더 크고, 더 강한 가을태풍의 경고!

나하나, 정우식

인제대학교 대기환경정보공학과, 대기환경정보연구센터

1. Introduction

- 기후변화가 가속화되며, 지구온난화가 지속되면서 한반도에 영향을 미치는 태풍의 특성이 변화하고 있음.
  '가을태풍'이라 불리는 9월, 10월 태풍의 영향 빈도와 강도가 급격히 증가함.
- 대표적으로 올해(2019년) 한반도에 영향을 미쳤던 태풍, 총 7개 가운데 3개의 태풍이 9월에 발생하여 한반도에 영향을 주며, 큰 타격을 미침.
- 국내 연구를 살펴보면, 한반도 영향 전체 태풍에 대한 특성 및 기상현상을 분석한 연구는 다수 수행되었으나, 가을태풍에 초점을 맞추어 분석을 수행한 연구는 부족한 실정
- 최근 '가을태풍'의 영향 빈도가 증가하며, 피해가 증가함에 따라 '가을태풍'에 관련된 분석은 매우 중요하다고 판단됨.

- 본 연구에서의 정의
  - 가을 태풍 : 기상청의 계절 분류 가운데 가을이라 정의된 9월, 10월 한반도에 영향을 미친 태풍
  - 기간 | : 선행연구의 기간(1954~2003년)
  - 기간 || : 2002~2010년
  - 기간 ||| : 2011~2019년

본 연구에서는 증가하고 있는 **"가을태풍에 대한 빈도, 강도, 진로 등을 포함한 전체적인 특성의 변화를 과거와 현재를 비교하며 분석"** 해보고자 함.

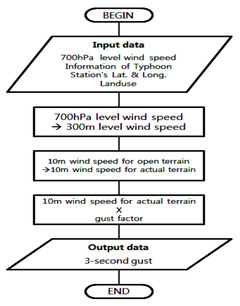
2. Data and Method

DATA

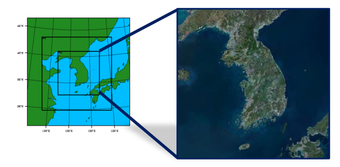
- 1904~2021년 한반도 영향 태풍을 대상
- 기상청의 태풍자료
  - 월 별 영향 빈도
- 태풍 강도 분석
  - 태풍 내습 시 발생 가능한 최대 순간 풍속 '3-Second gust'
  - USGS(United States Geological Survey) 토지이용도 자료
  - 태풍 중심 위, 경도 중심 기압 RSMC(Regional Specialized Meteorological Center) Best track자료
- 태풍의 진로 구분
  - 한반도 영향 태풍의 경로 분류에 관련된 연구가 많이 수행 되었으나, 이상 경로를 갖는 유형은 제외되었기 때문에 한반도에 영향을 미친 태풍을 모두 포함하지 못함.
  - 본 연구에서는 7가지 진로유형으로 태풍의 경로를 구분함.

METHOD

- 태풍의 강도 변화를 살펴보기 위하여 3-Second gust를 통해 분석하였으며, 3-Second gust를 산정하기 위해 '태풍사전방재모델'을 활용함.



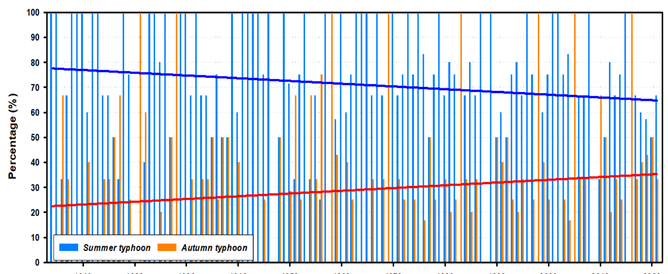
태풍사전방재모델의 입력자료를 생산하기 위하여 WRF수치모델을 활용함.

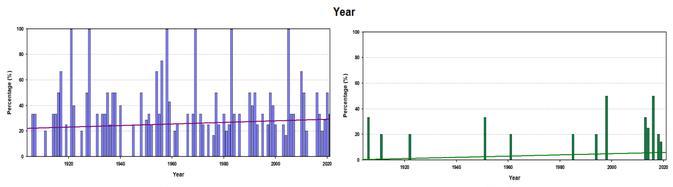


	domain 1	domain 2	domain 3
Horizontal resolution	27 km	9 km	3 km
Horizontal grid	85×85	172×172	304×304
Vertical layers	30		
mp_physics	WSM6 scheme		
bl_pbl_physics	YSU scheme		
sf_surface_physics	Noah LSM		
sf_sfclay_physics	Monin-Obukhov scheme		
ra_lw	RRTM Longwave		
ra_sw	Dudhia Shortwave		
cu_physics	Kain-Fritsch scheme		No cum
Initial data	GDAPS data		

3. Result

✓ 관측자료를 활용한 가을태풍의 변화





(a) September

(b) October

태풍 빈도 결과 |

	5	6	7	8	9	10	SUM
1954~2003	2 (1.1%)	17 (9.7%)	57 (32.6%)	64 (36.6%)	32 (18.3%)	3 (1.7%)	175 (100%)
2002~2019	1 (1.6%)	3 (5%)	15 (25%)	19 (31.6%)	17 (28.3%)	5 (8.3%)	60 (100%)

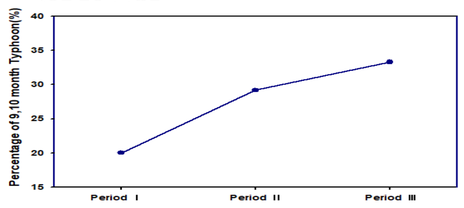
- 전체적으로 과거에 비해 6,7,8월 태풍의 비율이 줄어들고 있는 추세임.
- **과거에는 가을태풍이 20%로 나타났으며, 최근 가을태풍은 총 31.6%로 나타남.**

태풍 빈도 결과 II

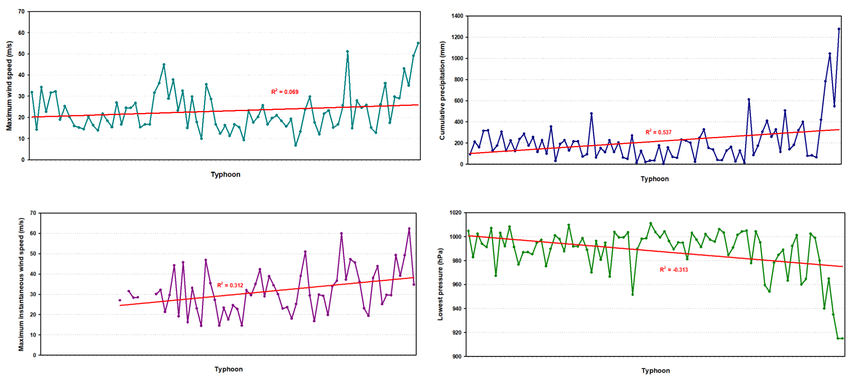
	5	6	7	8	9	10	SUM
2002~2010	1 (4.2%)	1 (4.2%)	7 (29.2%)	9 (37.5%)	7 (29.2%)	-	24 (100%)
2011~2019	-	2 (5.6%)	8 (22.2%)	13 (36.1%)	7 (19.4%)	5 (13.9%)	36 (100%)

- 전체적으로 과거에 비해 태풍의 영향 빈도가 증가하는 추세임.
- 8월과, 10월 영향 태풍의 빈도가 매우 증가하였으며, 반대로 5월 영향 태풍은 발생하지 않음.

	Maximum wind speed (m/s) (Trend value)	Maximum instantaneous wind speed (m/s) (Trend value)	Cumulative precipitation (mm) (Trend value)	Lowest pressure (hPa) (Trend value)
Summer typhoon	20.5 (0.004)	28.5 (0.023)	189.5 (0.956)	990.1 (-0.043)
Autumn typhoon	23.1 (0.070)	31.7 (0.212)	213.7 (2.754)	987.9 (-0.313)



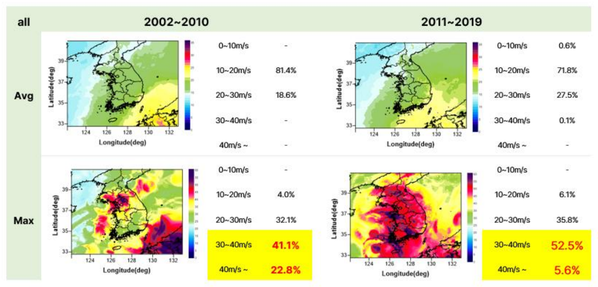
- 태풍의 한반도 영향 빈도가 증가하고 있으며, 또한, 가을 태풍이 증가함.
- 특히, 기간| 의 연구기간(1954-2003)년, 60년간 10월 영향 태풍이 3회 였던 반면, 2011~2019년, 9년간 10월 영향 태풍이 5회로 나타나며, 10월 영향 태풍의 빈도가 급격히 증가하고 있음.



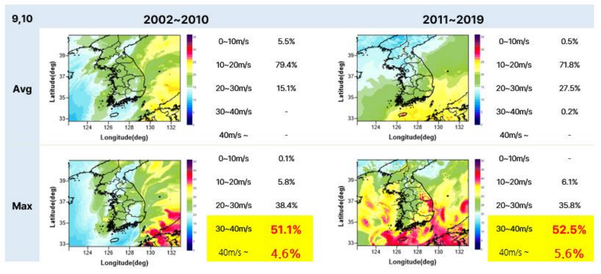
✓ 태풍의 강도

태풍 강도 결과 |

2002~2019년 한반도에 영향을 미친 태풍(루사, 매미 제외)을 대상으로 3-Second gust를 산정함.



2002~2019년 한반도에 영향을 미친 가을태풍(루사, 매미 제외)을 대상으로 3-Second gust를 산정함.



- 2002-2010년보다, 2011-2019년 한반도에 영향을 미친 태풍의 최대순간풍속이 더 강함.
- 특히, 2002-2010년에는 서해일부와 대한해협에 집중되어 있던 40m/s 이상의 최대순간풍속이 한반도 전체에서 나타남.
- 가을태풍을 살펴보면 최근 기록에서 제주도를 포함한 한반도 근해에서 40m/s 이상의 최대순간풍속이 발생하였으며, 2002-2010년 보다 최대순간풍속이 강해짐.

✓ 태풍의 진로유형

EAST WEST

Type	Track of a typhoon
1	Move to northward in the Yellow Sea and landing the west coast
2	The typhoon go on the shore of southern coast
3	Move to northward in the Yellow Sea and lading the China or Bo Hai
4	Pass along the Straits of Korea and go through a northern east sea
5	Pass along the Japan and move to northward in the East Sea
6	Pass along the China and affecting the Korean Peninsula
7	Pass along the Japan and affecting the Korean Peninsula

태풍 진로 결과 | (영향 태풍 전체)

Type	1	2	3	4	5	6	7	SUM
1954~2003	32 (18.3%)	22 (12.6%)	8 (4.6%)	21 (12%)	9 (5.1%)	43 (24.6%)	40 (22.9%)	175 (100%)
2002~2010	2 (8.3%)	6 (25.0%)	1 (4.2%)	3 (12.5%)	2 (8.3%)	2 (8.3%)	8 (33.3%)	24 (100%)
2011~2019	5 (13.9%)	4 (11.1%)	5 (13.9%)	5 (13.9%)	2 (5.6%)	2 (5.6%)	11 (30.6%)	36 (100%)

태풍 진로 결과 || (가을 태풍 대상)

Type	1	2	3	4	5	6	7	SUM
1954~2003	1 (2.9%)	3 (8.6%)	-	6 (17.1%)	1 (2.9%)	14 (40.0%)	10 (28.6%)	35 (100%)
2002~2010	-	3 (42.9%)	-	1 (14.3%)	-	-	3 (42.9%)	7 (100%)
2011~2019	1 (8.3%)	4 (33.3%)	-	2 (16.7%)	1 (8.3%)	-	4 (33.3%)	12 (100%)

태풍 진로 결과 ||| (가을 태풍 대상)

YEAR	EAST	WEST	SUM
1954~2003	25(77.1%)	15(34.3%)	35
2002~2010	7(100%)		7
2011~2019	11(91.7%)	1(8.3%)	12

- 한반도의 좌측으로 치우치는 경로 6은 매우 감소된 반면, 우측으로 치우치는 경로 7의 태풍은 증가하는 경향을 보이며, 전체적으로 EAST라 분류되는 한반도의 우측으로 치우치는 경로의 태풍이 증가함.
- 가을태풍이 과거연구(Park et al., 2006)기간(1954-2003)보다 최근(2002-2019) 남해안에 직접 직접 상륙하여 한반도에 영향을 미치는 태풍이 증가함.

Summary

- 한반도에 영향을 미치는 태풍의 빈도가 증가하고 있으며, 그 가운데 가을태풍의 빈도가 급격히 증가하는 경향을 보임. 특히, 10월 한반도에 영향을 미치는 태풍이 과거에 비해 급격히 증가함.
- 태풍의 내습 시기 발생할 수 있는 최대순간풍속을 의미하는 '3-Second gust'값이 2002~2010년 분포보다 2011~2019년 분포에서 한반도 전체에서 강한 풍속대를 보이며, 태풍의 강도가 강해진것을 확인할 수 있으며, 가을 태풍에 대한 3-Second gust를 산정하여 분석한 결과, 마찬가지로 한반도 근해와 내륙에서 강한 풍속대가 나타남.
- 또한, 태풍의 진로에 대한 분석 결과, 과거에 비해 한반도의 동쪽으로 치우쳐서 한반도에 영향을 미치는 태풍의 빈도가 증가하고 있으며, 또한 가을태풍의 경우 한반도의 남해안에 직접 상륙하여 한반도에 영향을 미치는 태풍의 빈도수가 급격히 증가하고 있으며, 특히, 한반도의 서쪽으로 치우치는 태풍의 진로가 급격히 감소한것으로 나타남.
- 한반도에 영향을 미친 태풍들에 대한 과거와 최근 경향에 대한 분석을 수행하였으며, 최근 이슈가 되고 있는 가을태풍에 대한 분석을 수행한 본 연구의 결과를 살펴보면, 가을 태풍의 빈도와 강도가 동시에 증가하고 있으며, 특히 남해안에 직접 상륙하는 태풍의 빈도가 증가함으로써 가을태풍에 대한 방재적인 측면에서의 연구가 수행되어야 할 것으로 판단되며, 연구기간을 연장한 추가연구가 필요할 것으로 판단됨.

Weather-Ready Nation Ambassador™ Publicity Activities

재단법인 숲과나눔 MAAM Mesoscale Atmospheric-Air quality Modeling lab. AMBASSADOR™ WRN WEATHER-READY NATION