



배
면

덴빈, 볼라벤 피해 및 분석



장 대 원
노아솔루션(주) 기술연구소장

1. 서론

2012년 태풍 14호「덴빈」, 15호「볼라벤」, 16호「산바」가 우리나라를 연달아 상륙했으며 이렇게 3개의 태풍이 우리나라를 상륙한 사례는 역사상 최초로 기록되었다. 특히 16호「산바」는 우리나라 역대 5번째로 강한 태풍으로 남해안 상륙시 중심기압이 965hPa를 기록하는 등 2000년대 들어서 중심기압 기준 태풍 역대 순위 2위에서 5위까지가 대형 태풍이 빈발하고 있다(본고 작성일 기준, 16호「산바」에 대한 피해 및 특성에 대한 공식적인 자료가 발표되기 전임). “기후변화 시나리오 보고서(2011, 기상청)에서는 한반도 평균기온이 6.0℃ 상승하며 이로 인한 집중호우, 태풍, 가뭄 등 극한현상의 발생빈도 및 강도가 증가할 것이라고 전망하고 있는데 해수면 온도 상승 등을 고려한다면, 태풍의 강도와 이로 인한 피해는 대형화 될 가능성이 높다고 할 수 있다.

따라서 본고에서는 '12년 14호「덴빈」, 15호「볼

라벤」을 분석하고 피해현황 등을 정리한 후, 향후 대형 태풍의 발생가능성을 제시하여 미래 태풍에 대한 적정 대응체계가 필요함을 제시하고자 한다.

2. 2012년 태풍 개황

가. 태풍 특징

제15호 태풍「볼라벤」은 강풍반경이 530km, 최대 풍속 48%의 대형 태풍으로 강우보다는 강한 바람이 특징이 태풍이었다. 순간 최대풍속은 59.5%(광주 무등봉)로 2003년「매미」의 순간 최대풍속 60.0%(제주)에 이어 역대 두 번째 강한 바람을 기록하였다. 「볼라벤」은 27~28일 동안 제주도에 740mm의 많은 비를 내렸지만 서울 6mm, 남해 62mm 등 내륙에서 상대적으로 강수량이 작았다. 순간 최대풍속의 경우 40%를 초과하는 지점이 많았으며 특히 남해와 서해의 연안지역에서 바람에 의한 피해가 많았다.

표 1. 주요지점 강수량(27일~28일, 단위: mm)

지점	강수량 (mm)	지점	강수량 (mm)	지점	강수량 (mm)
서울	60	백사골(남원)	267.5	흑산도	149.8
윗세오름(제주)	740.5	지리산(산청)	242.5	순천	118.5
어리목(제주)	573.0	성삼재(구례)	242.0	거창	98.5
진달래밭(서귀포)	526.0	해남	202.5	목포	98.4
제주	305.9	장흥	168.0	남해	62.0

표 2. 주요지점 풍속(27일~28일, 단위: m/s)

지점	순간최대풍속 (m/s)	지점	순간최대풍속 (m/s)	지점	순간최대풍속 (m/s)
무등봉(광주)	59.5(28일)	해수서(진도)	47.6(28일)	원호봉(예산)	41.4(28일)
완도	51.8(28일)	가파도	46.7(27일)	군산	39.7(28일)
지귀도(서귀포)	49.6(27일)	홍도(신안)	44.0(28일)	고산	39.9(28일)
갈매여(부안)	47.7(28일)	윗세오름	43.8(28일)	격렬	39.4(28일)

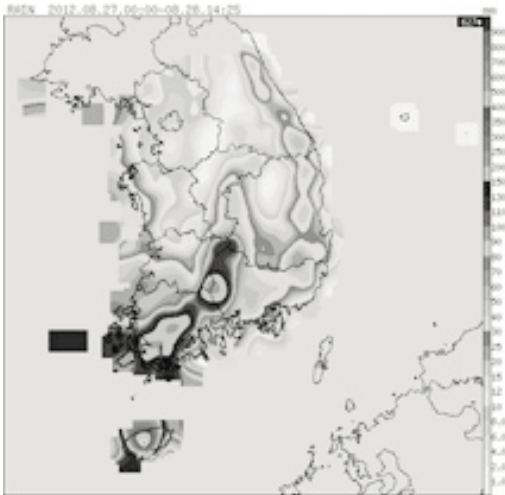


그림 1. 누적강수량(mm, 27일~28일 15시)

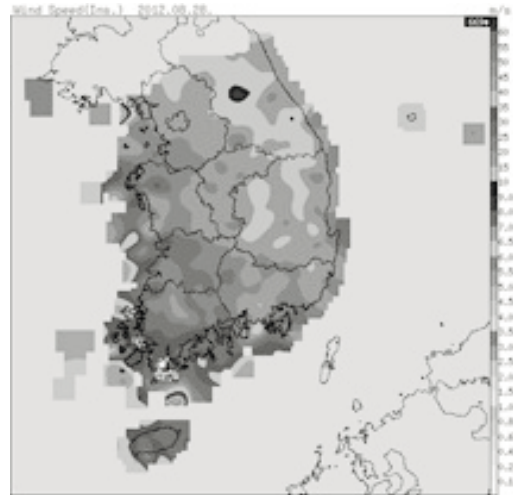


그림 2. 일최대순간풍속(m/s, 27일~28일 15시)

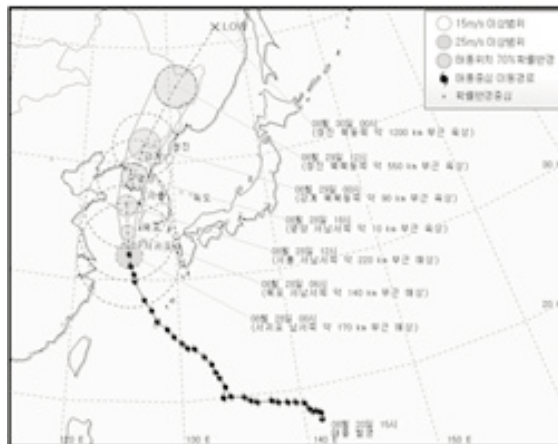


그림 3. 15호 태풍 “볼라벤” 진로

제14호 태풍「덴빈」은 강풍반경이 150km, 최대풍속 20%의 소형 태풍으로 바람보다는 강우가 더

강한 태풍으로 진도 244mm, 정읍 221mm, 고창 192mm, 목포 181mm의 강우량을 보였으며 진도의 경우

기 | 획 | 특 | 집

관측 개시일 이후 역대 일강수량 1위를 기록하였다. 「텐빈」은 볼라벤보다 먼저 발달하였지만 이례적으로 진로를 360도 변화하여 우리나라로 영향을

주었으며, 15호 「볼라벤」에 이어 연이은 상륙으로 우리나라에 남부지역에 피해를 가중시켰다.

표 3. 주요지점 강수량(29일 12시~30일, 단위: mm)

지점	강수량 (mm)	지점	강수량 (mm)
서울	34.5	새만금(군산)	222.0
진도	243.4	지도(신안)	218.0
정읍	221.0	내장산(정읍)	216.0
목포	181.1	하조도(진도)	212.5
부안	167.0	해제(무안)	210.0
부여	165.5	안좌(신안)	206.0
군산	161.1	변산(부안)	195.0
고창	148.8	전의(세종특별자치시)	184.5
천안	136.0	서천	167.5
흑산도	134.0	군산산단(군산)	164.0

표 4. 주요지점 풍속(30일, 단위: m/s)

지점 (m/s)	순간최대풍속 (m/s)	최대풍속(m/s)	지점 (m/s)	순간최대풍속 (m/s)	최대풍속(m/s)
고산	34.1	27.2	화원(해남)	43.2	18.3
목포	33.7	24.2	해수서(진도)	36.5	21.9
통영	32.3	19.5	간여암(여수)	32.9	26.1
제주	32.1	16.1	도화(고흥)	32.8	25.9
진도	30.3	17.8	유수암(제주)	32.3	19.8
흑산도	29.3	20.7	마라도	31.6	24.2
여수	23.3	18.2	서해(함양)	22.5	10
거창	20	12.6	울기(울산)	22.4	14.3

나. 태풍 피해현황

■ 피해현황

지난 8.25~30 기간중 제15호 태풍과 제14호 태풍의 영향으로 서해상에 위치한 시군구를 중심으로

로 많은 피해 발생하였다. 사유시설은 1,434동, 양식장 4,402개소 등에서 3,665억원의 피해가 발생하였고 공공시설은 어항·항만 522개소, 도로 239개소 등에서 2,701억원 피해로 총 6,3663억원의 피해가 발생하였다. 피해현황을 요약하면 다음과 같다.

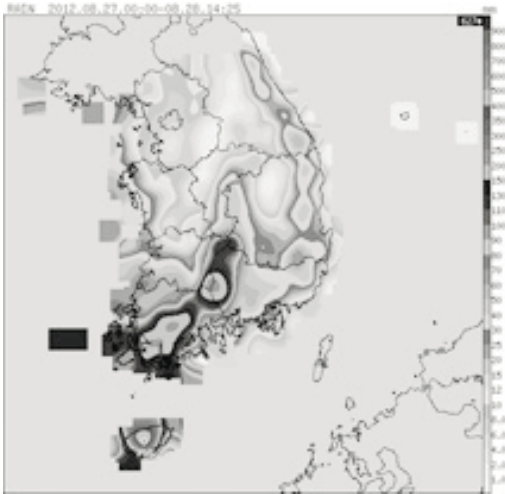


그림 4.누적강수량(mm, 29일~30일)

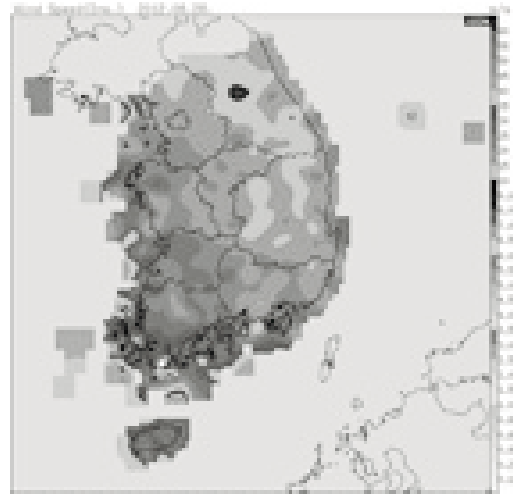


그림 5. 일최대순간풍속(m/s, 30일)

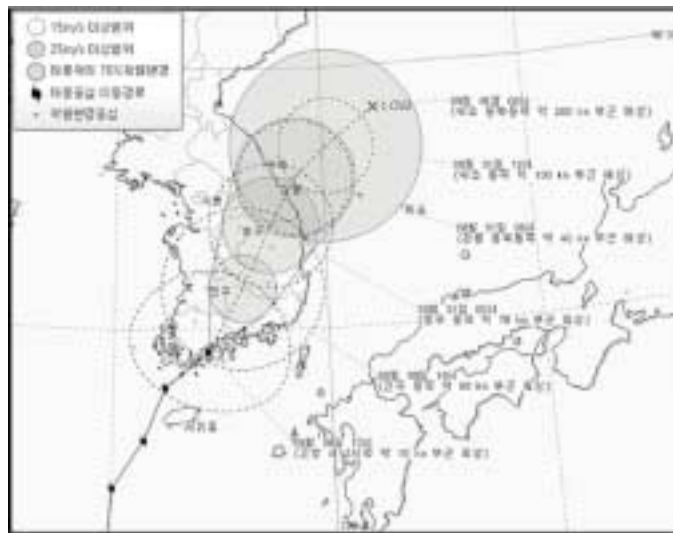


그림 6. 15호 태풍 “덴빈” 진로

- 피해지역 : 총 17개시·도 177개 시·군·구
- 이재민 : 1,458세대/2,902명
- 재산피해 : 6,366억원(사유시설 3,665, 공공시설 2,701)
- ※ 전남 3,713, 전북 1,029, 제주 572, 충남 441, 충북 137, 광주 176 등
- 사유시설 : 366,487백만원
- 전남 200,661, 전북 80,455, 충남 37,880, 제주 10,227, 광주 14,118 등
- 공공시설 : 270,065백만원
- 전남 170,673, 전북 22,420, 충남 6,190, 제주 46,996, 광주 3,471 등

기 | 획 | 특 | 집

표 5. 사유시설 피해현황 총괄

시설별	단위	피해내역		비고	
		물량	피해액		
계		-	366,487		
주택	전파/반파	동	1,434	25,455	
	침수	"	1,011	607	
수산증양식시설	개소	4,402	55,664		
비닐하우스	ha	1,690	156,473		
농작물	ha	292,545	-		
축사 등	-	-	128,288		

표 6. 공공시설 피해현황 총괄

시설별	단위	피해내역		비고
		물량	피해액	
계	개소	1,418	270,065	
어항·항만	개소	522	101,241	
도로	개소	239	17,054	
하천	개소	193	14,301	
소하천	개소	464	11,634	
소규모시설 등	"		125,835	

표 7. 시·도별 피해현황

시도	시군구	우심 구분	피해액			비고
			계	공공시설	사유시설	
합계	177개	43개	636,552	270,065	366,487	
서울	4	0	18	0	18	
부산	4	0	64	0	64	
대구	2	0	9	0	9	
인천	6	0	4,627	3,208	1,419	
광주	5	2	17,589	3,471	14,118	
대전	3	0	314	241	73	
울산	1	0	9	0	9	
세종	1	0	217	0	217	
경기	30	0	11,025	4,417	6,608	
강원	18	0	1,665	23	1,642	
충북	12	1	13,727	6,439	7,288	
충남	15	7	44,070	6,190	37,880	
전북	14	10	102,875	22,420	80,455	
전남	22	21	371,334	170,673	200,661	
경북	21	0	1,988	334	1,654	
경남	18	1	9,798	5,653	4,145	
제주	1	1	57,223	46,996	10,227	

피해액을 살펴보면, 총 피해액 636,552백만원 중 우심지역(43개)에서 586,525백만원의 피해가 발생하여 전체 피해액의 92%가 집중되는 등 전라북도, 전라남도, 충청남도의 피해가 중점적으로 발생하였다.

연이은 태풍은 연안 및 서해, 남해안 내륙지역에서 많은 피해를 발생시켰고 이로인해 특별재난지역이 총 30개 시군구에 선포되었다. 특별재난지역은 「자연재해대책법」 제47조, 「재난 및 안전관리기본법 시행령」 제68조제1호 등의 기준을 충족하여야 하며 우선 선포된 지역은 다음과 같다.

- 우선 선포지역 : 총 30개 시군구
 - 9. 3일(5개) : 장흥, 강진, 해남, 영광, 신안
 - 9. 4일(4개) : 고흥, 영암, 완도, 진도
 - 9. 5일(13개) : 남구(광주), 정읍, 남원, 완주, 고창, 부안, 순천, 나주, 곡성, 보성, 무안, 장

성, 제주

- 9. 13일(8개) : 괴산, 부여, 김제, 목포, 여수, 구례, 하순, 함평

3. 2012년 태풍 피해원인 분석 및 복구 계획

가. 피해원인 분석

금회 태풍에 의한 피해원인은 강한 강풍과 많은 강우량이며, 피해지역이 전남, 전북지역에 집중되어 있다. 대부분 바다를 접해 있거나 태풍이 관통하는 지역으로 그 피해가 컸다고 할 수 있으며 무엇보다도 짧은 시간에 연이어 태풍이 바람과, 강우라는 다른 특성으로 영향을 미쳤기 때문이다. 태풍의 피해 사례와 피해원인을 정리하면 다음과 같다.

표 8. 주요 피해원인 및 피해현황 설명

피해 원인	피해 설명
강풍 및 파고	<ul style="list-style-type: none"> • 강한 파도에 의해 수산증양식시설의 사유시설과 해안가 항만, 여항, 해안도로 등의 시설물이 견디지 못하여 피해가 극심 <ul style="list-style-type: none"> - 서귀포항 방파제 440m(280억 피해), 가거도항 방파제 100m(70억 피해) 등 • 태풍상륙 길목에 위치한 전남 해안지역 해상 가두리 양식장이 높은 파도에 견디지 못하여 피해 극심 <ul style="list-style-type: none"> - 수산 증·양식시설 4,402개소 557억 피해(전남 4,106개소, 제주 66개소 등), 어망·어구 23만통, 15억원 피해 • 강한 바람에 의한 주택, 농업시설 등 피해 극심 <ul style="list-style-type: none"> - 순간 최대풍속은 59.5%(광주 무등봉)로 역대 두 번째 강한 바람 - 초속 50% 이상의 강풍에 의하여 주택 1,434동이 파손되었고, 비닐하우스 1,690ha, 축사 2,866동 등에 피해 극심
연이은 태풍	<ul style="list-style-type: none"> • 제15호 태풍이 지나간후 43시간만에 집중호우를 동반한 제14호 태풍이 전남지역을 통과하면서 피해 가중 <ul style="list-style-type: none"> - 1차로 강풍에 의한 피해에 2차로 강우에 의한 피해 발생
하천 통수능 부족	<ul style="list-style-type: none"> • 하천 통수 단면부족으로 피해 극심 <ul style="list-style-type: none"> - 진도 석교천 등 대부분의 지방하천이 기본계획에 비해 통수 단면이 부족하여 제방유실, 하천범람 등으로 인근 주택 등 농경지 피해 극심 - 진도 석교천(15억 피해), 장성 대약천(14억), 정읍 칠보천(9억)

기획특집

표 8. 주요 피해원인 및 피해현황 설명

배수시설 용량 부족	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분의 펌프장은 5~10년 빈도로 설계되어 있어 금번 강우량(250mm, 100년 빈도 이상)에는 크게 미치지 못해 시가지 주택 및 상가 침수 피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 목포 남해 배수펌프장 주택 등 324세대 침수(2억 피해) • 하수도 및 빗물처리시설 대부분이 3~5년 빈도로 설계되어 있어 집중호우시배수용량 부족으로 주택 및 상가 등 대규모 피해 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 진도 시가지 주택 207세대, 상가 321세대 침수
------------	---

다. 피해 복구 계획

태풍 15호, 14호에 의한 총 복구비는 948,386백만원(국비 719,762, 지방비 228,624)으로 시도별로 전남 591,016백만원, 전북 145,564백만원으로 전라남북도의 복구비가 가장 크며, 피해 우심 시군구도 전남 21개소, 전북 10개소로 나타났다. 부처

별 복구비 지원액은 방재청 504,278백만원, 농식품부 161,809백만원, 국토부 182,961백만원 등이다. 전체 복구비중 43개 우심지역의 복구비는 944,626백만원으로 총 복구비의 99.6%가 집중되었다.

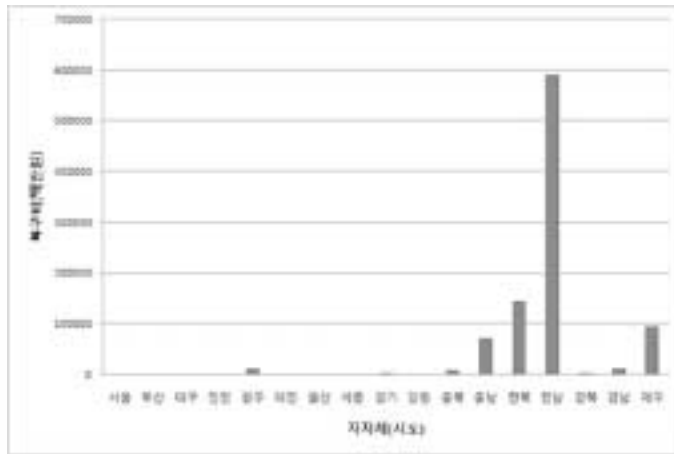


그림 7. 태풍 15호, 14호 시도별 복구비

표 7. 시·도별 피해현황

시도	시군구	우심구분	지원 복구비			자체복구
			계	공공시설	사유시설	
합계	177개	43개	948,386	522,840	425,546	62,952
서울	4	0	9	0	9	0
부산	4	0	34	0	34	0
대구	2	0	7	0	7	0
인천	6	0	649	0	649	4,505

광주	5	2	12,746	5,538	7,208	1,114
대전	3	0	42	0	42	499
울산	1	0	5	0	5	0
세종	1	0	428	0	428	0
경기	30	0	4,416	1	4,415	6,407
강원	18	0	978	0	978	52
충북	12	1	9,782	5,918	3,864	5,470
충남	15	7	71,031	19,945	51,086	2,521
전북	14	10	145,564	56,867	88,697	5,488
전남	22	21	591,016	345,264	245,752	30,660
경북	21	0	3,286	0	3,286	837
경남	18	1	13,358	4,966	8,392	3,475
제주	1	1	95,035	84,341	10,694	1,924

4. 향후 한반도 태풍 추세 전망

일반적으로 태풍의 진로는 피해지역에 큰 영향을 미치며, 태풍의 이동방향의 우측과 좌측에서 강우와 바람에 대한 강도가 다르게 나타나서 태풍의 진로는 피해와 직접적인 영향이 있다. 태풍 「볼라벤」이 강풍으로 인한 피해는 있었으나 강우로 인한 피해가 상대적으로 적었던 이유는 태풍의 진로가 내륙에 직접적인 영향을 덜 미쳤기 때문이다. 반면 내륙을 관통한 「덴빈」의 경우에는 상륙지역

(전남)부터 상당한 피해를 유발하여 하천범람, 도시침수, 연안 양식장 및 시설 파괴 등의 피해를 유발하였다.

태풍의 진로는 크게 4가지 유형으로 분류되며, 유형은 태풍의 상륙지점과 내륙 통과 방향에 따라 구분된다. 2000년대 큰 피해를 일으킨 「루사」(2002), 「매미」(2003)는 유형Ⅳ에 해당된다. 전반적으로 우리나라에서는 1980년대 이후에 보통 유형Ⅳ에 해당하는 태풍이 주로 발생하였고, 이러한 태풍이 상대적으로 큰 피해를 일으켰다.

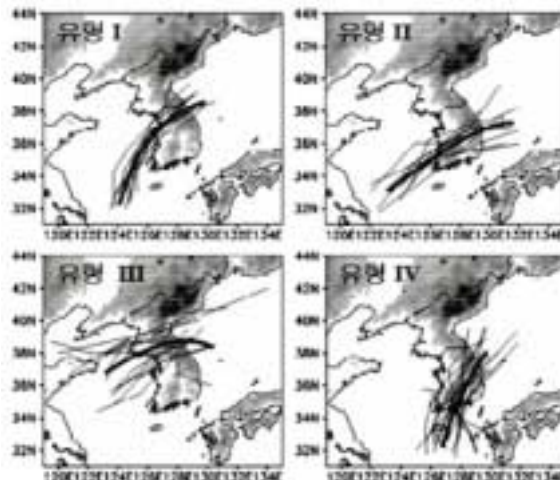


그림 7. 태풍 15호, 14호 시도별 복구비

기획특집

「블라벤」은 2000년 「프라피룬」, 2010년 「곤파스」와 같이 유형 I 에 가까우며, 이러한 태풍은 강풍을 동반한 피해를 유발하는 특성이 있다. 다행히 「블라벤」은 전형적인 유형 I 이 아닌 우리나라에 상륙하지 않고 해상으로 진행되어서 피해가 크지 않았다. 태풍 「덴빈」은 전형적인 유형Ⅳ의 태풍으로 많은 강우를 동반하여 피해가 크게 발생하였다.

일반적으로 태풍의 강도는 얼마나 많은 에너지를 공급받느냐가 중요하며, 이는 해상에서의 수증기를 충분히 공급받을 수 있느냐를 의미한다. 최근 기후변화, 이상기온 등의 영향으로 온도가 상승

하면서 해수면 온도도 급격하게 상승하고 있다. 기상청에서는 우리나라의 경우 근해 해수면 온도가 41년간(1968~2008) 평균 1.31℃ 상승하였고 이는 세계평균 0.5℃에 비해 2.7배 이상 높다고 분석하였으며 기후변화의 결과로 2008년 대비 2050년에는 1.3℃, 2100년에는 2.9℃가 상승할 것으로 전망하고 있다. 또한 태풍 중심기압이 최근 10년간 7hPa 감소하는 등 태풍강도가 증가추세를 보이고 있다. 이러한 경향은 그림 9에서와 같이 우리나라의 기온의 상승추세와 태풍의 순간최대풍속과의 추세가 유사하게 증가하고 있음에서도 확인할 수 있다.

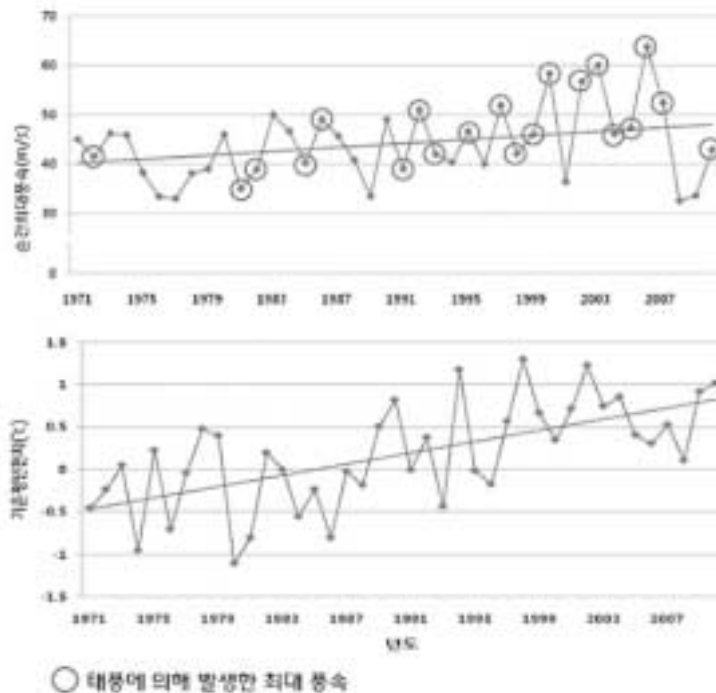


그림 9. 기온 평년편차와 우리나라 태풍 순간최대풍속의 추세

또다른 분석으로 열대성 저기압에 대한 강도지수인 세력소산지수(Power Dissipation Index, PDI)와 해수면 온도의 관계를 통해서도 태풍의 강

도가 강해질 수 있음을 추정할 수 있다. 태풍의 강도를 대변하는 PDI의 경우 1975년 이후 파동의 진폭이 증가하여 2010년에는 과거대비 2배 이상 증

가하고 있으며, 이는 해수면의 온도상승과 유사한 패턴을 보이고 있으며, 이를 기반으로 기후변화가

향후 슈퍼 태풍 등 초대형 태풍을 일으킬 수 있다는 전망이 증가하고 있다.

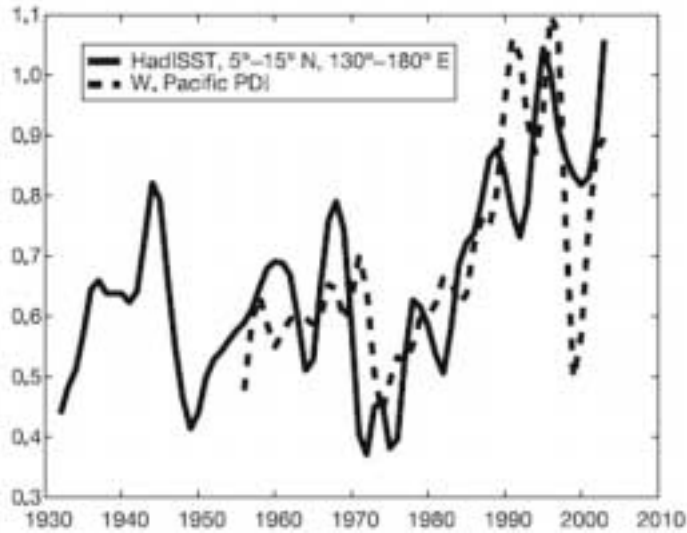


그림 10. 열대성저기압 강도지수와 해수면 온도 관계 비교(NOAA)

우리나라는 전세계와 비교해서 상대적으로 온도 상승이 급격하게 이루어지고 있다. 이는 온도가 1℃ 상승하면 태풍이 머무는 수증기량이 7% 늘어날 수 있다는 기상학적 측면에서 태풍의 강도가 향후 더 강해질 수 있음을 시사하며 그림 9, 10에서와 같이 과학적인 근거를 통해서도 확인할 수 있다.

이러한 추세를 고려한다면, 현재 하천 등의 설계는 국가하천의 경우 대규모 하천정비 사업 및 지속적인 하천사업을 통해 어느정도 강우에 대한 대비가 가능하다고 볼 수 있으나, 지방하천과 소하천은 아직 이러한 초대형 태풍의 호우에 대비가 완벽하다고 할 수 없어 중소하천에 대한 초대형 태풍에 대한 예방대책 수립이 필요하다. 상대적으로 설계빈도 등이 작은 도시 내수배제 시설의 경우, 집중호우 및 일정 지속시간동안 내리는 많은 강우에 취약하여 도시침수피해가(‘10년~’12년) 증가하고

있어 최근 강우패턴 및 향후 기후변화를 고려한 종합적 대책이 필요하다. 추가적으로 최근 강풍 피해를 준「볼라벤」, 「곤파스」등을 보더라도 강풍에 대한 대비는 실질적으로 미비하여 일반 아파트의 창문 등 설계기준 등의 검토 및 비닐하우스, 잠사, 특정재배식물에 대한 내풍기준에 대한 검토 및 대비방안, 그리고 높은 파고 및 파랑에 의한 해안 구조물 및 양식업에 대한 대책 등을 점검할 필요가 있다. 이와 함께 구조적 대책을 보완할 수 있는 풍수해보험, 농작물보험, 수산업 관련 보험에 대한 양적, 질적 확대 방안을 고심해야 한다.

예측할 수 없는 기상현상 및 이로인한 자연재해에 앞에 재해를 완벽하게 방어하는 방재(防災)의 개념에서 원인을 과학적으로 규명하고, 이에 대한 선제적 대응체계와 비구조적 대책을 통한 피해저감의 개념의 감재(減災)가 중요한 시점이다.