

SUPER 태풍에 대비한 재난 대책



송기섭 | 정회원 · 건설교통부 부이사관

하만복 | 정회원 · 경상대학교 부속연구원 책임연구원

1. 개요

그동안 우리나라는 양적인 경제성장에 치우쳐 각종 재난에 대한 대처능력이 많이 취약한 실정이다. 지금까지 태풍으로 인해 국토의 일부인 남해안과 동해안이 폐허가 되고 복구의 손길이 미치기도 전에 또 다른 태풍이 밀어닥쳐 이중고를 겪는 일이 몇 해에 걸쳐 자주 발생하곤 한다. 태풍은 과거와는 달리 지구환경 파괴로 인하여 지구온난화현상이 발생되고 이것이 또다시 재앙인 태풍으로 되돌려 받고 있다. 2002년 태풍 “루사”와 2003년 태풍 “매미”의 경우 단일재난으로 약 6조원의 손실을 가져왔다.

따라서, 과거의 일반적인 태풍과 달리 해가 갈수록 그 위력이 거세져 2002년과 2003년의 루사와 매미의 경우는 최대풍속 60m/sec와 일강우량 870mm의 집중호우가 한반도에 뿌려져 그 피해가 발생했었다.

하지만 앞으로는 더욱 위협적인 슈퍼태풍이 올 것이다. 그리고 그에 대비해야 할 것이며 그렇지 않으면 크나큰 재앙이 기다리고 있을 것이다.

그동안 태풍으로 인한 피해시 응급복구식 즉, 땀질

식 복구였으나 앞으로는 슈퍼태풍(풍속 67m/sec이상, 일강우량 1,000mm이상)에 대비한 설계, 시공, 유지관리들이 이루어져 재앙과 재난으로부터 피해를 최소화할 수 있도록 사전대비를 해야 한다. 따라서, 여기서는 태풍의 원인과 종류등을 이해하고 재해 예방 대책등에 대하여 알아보하고자 한다.

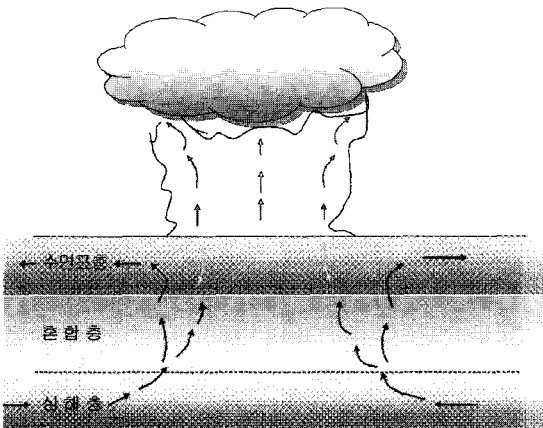
2. 태 풍

2.1 일반적인 태풍의 정의

- 1) 위도 5~25도(필리핀부근) 해역에서 해면 부근의 온도가 섭씨 27도 이상일 때 발생하는 열대성 저기압을 말한다.
- 2) 적도부근이 극지방보다 태양열을 더 많이 받기 때문에 생기는 열적 불균형을 없애기 위해 저위도지방의 따뜻한 공기가 바다로부터 수증기를 공급받으면서 강한 바람과 많은 비를 동반하며 고위도로 이동하는 기상현상을 말한다.

2.2 슈퍼태풍

- 1) 슈퍼태풍의 주요원인은 지구온난화로 인한 해수면의 온도상승이다. 과거 한반도에 내습한 태풍들은 대부분 중국을 경유해 강도가 약화됐지만 최근에는 따뜻해진 바닷물 때문에 강력한 에너지를 축적하게 된 태풍들이 직접 한반도에 상륙하는 사례가 늘어나고 있다. 이에 따라 2010년 안팎으로, 빠르면 수년내에 '슈퍼태풍'이라 불리는 초대형 태풍이 한반도를 강타할 가능성이 높아지고 있다.
- 2) 미국 합동태풍경보센터(JTWC)에서는 최대순간 풍속으로 초속 67m 이상 강풍에다 하루에 1,000mm 이상 집중 호우를 쏟아 붓는 태풍으로 정의하고 있다.
- 3) 우리나라는 초강력 태풍의 명칭이 아직 정해지지 않은 상태이다.
- 4) 현재 4단계로 분류된 태풍특보 등급을 5단계로 늘려 이르면 내년부터 시행하는 방안을 적극 검토 중이다.(단계추가대상 : 초강력태풍(?), 최대풍속 65m/sec 이상)
- 5) 지구온난화에 의한 해수면수온상승으로 슈퍼태풍이 발생되며 특히, 아래 그림에서 혼합층의 온도가 증가할 수록 강한 태풍을 생성한다.



2.3 태풍의 분류

1) 태풍의 크기에 따른 분류

단 계	풍속 15m/s 이상의 반경
소 형	300km 미만
중 형	300km 이상~500km 미만
대 형	500km 이상~800km 미만
초 대 형	800km 이상

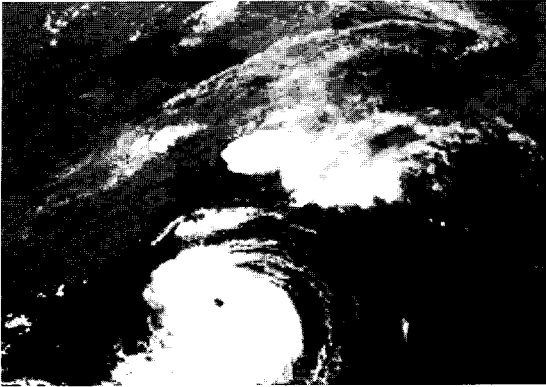
2) 태풍의 강도에 따른 분류

구 분	최 대 풍 속	비 고
약	17m/s(34kts) 이상 ~25m/s(48kts) 미만	• 건물에 붙은 간판이 떨어지거나(15) • 지붕이나 기왓장이 뜯겨 날아감
중	25m/s(48kts) 이상 ~33m/s(64kts) 미만	• 허술한 집 붕괴(33) • 기차가 넘어짐(35)
강	33m/s(64kts) 이상 ~44m/s(85kts) 미만	• 사람이 날아감(40)
매우 강	44m/s(85kts) 이상	• 철탑이 휘어짐(60)

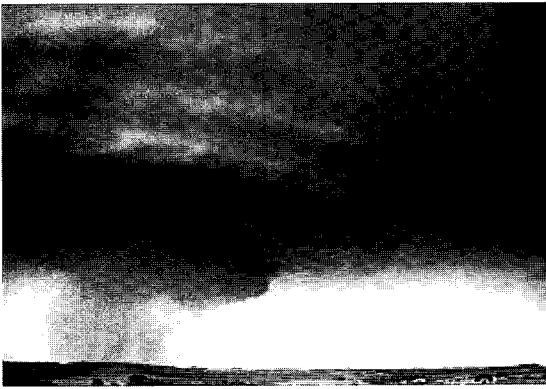
* () 는 풍속 m/sec

3) 발생 지역에 따른 태풍의 분류

구 분	발 생 경 로
국내태풍	태평양 서쪽에서 발생하여 필리핀, 대만, 중국, 우리나라, 일본 등에 피해를 주는 열대성 저기압
월리월리	태평양에서 발생했지만 북쪽이 아닌 남쪽으로 진행하여 호주 동해안 지역에 피해를 주는 열대성 저기압
사이클론	인도양에서 발생하여 인도에 피해를 주는 열대성 저기압과, 역시 인도양에서 발생하여 남쪽으로 진행하여 아프리카 동부해안지역과 마다가스카르 섬 등에 피해를 주는 열대성 저기압
허리케인	대서양의 카리브해에서 발생하여 멕시코와 미국에 피해를 주는 열대성 저기압



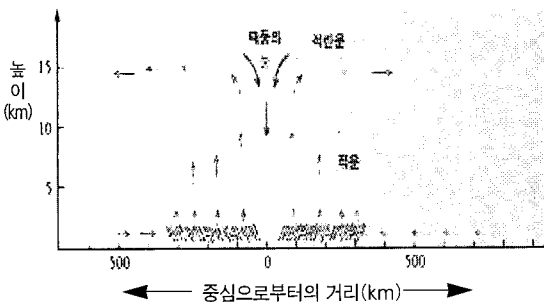
〈태풍〉



〈허리케인〉

2.4 태풍의 발생과정

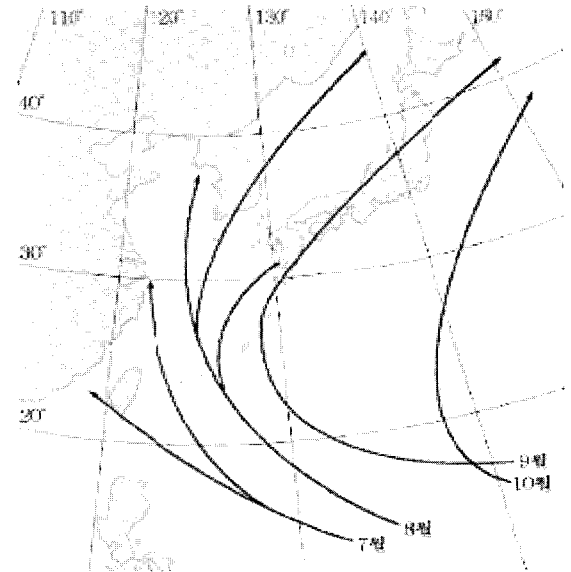
해수면의 온도가 올라가면 뜨거운 공기가 높은 곳으로 이동하면서 상승기류가 형성되어 비가 오게 되고 상승기류로 인해 낮아진 기압을 채우기 위해 주위로부터 공기가 몰려드는데 그 과정에서 지구 자전에



의해 형성된 전향력(코리올리의 힘)에 의해 몰려든 공기들이 반시계바늘 방향으로 회전하게 된다. 이것이 태풍이다.

2.5 태풍의 진로

기후학적으로는 편동풍대속을 서진해서 내륙에서 소멸되는 것과 전향해서 편서풍대에 들어와서 북동진하는 것이 있다. 계절적으로 볼 때 6월과 11월~12월은 서진하고 7월~10월은 북동진하는 것이 많다. 상층풍이 약한 여름철에는 지그재그로 가는 이상진로를 취하는 태풍이 2년에 한번정도 발생한다. 태풍의 이동이 무엇으로 결정되는지가 아직도 확실하게는 알려져 있지 않으나 일반류를 따른다고 하는 생각이 채택되고 있다. 500hPa층의 기류가 저층류를 대표하는 예가 많다. 실제로는 태풍의 순환과 일반류 사이에는 복잡한 상호작용이 있으므로 일반류만으로 정확한 예측을 할 수는 없다. 또 태풍은 관성진동으로 인하여 사행할 때가 있는데 사행의 일과장에 해당하는 일주기는 저위도에서 46~35시간, 북위 30도 부근에서 20시간 정도이다.



〈월별 태풍 경로도〉

2.6 태풍의 피해

- 1) 태풍으로 발생하는 폭풍, 홍수, 고조, 토사에 의한 재해는 태풍이 영향을 미친 전지역에서 피해를 일으키는 것이 아니라, 한정된 장소에서 발생하는 홍수범람이나 산사태, 토사 유출 등의 이차적 현상에 의해서 피해양상이 직접적으로 좌우된다.
- 2) 피해요인과 피해대상
 - ① 풍랑 : 해안침식, 항만시설의 파괴, 해난사고, 인명피해를 일으킨다.
 - ② 해일 : 침수피해, 전담 등의 염수해, 선박의 침몰충돌, 유목 등에 의한 피해, 제방도로 등의 파괴, 가옥의 파괴, 유실, 인명피해가 일어난다.
 - ③ 호우 : 축대붕괴, 산사태, 침수, 홍수피해가 발생한다.
 - ④ 강풍 : 풍화작용, 송전선절단에 의한 정전, 보행 및 작업곤란, 전선합선에 의한 화재, 차량전복, 가옥 철탑 등의 파괴, 인명피해가 발생한다.
- 3) 태풍으로 인한 역대 피해 현황

요 인	기 간	인 명 피 해	재 산 피 해
준	84. 8. 31~9. 4	189명	2천 502억원
셀 마	87. 7. 15~7. 16	345명	5천 965억원
주 디	89. 7. 28~7. 29	36명	1천 192억원
글래디스	91. 8. 22~8. 26	103명	2천 357억원
제 니 스	95. 8. 19~8. 30	65명	4천 562억원
을 가	99. 7. 28~8. 4	64명	1조 855억원
루 사	02. 8. 30~9. 1	184명	5조 4천 696억원
매 미	03. 9. 12~9. 13	129명	4조 2천 224억원
나 비	05. 9. 5~9. 9	6명	1천 385억원
에위니아	06. 7. 9~7. 29	63명	1조 5천 344억원

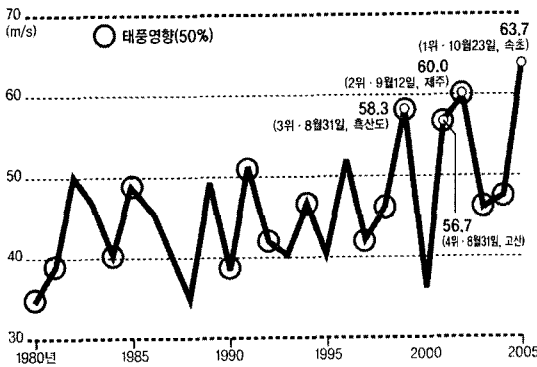
2.7 태풍의 장점

- 1) 바다에 축적되어있던 에너지를 태풍이 지나가는 자리에 골고루 분배한다.
- 2) 태풍이 형성되면 거대한 구름이 만들어지는 과정에서 많은 음이온을 생성하여 바닷속 생물과, 육지의 식물 성장에 아주 효과적으로 작용한다.
- 3) 거대한 에너지를 생성하여 바다의 부영양화(적조)현상을 해소한다.
- 4) 엄청난 양의 폭우는 땅속의 영양분을 광범위한 지역으로 분배한다.

3. 현재 우리나라 현황

- 1) 바닷물 온도 (-14m지점) : 16.28℃ (2006년 6월 남해안 지역)
 - ① 1924년도 보다 1℃ 상승하였다.
 - ② 연평균 0.06℃ 상승하였다.
 - ③ 1980년대 이후 급속히 증가하는 추세이며, 이는 세계 바닷물의 수온 상승률보다 5배정도 더 높은 수치이다.
 - ④ 태풍의 길목 제주 앞바다에 열대성 물고기, 해파리, 열대 산호 존재. 즉, 아열대성 생태계로 바뀌고 있다.
- 2) 강력한 바람과 집중호우 발생
 - ① 2002년 태풍 루사는 순간최대풍속 56.7m/sec, 870mm의 집중호우가 발생하였다.
 - ② 2003년 태풍 매미는 순간최대풍속 60m/sec, 최고400mm의 집중 호우가 발생하였다.
 - ③ 37년간 1일 강우량 100mm, 최대풍속 20m/sec가 상승하였다.

3) 지난 27년간 태풍의 순간최대풍속



4) 태풍의 피해는 서해보다 동해의 피해가 크다.

- ① 서해는 저층 저온, 동해는 고층 고온으로 태풍이 서해를 지날 때 위력은 다소 약해진다.
- ② 하지만, 현재 지구온난화로 서해의 기온 상승 추세이므로 서해에 인접한 수도권·서울의 피해가 우려된다.

5) 이것은 슈퍼태풍의 경고로 보고 있으며, 우리나라 또한 슈퍼태풍의 안전지대가 아님을 시사하고 있다. 하지만, 현재 우리나라는 슈퍼태풍에 대한 기준조차 마련되어 있지 않은 실정이다.

6) 슈퍼태풍이 한반도에 상륙할 가능성을 분석해 보고, 현재 정부에서 추진하고 있는 재해방지 대책의 적합성과 재해방지책의 선진국인 일본을 모델로 한층 더 나은 방지책을 강구해야 할 것이다.

4. 우리나라와 일본 정부의 재해방지대책 비교

4.1 태풍이 한반도 상륙시 가장 위험한 지역

1) 연간 물난리 10회 이상, 피해액 1,500억원이

상 지역을 대상으로 분류하였다.

2) 19곳(영동형, 해안도시형, 낙동강형 - 세 곳으로 분류)으로 나타났으며, 이들 지역은 태풍경로와 일치하였다.

4.2 슈퍼태풍을 준비하지 못하는 재해 대책들

1) 태풍 매미때 마산의 한 지하 노래방에서 12명이 한꺼번에 숨진 사건

- ① 해일로 물이 지하로 내려갔기 때문에 일어난 사건이다.
- ② 아직도 이에 대한 아무런 대책 마련을 못하고 있다.
- ③ 지하공간의 수압실험(일본, 교토대학 방재연구소)을 보면
 - 지하공간에 물이 찼을 때 물의 압력을 측정하는 실험
 - 50cm는 물이 뿜겨져 나와 솟구쳐 혼자 힘으로 앞으로 나가는 것조차 힘들고 타인의 도움을 받아야 겨우 문 열기가 가능하였다.
 - 30cm 이상 물이 찼을 때 대피 힘들다.(달린 문을 성인 남성 혼자 힘으로 겨우 열정도이다.)

2) 태풍 루사의 피해를 입은 경북 김천시의 예를 들어 보면

- ① 제방이 붕괴된 김천-직지사철이 만나는 곳에 고속철도를 설치하여 그 결과 고속철도-고속도로-우회도로가 약 15m간격으로 존재하게 되었다.
- ② 축구장 2개정도 면적에 교각 30개 이상 설치되어있다.
- ③ '수리모형실험' 실시결과를 보면
 - 교각이 어느 정도 하천의 흐름을 방해하는지 알아보는 실험
 - 교각 설치시 물살(유속)이 거세지면서 수위 상승(Back water)발생
 - 실제 하천규모로 환산시 교각이 없을 때 보

다 교각이 있을 경우 평균 13cm정도 수위 상승, 국부적으로 17cm정도 상승

- ④ 위 실험 결과에서도 알수 있듯이 교각의 흐름 방해로 큰 피해가 우려되며, 이미 설치된 교각은 물 흐르는 곳의 교각 높이가 물 흐르지 않는 교각 높이에 비해 1/3 작다. 상류에서 떠내려 온 나무나 쓰레기등이 걸리기 쉽고 다리타고 넘쳐 저지대가 위험하다.

3) 태풍 루사 피해지역 - 낙동강

① 피해 원인

- 구조물 설계기준 미비 : 과거엔 제방설계에 대한 개념이 없어 근처흙(하상토)을 재료로 제방을 설치하였기 때문에 물이 모래를 통해 침투하고 활성이 증가되어 제방의 붕괴 위험이 존재하였다.
- 파이핑현상 : 하천의 수위가 상승하면 압력으로 하천의 물이 제방 뚫고 들어와 제방에 구멍이 생성되어 제방이 붕괴되는 현상을 말한다.

② 현 피해 대책

- ‘전기 비저항 실험(제방에 물이 새는지등을 알아보는 실험)’을 통해 파이핑 현상에 대비해야 한다.

4) 지형적 특성으로 인한 태풍피해지역-강원도(한계령)

- ① 낙동강~강원도지역에 연속적으로 태풍피해가 발생하였다. 이는 서쪽에서 이동한 비구름이 강원도 산맥에 의해 막혀 이동이 어려운데, 이러한 지형적 특성으로 인해 태풍피해가 속출하게 되는 것이다.

② 피해대책

- 사방댐공사 : 집중호우때 산위에서 밀려 내려오는 흙, 모래, 바위 등이 더 이상 내려오지 못하게 하는 시설
- 현재 125개 건설 시행중이나 설치 주체의 이원성, 적재적소인지 검토부족, 사후관리

부족으로 유명무실화되어 기능을 상실하고 있다.

5) 소양강댐

- ① 29억t 수문 저장과 5억t의 홍수 조절이 가능하다.
- ② 현재 태풍 루사 이후 최대 홍수에 대비하기 위한 안전대책으로 현재 2개의 보조 수문 설치 중에 있다.
- ③ 하지만, 여수로가 설치되더라도 810mm/day 정도 감량이 가능하며, 이는 태풍 루사 870mm/day에도 못 미치는 수준이다.
- ④ 그러므로 이것은 앞으로 슈퍼태풍대책으로는 턱없이 부족하며 다른 대책마련이 시급하다.

4.3 일본정부의 재해방지 대책

1) 사방댐으로 산사태 방지

- ① 사방댐 건설 전 철저한 사전모의실험(산사태 모의실험)을 통해 지역의 토양과 경사도, 위치를 정확히 파악한 후 시설물을 설치한다.
- ② 많은 비가 내렸을 때 사방댐이 얼마나 견딜 수 있는지 파악한 결과 경사도가 30° 이상인 곳이 위험한 것으로 나타났다. 그 곳을 위험 가상지역으로 표시하여 모의실험 후 시설물을 설치한다.
- ③ 따라서, 최적의 장소에 최고의 사방댐 건설이 가능하다.

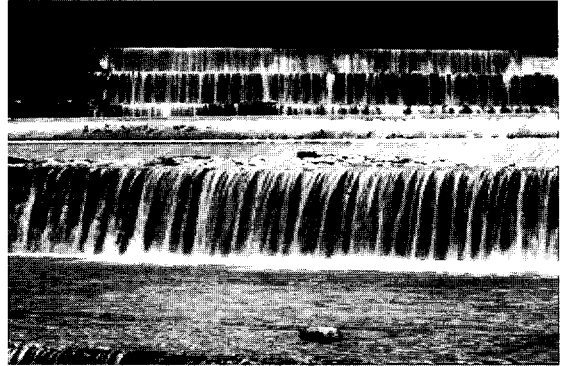
2) 말뚝 설치, 재해지도 작성

- ① 2004년 최악의 태풍 토카게로 가장 큰 피해를 입은 일본의 ‘토요 카시’ 전경사진이다.
- ② 태풍 때 어디까지 잠겼는지 알기 위해, 주민들의 그때의 악몽을 인지함으로써 미래에 발생할 수 있는 재해에 대비하기 위해 ‘말뚝설치’를 하였다(홍수위표시말뚝).
- ③ 재해에 미리 대비하기 위해 모든 가정집에



무선라디오망(시차원에서 무상공급)을 설치하여 비상상태 시 방송을 통해 알린다.

- ③ 피해가 가장 우려되는 노인, 장애인, 어린이가 사는 곳까지 표시한 재해지도를 작성하여 집



중 관리한다.

- 3) 21C에 맞는 새로운 재해방지 패러다임 설치하고 있다.

4.4 세계 각국의 재난관리 표준화 현황

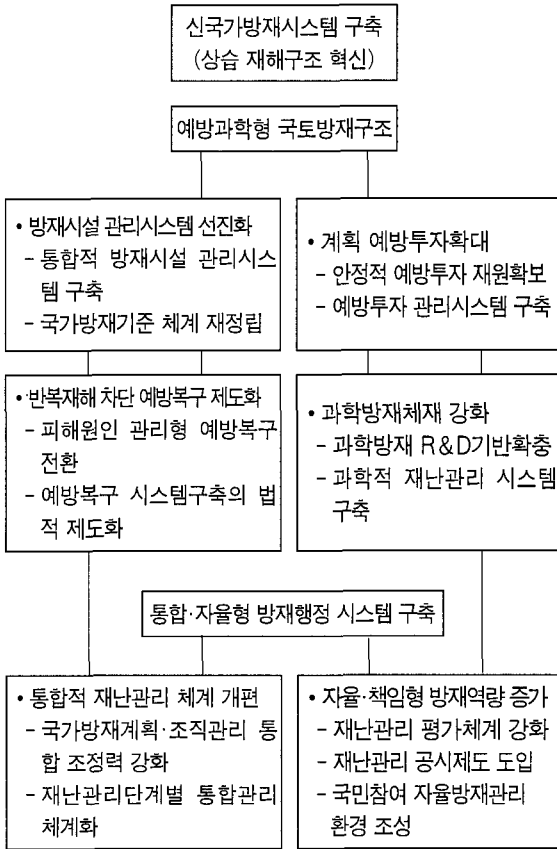
국 가	미 국	영 국	일 본	호 주	이스라엘
규격번호	NFPA1600	BS25999-1	미 정	HB221	HS2-0142
적용범위	위기·재난관리 및 사업 연속성 관리	사업연속성 관리	사업연속성 계획	사업연속성 관리	보안시스템 관리
제정기관	NFPA	BSI	JISC	SA	SII
제정시기	04년(2nd Ed.)→2007년(3rd Ed. 발행)	PAS56:2003→BS25999-1로 2006년 제정	2006년2월	2004년(2nd Ed.)	2006년 2월
형 태	ANSI 표준	시방서(PAS)에서 BS로 추진	국제표준으로 제안 추진 중	핸드북	백서
주요 내용	재난·위기관리 및 사업 연속성 프로그램에 대한 일반기준 규정	사업연속성 관리 프로세스, 원칙, 용어, 관련활동, 권고 사항 및 평가기준 규정	조직의 사업연속성 관리에 대한 일반원칙 규정	위험관리 측면에서 사업연속성 프로세스에 대한 내용 규정	조직의 보안성능 개선과 재해와 관련된 보안 시스템 확립에 대한 사항 규정

5. 대책

- 1) 일본 등 선진국 사례 적극적 벤치마킹이 필요하다.
- 2) 기상오보 등으로 태풍피해를 키우는 일이 없어야 하며, 조기경보 등 사전 재난감시체계를 강화해야 한다.

- 3) 선진국에서는 이미 2000년 초반부터 시행중인 국가 재난관리표준화 체계 구축
- 4) 재해경감 효율성에 기초한 법제도의 재정비가 필요하다.
 - ① 건축 및 토지이용 등 관련 법률의 재정비
 - ② 토목구조물 및 사면 등 관련 법률의 재정비
 - ③ 관·민 협력체계 구축을 위한 제도 보완

5) 국가방재시스템 구축



6) 국가재난관리 전문인력 적극 육성

7) 태풍 대처 요령

- ① 도시지역의 경우
 - 하수구나 집 주변배수구를 점검하며 침수 또는 범람의 위험이 없는지 살펴야 한다.
- ② 침수나 산사태 위험지역에 사는 주민
 - 대피장소와 비상연락방법을 알아둬야 한다.
- ③ 승용차 주차
 - 하천 부근에 자동차가 주차돼 있으면 가능한 한 빨리 안전한 곳으로 이동시킨다.
- ④ 지붕 & 간판 고정
 - 날아갈 위험이 있는 지붕, 간판을 단단히 고정해야 한다.
- ⑤ 생필품과 의약품

- 응급약품·손전등·식수·비상식량 등 생필품도 미리 준비해 두는 게 좋다.
- ⑥ 태풍주의보나 경보가 발생했을 경우
 - 도시지역에서는 저지대·상습침수지역에 사는 주민은 대피준비를 해야 하며, 공사장 근처에는 가지 않는게 안전하다.
 - 감전 위험이 있는 전신주나 가로등·신호등의 주변에 가까이 가거나 손으로 만지지 말아야 한다.
 - ⑦ 천둥·번개가 치며 강풍이 불 경우
 - 건물 안이나 낮은 곳으로 대피하고, 바람에 날아갈 물건이 집 주변에 있다면 미리 제거해야 한다. 아파트 등 고층건물 옥상, 지하실 및 하수도 맨홀 등에 접근해서도 안 된다.
 - 건물의 간판이나 위험시설물 주변으로 접근하지 말고 운전 중 일 경우 속도를 줄여야 한다. 침수가 예상되는 건물의 지하에 거주하는 주민은 대피해야 한다.
 - ⑧ 농촌지역의 경우
 - 지붕이 날아가지 않도록 단단히 고정시키고 날아갈 수 있는 물건은 미리 묶어둬야 한다. 집주위나 경작지의 용·배수로와 농업 시설물을 점검하고 산간 계곡의 야영객은 안전한 곳으로 대피해야 한다.
 - 산사태가 일어날 수 있는 비탈면 근처에 가까이 가지 말고 농기계나 가축은 안전한 장소로 옮겨 놓아야 한다.
 - ⑨ 해안지역의 경우
 - 바닷가 근처나 저지대에 사는 주민은 대피해야 하며, 해안도로 운전은 절대 금물이다. 어업활동은 자제하고, 선박은 고무타이어를 충분히 부착해 단단히 묶어둬야 한다. 어망·어구 등은 미리 걸어 철거하고 어로시설은 고정시켜 놓아야 한다.
 - ⑩ 태풍이 지나간 뒤
 - 파손된 상하수도나 도로가 있다면, 시·군

·구청이나 읍·면·동 사무소에 연락한다. 침수된 집은 가스가 차 있을 우려가 있으므로 환기한 후 들어가야 한다. 전기·가스·수도 시설도 누전 등의 위험이 있으므로 전문업체에 연락해 수리한 후에 사용해야한다.

로 우리나라도 태풍의 오른쪽 반경에 위치하게 될 가능성도 배제할 수 없다.

우리나라가 오른쪽 반경에 위치하게 되면 태풍의 힘이 점점 더 세어져 매미이상의 태풍이 닥쳐오게 되어, 우리나라는 더 이상 안전지대라 하기 힘들 것이다. 정부는 종합적인 장기대책을 하루 빨리 강구해야 할 것이고, 국민들도 안전불감증에서 깨어나야 한다. 언제든지 우리나라는 분명 태풍의 영향을 받을 것이다. 그러나 예전부터 그랬던 것처럼 태풍을 맞이한다면 태풍은 우리에게 또 다른 기상기록을 안겨주며 한반도를 집어삼킬 것이다.

6. 결론

한반도 기후는 점점 아열대기후로 변화할 것이다. 그리고 거기에는 태풍의 힘이 더욱 더 강력해진다는 사실을 알아야 할 것이다. 물론 우리나라는 기상학적상 태풍의 직접적 영향을 받는 지역이 아니었다. 태풍의 항상 왼쪽반경에 놓였기 때문이었다. 오른쪽 반경의 위치는 항상 일본이었다. 그러나 서해바다의 수온이 그동안 낮아서 태풍이 대부분 동해로 지나갔지만 서해바다의 수온이 계속 상승하고 있으므로, 앞으

슈퍼태풍은 막을 수는 없다. 하지만 우리가 슈퍼태풍이 한반도에 상륙할 가능성을 분석해 보고, 재해방지대국인 일본을 모델로 우리나라에 적합한 새로운 재해방지 패러다임을 정착한다면 피해를 최소화할 수는 있을 것이다.

회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다.
회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한국씨티은행 : 102-53510-243
- 찬조금은 한국씨티은행 : 102-53512-294
(예금주(사)/한국도로학회)
- 지로번호 : 6970529

〈학회사무국〉