

철도기상사고의 통계적 특성

Pilot Study on the Statistical Characteristics of a Railroad Weather-Related Accidents and Incidents in Korea

박종길† 정우식* 이만기* 김희만** 이재수***
Jong-Kil Park Woo-Sik Jung Man-Ki Lee Hi-Man Kim Jae-Su Lee

ABSTRACT

This paper aims to find out the statistical characteristics of the railroad accidents by weather phenomena. For this, It is investigated occurrence frequency of railroad accidents and operation obstacles from 1996 to 2008 in Korea using the KROIS data and Korea railroad accidents reports. The results are as follows; The occurrence frequency of railroad accidents and operation obstacles decrease gradually, and most of railroad accidents is a railroad traffic accidents. The amount of damages by a railroad weather-related accidents is higher than the one of the railroad accidents and operation obstacles. Weather events which is influenced the railroad weather-related accidents and incidents are rainfall, snowfall, lightning, strong winds. And they have occurred a railroad weather-related accidents and incidents, such as rail obstruction, signal failure, and power supply failure.

1. 서론

현재 80여개의 노선에 총연장 3,400km를 가지고 있는 한국철도는 8·15 광복과 6·25 전쟁의 소용돌이 속에 일부 파괴되었으나, 1960년대 후반부터 철도 현대화가 추진되어왔다. 철도노선 건설에 경제성이 최우선시 되면서 그 지역의 기상현상이나 지역 특성보다는 건설비가 저렴한 토공쪽을 선호하여 폭우 (heavy downpour)시 선로가 매몰되거나 붕괴하는 경우가 많았다(철도청, 1999). 최근 기후변화로 집중호우(torrential heavy rain)의 빈도가 많아지고 자연재해가 늘어나고 있는 시점에서 기상에 의한 철도사고 (railroad accidents)와 운행 장애(operation obstacle) 현상의 특성을 파악하는 것은 무엇보다 중요할 것이다.

기상(weather)에 의한 철도사고를 살펴보면, 1925년 7월에 한반도에 내린 강수로 유례없는 대홍수가 발생하였고, 선로 및 기타 철도 시설에 많은 피해를 입었다. 1938년에는 북한지방에 유례없는 큰 수해를 입히기도 하였다(철도청, 1999). 2002년에는 한반도를 강타한 태풍 ‘Rusa’에 의해 도로, 철도, 농경지, 가옥 등 국내 기반시설이 막대한 피해를 입었으며, 철도의 경우 48개소의 피해지역이 발생하였고 복구비만 약 1,472억 정도로 추정된다고 하였다(신민호 외, 2003).

본 연구에서는 우리나라에서 발생한 철도사고와 운행 장애 현상을 분류하여 기상현상과의 관련성을 검토하고, 철도기상사고의 통계적 특성과 원인을 파악하여 자연재해로 인한 철도기상사고 피해를 저감하고 향후 철도재난재해를 예방하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 철도재해의 정의와 자료

2.1. 철도 재난의 정의 및 분류

한국철도공사에서 분류하고 있는 철도사고는 재난이나 재해우려에 의한 것 외에 발생하는 모든 철도 사고를 말하는데, ‘재난’은 철도사고보고 및 조사에 관한 지침 제3조 7호에서 폭풍, 폭우, 호우, 폭설, 홍

† 정회원, 인제대학교 환경공학부/대기환경정보연구센터
E-mail : envpjk@inje.ac.kr
TEL : (055)320-3250 FAX : (055)321-3252
* 인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터
** 정회원, 철도공사 부산경남본부 안전환경팀장
*** 정회원, 철도공사 마산기관차승무사업소 지도운용과장

수, 지진, 낙뢰 등 자연현상 또는 대규모 화재·폭발 등으로 철도시설(railroad facilities) 또는 철도차량(rolling stock)에 피해가 발생한 경우로 정의하고 있으며, ‘재해우려’는 철도운행에 관한 안전지침 제2조 12호에서 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 해일, 폭설, 지진 또는 기타 이에 준하는 자연현상으로 인한 피해가 예상되어 열차안전운행에 지장을 줄 우려가 있는 경우로 정의하고 있다. 철도사고보고 및 조사에 관한 지침 3조 2호에 의하면 철도사고는 Table 1과 같다.

2.2 자료 및 분석방법

본 연구에서 사용한 철도사고 관련 자료는 철도통계연보, KROIS(Korea Railroad Operation Information System) 통계자료와 철도사고사례집 및 철도사고분석보고서로 1996년부터 2008년까지 자료를 사용하였다. 이들 자료들은 기상으로 인한 피해원인과 요소에 따라 철도사고 및 운행 장애 현상을 따로 분류하지 않고 있으나, KROIS는 철도사고 및 운행 장애 원인에 기상현상을 일부 기술하고 있고, 철도사고사례집 및 철도사고분석보고서는 기상에 의해 발생한 사고사례를 소개하고 있으므로, KROIS 사고 기록과 사고사례집 및 철도사고분석보고서를 이용하여 기상 현상에 의해 직·간접으로 발생한 철도사고 및 운행 장애 현상을 철도기상사고(railroad weather-related accidents and incidents)로 정의하여 연도별, 월별, 사고원인별 철도기상사고를 분류하였다. 그리고 기상으로 인한 철도피해액은 국가재난정보센터의 23년간 통계자료(1985~2007년)를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 철도사고 발생현황

한국철도공사 철도사고보고 및 조사에 관한 지침에 의해 1996년부터 2008년까지 13년간 KROIS 및 한국철도공사에서 발행한 사고사례집에 나와 있는 철도사고는 본 연구기간동안 총 8,356회 발생하였으며, 태풍의 영향이 컸던 2002년(Rusa)과 2003년(Maemi)에는 다소 증가하였으며, 그 이후 감소하여 전체적으로 철도 사고는 감소하고 있는 추세를 알 수 있다. 철도사고 가운데 가장 많이 발생하는 사고는 여객교통사상사고로 3,114회 발생하여 37.3%를 차지하였고, 그 다음으로는 공중교통사상사고가 2,712회로 32.5%, 건널목사고 904건, 10.8% 순으로 차지하고 있었으며 대부분 철도교통사고임을 알 수 있다.

3.2 운행 장애 발생 현황

철도 운행 장애 현상의 총 발생빈도는 5,967회이었으며, 이 중 철도차량의 고장으로 열차운행에 지장을 초래할 경우 분류되는 차량고장이 2,730회로 가장 많은 46%를 차지하였고, 그 다음은 선로장애(859회, 14.4%), 기타 장애(660회, 11%) 신호장애(555회, 9.3%) 순으로 발생하여 위험사건보다는 지연운행의 발생빈도가 더 많았다. 그 외 본선지장 차량탈선과, 급전장애, 규정위반, 차량파손으로 나타나 철도 종사원들의 안전 및 규정에 대한 체계적이며 지속적인 교육이 요구되어진다.

3.3 철도 사고 피해액

우리나라에서 발생한 철도사고 및 운행 장애로 인한 피해액을 살펴보기 위하여 한국철도공사에서 발행한 철도사고사례집과 철도사고분석보고서로부터 조사가 가능한 기간 동안(1985~2007) 철도사고 빈도와 총 피해액, 그리고 철도사고 단위 피해액을 추출하였으며, 동 기간에 국토해양부 국가재난정보센터에 수집 기록된 연도별 기상현상에 의한 철도의 피해액을 살펴보았다.

철도사고피해액은 열차사고, 건널목사고, 운행 장애, 그리고 기타 요인에 의한 것으로 지난 1993년부터 2007년까지 총 400억1277만8천원으로, 연평균 26억6751만8천원으로 나타났으며, 철도사고 회당 4097만1천원으로 나타났다. 특히 2007년에 있었던 열차충돌사고로 피해액이 크게 증가하였다. 그러나 피해액에 비해 철도사고 발생빈도수는 매년 감소하고 있음을 알 수 있다.

이에 비해 국토해양부에서 제시하고 있는 철도 피해액은 호우, 태풍, 호우·태풍폭풍, 폭설과 같은 특

별한 기상현상에 의한 피해액을 집계한 것으로 철도사고에 의한 피해액에 포함되지 않는다. 1985년부터 2007년까지 제시된 철도 피해액을 살펴보면, 2002년이 945억5698만2천원으로 가장 많았으며, 그 다음은 2003년(559억2877만5천원), 1998년(115억3338만원) 순으로 나타났다. 그 원인은 2002년과 2003년은 태풍 ‘Rusa’와 ‘Maemi’의 영향이 크게 나타났으며, 1998년에는 집중호우의 영향이 크게 나타났다. 철도사고에 의한 피해액과 같은 기간에 비교할 경우 6가지 기상현상에 의한 총 피해액이 철도사고에 의한 총 피해액의 4.71배(1993년 이후 피해액)로 나타나, 기상현상에 의한 철도사고피해액은 상당한 것으로 판단되었다.

3.4 철도기상사고의 통계적 특성

철도사고 및 운행 장애 가운데 자연재해(태풍·홍수·호우·강풍·해일·폭설·지진·짙은 안개·눈보라 등)로 인한 사고와 피해액은 앞 절에서 언급하였듯이 한국철도공사에서 따로 분류하지 않으며, 사고 발생시 철도사고와 운행 장애로 분류된다. 철도사고 및 운행 장애 원인 중에 각종 기상현상에 의한 원인으로 분류되지 않으며, 선로장애, 신호장애 등으로 분류되어진다.

따라서 기상에 의한 철도사고피해 현황을 살펴보기 위하여 비교적 자료의 신뢰도가 높은 1996년부터 2008년까지 13년 동안 KROIS 통계자료와 철도사고사례집 및 철도사고분석보고서에서 기상에 의한 철도사고 및 운행 장애 현상을 추출하여 철도기상사고로 분류하였다.

3.4.1 철도기상사고의 연도별 발생현황

한국철도공사는 호우로 인한 철도사고 종류를 약 29가지로 분류하여 사용하고 있는데, 본 연구에서는 통계 자료 처리시 일관성을 유지하기 위하여 도표 1과 같이 4가지로 분류하였다.

철도기상사고의 특성을 알아보기 위하여 1996년부터 2008년까지 발생한 14,323회 (1996년 이후)의 철도 사고의 원인을 조사한 결과 기상현상이 원인이 되어 발생한 철도사고는 총 16회로 열차충돌 1회, 열차탈선 6회, 건널목사고 6회, 직무부상사고 3회가 발생하여 열차탈선 및 건널목사고가 많이 나타났다.

이에 비해 기상현상이 원인이 되어 발생한 철도 운행 장애 현황은 본 연구기간동안 총 423회 발생하여 앞 절에서 소개한 철도사고에 비해 기상현상과 더 밀접한 관련이 있는 것을 알 수 있으며, 운행 장애가 가장 많이 발생한 해는 2001년으로 총 61회 발생하였고, 그 다음은 2004년(46회), 1997년(43회) 순으로 발생하였다. 기상 현상이 원인이 되어 발생한 운행 장애의 종류는 차량탈선이 7회, 선로장애가 217회, 급전장애는 44회, 신호장애가 102회, 기타장애가 14회 발생하여 선로장애가 가장 많이 나타났으며, 그 다음이 신호장애, 급전장애, 기타장애, 차량탈선 순으로 나타났음을 알 수 있다. 이는 전체 철도사고 및 운행 장애 발생현황에서 나타난 사고종류와 일치한다.

3.4.2. 철도기상사고의 월별 발생현황

철도기상사고의 월별 발생빈도를 살펴보면(도표 2 참조), 하계인 6~9월 사이에 발생한 것이 전체의 54%를 차지하며 그 중 7월이 가장 많이 발생하였고 10월이 가장 적게 발생하였다. 또한 1월에는 하계에 비해 적으나 다소 많이 발생하였다. 이에 비해 미국은 하계보다는 동계에 기상관련 철도사고가 많이 발생하였으며(Rossetti, 2009; Changnon, 2006), 장마나 집중호우와 같은 우리나라의 기상특성이 철도사고에 반영되어 나타나고 있음을 알 수 있다. 사고 종류는 매월 조금 차이는 있으나, 대부분 선로장애가 약 50%를 차지하고 있으며 그 다음이 신호장애, 급전장애 및 기타장애로 분류되어진다.

3.4.3 철도기상사고와 관련된 기상현상

3.4.3.1. 기상현상의 발생현황

철도기상사고를 일으킨 기상현상의 종류는 도표 3과 같이 강풍, 기온하강(한파), 기온상승, 낙뢰, 강설, 강우, 안개, 이슬, 해빙, 쓰나미(폭풍해일에 의함) 등 10가지로 나타났으며, 가장 많은 발생빈도를 나타낸 기상현상은 강우(rain)로 200회 발생하여 전체의 49.7%를 차지하였고, 그 다음은 낙뢰(lightning strikes) 63

회, 강설(snow)로 61회, 강풍 39회 순으로 나타났다. 이에 비해 가장 발생빈도가 적은 경우는 안개였으며, 강우와 강설 및 낙뢰는 연중 고르게 발생하였다.

따라서 철도사고피해와 관련한 기상현상은 강우와 강설 및 낙뢰가 대부분이며 연중 고르게 발생하고 있음을 알 수 있다. 아울러 기후변화로 인해 집중호우의 빈도가 증가하고(IPCC, 2007) 한반도 남동부해안으로 접근하는 태풍의 빈도수와 규모가 증가할 것으로 예상하고 있으므로(박종길 외, 2006) 강수와 낙뢰에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

3.4.3.2. 철도기상사고 종류별 발생현황

철도기상사고의 종류별 발생현황을 도표 4에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 철도기상사고를 가장 많이 일으킨 기상현상은 강우로 열차탈선(1회), 차량탈선(3회), 선로장애(147회), 급전장애(11회), 신호장애(4회), 직무부상(2회), 기타장애(29회)를 발생시켰으며, 두 번째 많은 빈도를 나타낸 기상현상은 낙뢰로 대부분 신호장애(57회), 급전장애(6회)를 발생하였다. 강설은 세 번째로 많은 발생빈도를 나타낸 기상현상으로 열차탈선(1회), 건널목사고(6회), 차량탈선(1회), 선로장애(11), 급전장애(3회), 신호장애(31회), 직무부상(1회), 기타장애(7회)를 발생시켜 강우와 비슷한 철도관련 사고가 발생하였다.

강우와 강설현상은 강수현상으로 분류되는 바, 강수에 의한 철도기상사고가 가장 많이 발생하였음을 알 수 있다. 다음으로 많이 발생한 강풍은 선로장애(16회), 급전장애(19회), 신호장애(1회), 기타장애(3회)를 발생시켰고, 기온상승은 선로장애(7회), 신호장애(3회)를, 그리고 기온하강은 차량탈선(3회), 선로장애(17회), 급전장애(4회), 신호장애(4회), 기타장애(7회)를 발생시키기도 하였다. 안개는 열차충돌(1회)을 발생시켰으며, 이슬은 기타장애(6회), 해빙과 해일은 선로장애를 각각 11회, 2회를 발생시켰으며, 기타로 열차탈선(1회), 선로장애(6회), 급전장애(1회), 신호장애(2회), 기타장애(1회)가 발생하였다. 이에 비해 미국은 강우(rain)가 가장 많고 그 다음이 눈(snow), 안개(fog), 진눈개비(sleet) 순으로 나타나(Rossetti, 2009), 다소 차이는 있으나, 강우와 강설과 같은 강수현상이 주를 이루고 있음은 동일하였다.

따라서 한반도에서 철도기상사고를 일으키는 주요 기상현상은 강우, 강설, 낙뢰, 강풍이 대부분이며, 이로 인해 나타나는 철도사고 및 운행 장애는 선로장애, 신호장애, 급전장애 현상이 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

3.4.3.3. 선로장애 발생원인 분석

앞 절에서 가장 많은 발생빈도를 나타내는 철도 운행 장애 현상은 선로장애로 나타나 선로장애를 일으키는 1차적 원인이 되는 기상현상과 그로 인해 나타나는 2차적인 원인을 살펴보았다. 그 결과, 선로장애는 본 연구기간동안 총 217회 발생하였으며, 기상학적 원인은 강우가 147회로 가장 많았고, 기온하강(17회), 강풍(16회), 강설(11회), 해빙(11회), 기온상승(7회), 해일(2회) 기타(6회)로 나타나 강우와 강설과 같은 강수현상이 선로장애를 일으키는 1차적 원인이었음을 알 수 있다(도표 4 참조).

이러한 기상현상에 따라 선로장애를 일으키는 2차적 원인을 살펴보면(도표 5), 낙석 53회, 노반유실 42회, 선로침수 25회, 수목전도 20회, 레일절손 17회, 궤도매몰 16회, 산사태 13회, 레일좌굴 7회, 기타 24회로 나타나 낙석과 노반유실이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

따라서 선로장애를 일으키는 1차적 원인은 여러 가지 기상현상 가운데 강우와 강설이 주를 이루고 있으며, 그로 인해 나타나는 2차적 원인은 낙석과 노반유실이 대부분을 차지하고 있어 강수현상에 대한 정확한 기록 유지와 낙석이나 노반유실이 발생할 수 있는 강수량의 임계값을 추정하여 일본의 조기지진 정보시스템과 같이 사전에 철도기상사고를 막을 수 있도록 하여야 할 것이다(Rossetti, 2009).

도표 1. 호우에 의한 철도사고의 종류

철도사고 종류	수정된 철도사고의 종류
낙석·독비탈 붕괴·산사태·옹벽붕괴·생태이동통로붕괴·옹벽전도·터널라이닝붕괴	궤도매몰
교량유실·노반유실·도상유실·선로유실·독유실	선로유실
교량범람·교량수위상승·배수로매몰·선로침수·하수매몰	선로침수
교각전도·기초세굴·노반침하·수목전도·옹벽붕괴·익벽붕괴·하상세굴	기 타

도표 2. 한반도내 철도기상사고의 월별 발생빈도(1996~2008)

Kinds Month	Train Collisions	Train Derailment	Level Crossing	Rolling Stock Derailment	Railroad Obstruction	Power Supply Failure	Signal Failure	Job Injury	Others	Total
Jan	-	-	2	1	12	5	11	1	12	44
Feb	1	-	3	2	12	1	8	-	1	28
Mar	-	-	-	-	14	4	8	-	4	30
Apr	-	-	-	-	10	2	6	-	5	23
May	-	1	-	-	11	1	4	-	1	18
Jun	-	1	-	-	21	7	9	-	3	41
Jul	-	-	-	1	50	11	16	-	3	81
Aug	-	-	-	1	39	7	16	2	6	71
Sep	-	3	-	1	24	4	7	-	5	44
Oct	-	-	-	-	6	1	4	-	3	14
Nov	-	-	-	1	7	-	1	-	7	16
Dec	-	1	1	-	11	1	12	-	3	29
Total	1	6	6	7	217	44	102	3	53	439

도표 3. 한반도내 철도사고와 운행 장애 현상과 관련된 기상현상 및 철도기상사고의 연도별 발생빈도(1996-2008)

Year Cause	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Gale	-	4	1	5	-	10	3	-	3	7	3	3	-	39
Drop in temp.	-	2	1	1	3	11	5	2	3	4	-	2	1	35
Rise in temp.	-	1	-	1	1	2	1	-	1	1	1	1	-	10
Lightning	1	6	2	5	4	13	8	-	6	2	8	5	3	63
Snowfall	4	2	6	3	5	12	3	5	11	3	6	1	-	61
Rainfall	12	27	32	18	14	11	20	14	19	5	11	12	5	200
Fog	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Dew	-	-	-	1	-	1	1	-	2	-	-	-	1	6
Thawing ice	-	-	1	1	1	-	-	5	2	1	-	-	-	11
Tidal wave	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
Others	-	-	1	-	2	3	-	2	-	-	3	-	-	11
Total	17	43	43	35	28	60	42	26	47	23	30	24	10	439

도표 4. 한반도내 기상원인별 철도기상사고의 발생빈도(1996~2008)

Accident Weather	Train Collisions	Train derailment	Level Crossing	Rolling Stock Derailment	Rail Obstruction	Power Supply Failure	Signal Failure	Job Injury	Others	Total
Gale	-	-	-	-	16	19	1	-	3	39
Rise in temp.	-	-	-	-	7	-	3	-	-	10
Drop in temp.	-	-	-	3	17	4	4	-	7	35
Lightning	-	-	-	-	-	6	57	-	-	63
Snowfall	-	1	6	1	11	3	31	1	7	61
Rainfall	-	4	-	3	147	11	4	2	29	200
Fog	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Dew	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
Thawing ice	-	-	-	-	11	-	-	-	-	11
Tidal wave	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Others	-	1	-	-	6	1	2	-	1	11
Total	1	6	6	7	217	44	102	3	53	439

도표 5. 한반도내 기상현상에 의해 발생한 선로장애의 2차적 사고원인의 발생 빈도와 비율(1996~2008)

Failure	Frequency	Ratio	Failure	Frequency	Ratio
Track Burying(궤도매몰)	16	7.4	Tree Falling(수목전도)	20	9.2
Falling Rocks(낙석)	53	24.4	Landslide(산사태)	13	6.0
Collapsed Roadbed(노반유실)	42	19.4	Rail Buckling(레일 장출)	7	3.2
Rail Break(선로절손)	17	7.8	Others(기타)	24	11.1
Flooded Track(선로침수)	25	11.5			

4. 결론 및 요약

자연재해로 인하여 철도에서 발생하는 사고는 인위적으로 완전히 근절시킬 수 없으므로 사전방재활동 계획을 수립, 실천하여 최소화하는 것이 가장 중요하며 이를 위해서는 기상으로 인한 철도사고와 운행 장애 등의 피해 현황에 대한 정확한 조사뿐만 아니라 노선별로 그 원인을 파악할 필요가 있다.

철도사고와 운행 장애 발생 현황을 살펴본 결과, 점차 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 가장 많이 발생한 철도사고는 여객교통사상사고(3,114회, 37.3%)이었으며, 그 다음으로는 공중교통사상사고(2,712회, 32.5%), 건물목사고(904회, 10.8 %) 순으로 나타나, 대부분 철도교통사고임을 알 수 있다(Table 3.1 참조). 직무와 관련된 철도공사 직원들의 사고는 철고교통사고와 철도안전사고를 합쳐 모두 890회가 발생하여 4번째로 높은 발생빈도를 나타내었고, 운행 장애 현황의 총 발생빈도는 5,967회이었으며, 가장 많았던 것이 차량고장(2,730회, 46%)이었고, 그 다음은 선로장애(859회, 14.4%), 기타 장애(660회, 11%), 신호장애(555회, 9.3%) 순으로 발생하여 위험사건보다는 지연운행의 발생빈도가 더 많았다. 그 외 본선지장 차량 탈선과, 급전장애, 규정위반, 차량파손으로 나타나 철도 종사원들의 안전 및 규정에 대한 체계적이며 지속적인 교육이 요구되어진다.

기상현상이 원인이 되어 발생하는 철도기상사고는 전체 철도사고와 운행 장애에 비해 발생빈도는 적으나, 운행 장애가 대부분이었으며, 2001년이 총 61회로 가장 많이 발생하였으며, 그 다음은 2004년(47회), 1997년(42회) 순 이었다(Table 3.5 참조). 철도기상사고의 종류는 선로장애가 가장 많이 나타났으며, 그 다음이 신호장애, 급전장애, 기타장애, 차량탈선 순으로 나타났으며(Fig.3.3 참조), 이는 전체 철도사고 및 운행 장애 발생현황에서 나타난 사고종류와 일치한다.

철도기상사고와 관련 있는 기상현상은 강우, 강설, 낙뢰, 강풍이 대부분이며, 이로 인해 나타나는 사고

종류는 선로장애, 신호장애, 급전장애 현상이 주를 이루고 있음을 알 수 있다.

월별로는 6~9월에 발생빈도가 높았으며 1월과 12월에도 높게 나타나, 하계와 동계에 많이 발생하였고 10월에 가장 적게 발생하였다. 그 원인은 하계에 집중되는 강우와 강풍 및 낙뢰였으며, 동계에는 강설과 한파 이었고 선로장애와 신호장애가 대부분 이었다.

기상현상에 의한 철도 피해규모는 철도사고에 의한 피해액을 훨씬 상회하고 있으며, 최근 기후변화로 인해 자연재해 발생빈도와 피해규모가 늘어나고 있고(IPCC, 2007), 한반도 남동부지방에 피해를 주는 태풍의 빈도수가 늘어날 것으로 예상하고 있어(박종길 외, 2006) 기후변화나 기상의 의한 철도 사고에 대한 정량적, 정성적 분석 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 주요 철도역마다 강풍과 강우량을 측정, 기록, 분석할 수 있도록 기존의 기상감시시스템을 보완하고, 그에 따른 실시간 해석 및 조치와 실행을 위한 방재기상관련 전문요원을 배치함과 동시에 기후변화로 인한 집중호우와 태풍에 의한 엄청난 폭우와 강풍에 대한 철도사고 및 운행제한을 위한 임계값의 검토 및 기후변화에 따라 추정할 수 있는 새로운 모형개발이 필요할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2009-0092800).

참고문헌

1. 국립기상연구소, “기후변화 이해하기Ⅱ-한반도 기후변화: 현재와 미래-”, 국립기상연구소, 11-1360395-000160-01, pp3~10. p69, 2010.
2. 박종길, 김병수, 정우식, 김은별, 이대근, “한반도에 영향을 주는 태풍의 통계적 특성 변화,” 한국기상학회 대기지, 16(1), pp1-17, 2006.
3. 박종길, 정우식, 최효진, “자연재해 평가를 위한 방재기상 DB정보,” 한국방재학회논문집, 7(3), pp41-49, 2007.
4. 박종길, 정우식, 최효진, “자연재해저감을 위한 한반도 피해 취약성 분석 : 공공시설피해를 중심으로,” 한국환경과학회지, 17(4), pp 413-422, 2008.
5. 신민호, 김현기, 김정기, “고속철도의 안전운행을 위한 강우시 열차운전규제기준의 제안,” 한국철도학회지, 6(1)pp, 14-18, 2003.
6. 이재수, “철도에서 발생하는 사고와 기상현상과의 관련성,” 인제대학교 석사학위논문, pp122, 2010.
7. 철도청, “한국철도 100년사,” 철도청, pp1053, 1999.
8. 한국철도공사, “2008년 철도사고분석보고서,” 한국철도공사, 11~166, pp1~173, 2009.
9. Changnon, S. A., “Railroads and Weather,” American Meteorological Society, Boston, Massachusetts, pp124, 2006.
10. IPCC, “Climate Change 2007 : The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,” Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 1-21, 2007.
11. Rossetti, M.A., “Analysis of weather events on U.S Railroads,” Proceedings of 89th International American Meteorological Society, 4A.2., 2009.