. 철도역 환적장비의 현대화를 지속적으로 추진하고 환적기술의 개발을 통해 비용절감 방안을 강구해야 한다. 또한 대도시 지역 철도역의 물류부지확보 어려움과 여객우선처리 등의 문제를 해소하는 방안으로 필요시 대도시지역에 벌크전용 화물터미널 건설도 강구해야 한다. 화주의 비차급단위(non-car load, NCL) 벌크화물을 차급단위(car load, CL)로 바꾸어 철도운송을 증가시키는 효과를 기대할 수 있기 때문이다. 또한 화차의 범용성을 더욱 높이는 방안을 강구하여 벌크화물과 컨테이너화물의 O/D 차이에 따른 공차운행을 최소화하고 이를 운임절감 효과와 연계시켜야 한다. 그리고 벌크화물 표준포장용기 개발을 확대시켜 범용화차와의 정합성을 확대하고 환적단계의 기계화를 촉진해야 할 것이다.

제2장에 정리한 선행연구를 비롯해 벌크화물의 철도운송 경쟁력을 강화시키는데 필요한 정책적, 기술적 대안들이 제시되어 왔다. 하지만 벌크화물의 철도운송 경쟁력은 Table 1과 같이 지속적으로 저하되고 있다. 도로운송 대비 경제적 효율성에 초점을 둔다면

Table 10. Comparison of the influence of transfer-related factors in bulk freight transport.

			Transport cost		Transport time	
				Comparison		Comparison
Kim *et al*.[5]	Parameter of logit model	Line-haul (A)	-0.0262	-	-0.0476	-
		Transfer (B)	-0.0607	2.32 (B/A)	-0.0118	0.25 (B/A)
		Shuttle (C)	-0.0591	2.26 (C/A)	-0.1339	2.81 (C/A)
	Elasticity	Line-haul (D)	0.742	-	0.613	-
		Transfer (E)	0.378	0.51 (E/D)	0.183	0.30 (E/D)
		Shuttle (F)	0.596	0.80 (F/D)	0.339	0.55 (F/D)
Jung[7]	Parameter of logit model	Line-haul (G)	-0.0000022	-	-0.0002606	-
		Transfer (H)	-0.000003	1.36 (H/G)	-0.0017429	6.69 (H/G)

철도운송의 경쟁력을 확보하기는 어렵다고 평가된다. 따라서 철도물류시설 확충비용에 대한 정부지원 적극적인 지원이 필요하며, 무엇보다 벌크화물의 환적을 위한 장비의 현대화 및 기술개발 지원이 중요하다.

5. 결 론

본 연구는 지구온난화 등에 대한 대응으로 철도를 이용한 화물운송의 필요성이 고조되는 상황에서 벌크화물 화주를 대상으로 철도이용 특성을 파악하였다. 구체적으로 화주가 운송수단으로서 철도를 선택하는데 중요하게 고려하는 요인을 파악하여 철도역에서 발생하는 환적저항의 정도를 계량하고 이를 개선하는 방향을 제안하는 목적이다.

설문조사를 통해 벌크화물을 운송하는 화주는 운송비용과 관련된 요인에 관심도가 높으며, 그 정도는 선행연구로부터 나타난 컨테이너화물 화주보다 크게 나타났다. 동일한 맥락에서 운송수단 선택 요인에 대한 만족도 조사에서도 비용이 소요되는 항목에 대한 만족도가 타 요인보다 낮게 나타났다. 이로부터 벌크화물 화주를 철도로 유인하기 위해서는 환적관련 비용을 최소화 하는 것이 가장 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 선행 연구사례와도 일치한다. 특히 선행 연구에서 나타난 컨테이너화물 화주 특성과 비교할 때 벌크화물 화주는 철도역에서 환적이 발생하는 것에 매우 민감하였다. 이는 부피와 중량이 큰 벌크화물의 속성상 환적에 따른 시간과 비용 소요가 컨테이너화물보다 크기 때문이다.

이를 토대로 본 연구에서는 벌크화물 화차의 운행특성에 따른 철도역 운영체계의 조정, 화주의 철도역 환적비용 감소 방안 마련, 중점관리 대상역의 선정 및 환적시스템 강화 필요성, 벌크화물 운송 발생지의 발굴과 수요 대응형 노선 운영 등 철도역 환적저항을 저감시킬 수 있는 정책추진 방향을 제안하였다. 그리고 이와 같은 정책 추진을 통해 이끌어내야 할 환적비용과 환적시간의 감소 범위도 제시하였다.

본 연구는 철도역에서 발생하는 환적저항 개선을 위한 정책추진 방향을 제시하는데 초점을 두고 수행됨에 따라 구체적 실천대안과 예상효과를 분석하는 내용까지 포함하지 못하였다. 이것은 학술연구로 수행된 본 논문의 한계이며, 후속연구를 통해 본 연구에서 제안한 정책 방향에 대한 실천대안과 효과평가가 이루어지기를 기대한다.

후 기

이 논문은 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013S1A5A2A01019936)

References

[1] KORAIL (1990-2012) Railway statistics, Korea Railroad.
[2] MOLIT (2003-2012) Statistical year book of MOLIT, Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
[3] C.H. Cho, E.C. Kim (2005) Evaluating service quality of the rail and road container transport in Kyungin-Busan corridor, Korea Logistics Review, 15(3), pp. 151-171.
[4] S. Lee, K.T, Kim, Y.J. Kwon, Y.J. Kim, *et al*. (2011) Analysis of bulk freight transportation, *Proceedings of the 2011 Journal of the Korean Society for Railway Congress*, Mokpo, pp. 3278-3288.
[5] C.S. Kim, J.Y. Lee, K.H. Jung (2008) A study on intercity freight mode choice modeling, The Korea Transport Institute.
[6] C.H. Choi, S.J. Shin, D.J. Park, H.S. Kim, *et al*. (2008) Mode choice characteristics of rail freight transportation, *Journal of the Korean Society for Railway*, 11(6), pp. 588-595.
[7] S.B. Jung (2011) Analysis of the effects of transshipment in railway freight transportation, *Korean Journal of Logistics*, 19(1), pp. 159-168.
[8] S.J. Jeong, J.S. Mun (2004) Strategies to improve the railway freight transportation system for the enhancement of competitiveness of logistics, Research Collection 2004-12, The Korea Transportation Institute.
[9] S.H. Cho (2009) A Study on the activate transport goods by the railroad through the analysis of users selection of factors, *Journal of Korean Port Economics*, 25(2), pp.247-258.
[10] G.Y. Oh, H.S. Park, B.W. Choi (2011) A study on the factors of vitalizations for Korea railroad cargoes, Korea Logistics Review, 21(5), pp. 25-47.
[11] E.M. Kim, D.J. Park, Y.S. Ko, H.S. Kim, *et al*. (2009) The analysis on competitiveness of railroad transport focused on container, cement, steel, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(5), pp. 613-622.
[12] D.H. Yoon (2010) A study on the improvement method of logistic infrastructure in Korea : focused on the railroad infrastructure in inland integrated freight terminal, MS Thesis, Woosong University.

[13] K.T. Kim, H.S. Kim, J.W. Won, Y.K. Bang (2013) The improvements on the railway logistics process of bulk cement, Korea Logistics Review, 23(1), pp. 147-169.
[14] P. Arnold, D. Peeters, I. Thomas (2004) Modelling a rail/road intermodal transportation system, Transportation Research E, 40E(4), pp. 255-270.
[15] M. Beuthe, B. Jourquin, J-F. Geerts, Koul à Ndjang' Ha Ch. (2001) Freight transportation demand elasticities: a geographic multimodal transportation network analysis, Transportation Research E, 37E(4), pp. 253-266.
[16] A.S. Bergantino, M. Bierlaire, M. Catalano, M. Migliore, *et al*. (2013) Taste heterogeneity and latent preferences in the choice behaviour of freight transport operators, Transport Policy, 30(2013), pp. 77-91.
[17] KOSTAT (2013) Report of the census on establishment, Statistics Korea.
[18] KORAIL (2011-2013) Freight train running data, Korea Railroad.
[19] https://stat.molit.go.kr(Accessed 20 June 2015)
[20] KR (2007) Analysis on mode choice characteristics of inland freight transport and SP survey data, Korea Rail Network Authority.
[21] C.H. Choi (2011) A Study on the Resistance Factors about Modal Shift of Container Transport by Land: Focusing on the Transfer Nodes between Truck Links and Freight Train Links, *Journal of Korean Society of Transportation*, 30(1), pp. 59-72.
[22] KST (2009) A study on the strategies for promoting Honam ICD and Rail CY, Korean Society of Transportation.

(Received 18 August 2015 ; Revised 28 September 2015; Accepted 19 October 2015)

Chang-Ho Choi : jc1214@jnu.ac.kr
Department of Logistics and Transportation, Chonnam National University, 50 Daehak-Ro, Yeosu-City, Jeollanam-Do, 59626, Korea