

---

# Climate Change Monitoring in Korean Peninsula using Satellite images



Ae-Sook Suh  
2 Feb, 2009



*Director of Environmental & Meteorological Satellite Division  
Korea Meteorological Administration*

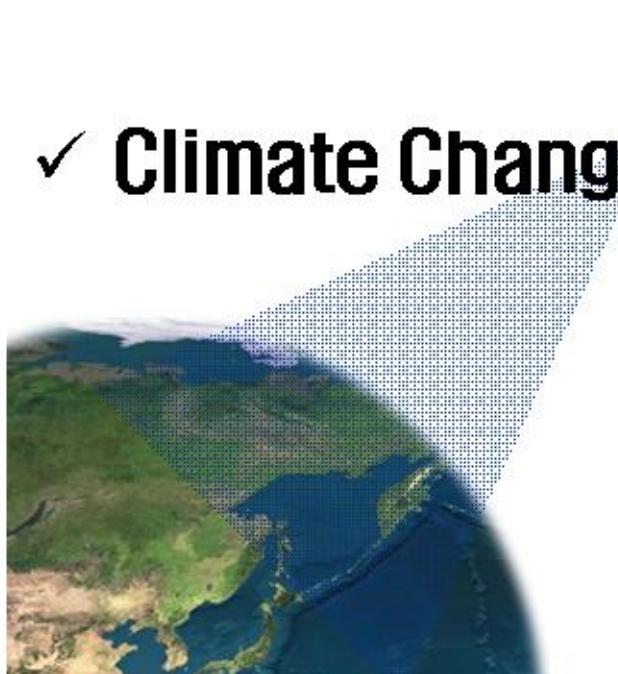


*International Symposium  
on Climate Change & Forest Fire Control*

# CONTENTS



- ✓ **Introduction on the Satellite Services in KMA**
- ✓ **Overview of Climate Change**
- ✓ **Climate Change in Korea using Satellite Images**



*International Symposium  
on Climate Change & Forest Fire Control*



# CONTENTS



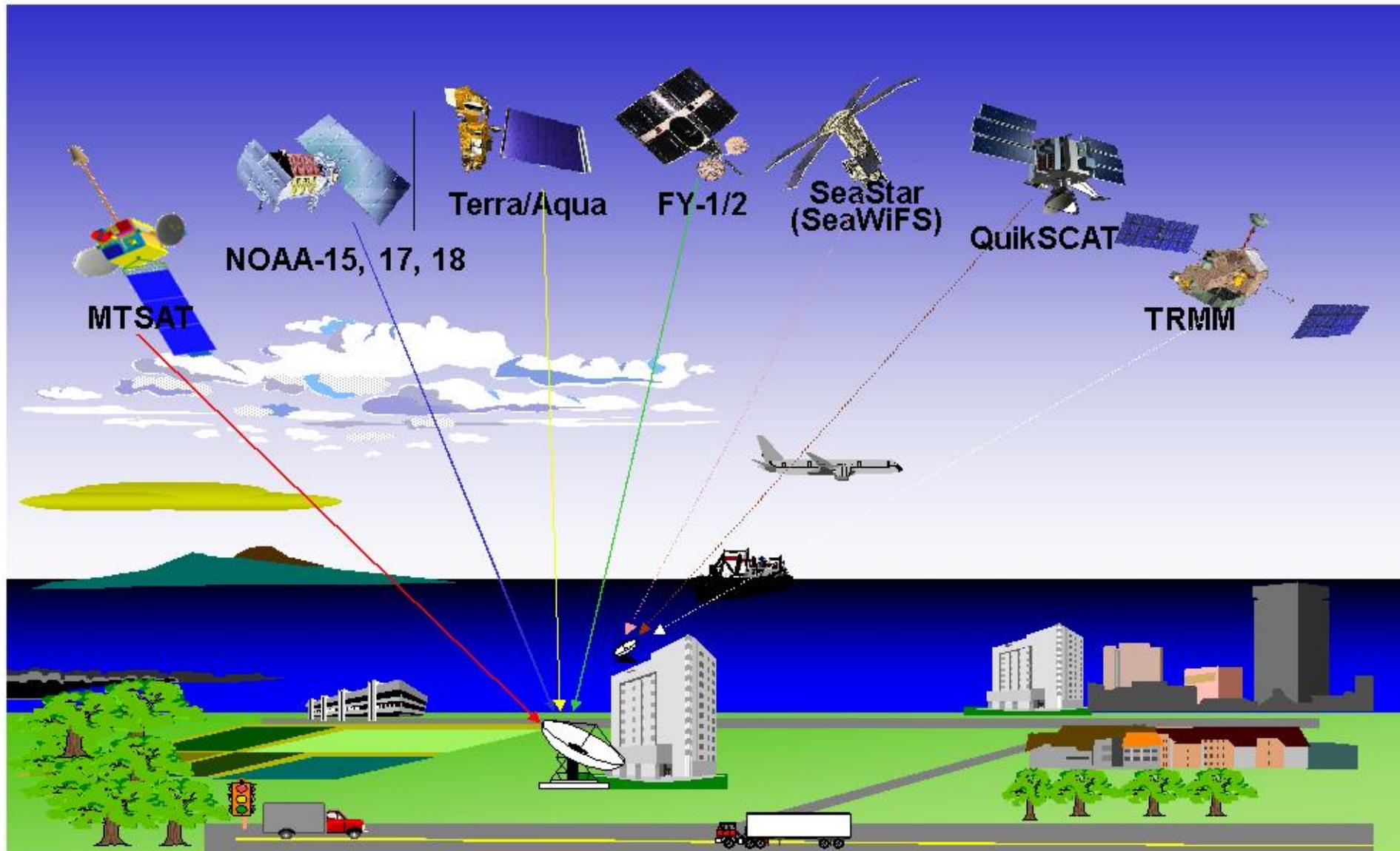
- ✓ **Introduction on the Satellite Services in KMA**
- ✓ **Overview of Climate Change from IPCC Report**
- ✓ **Climate Change in Korea using Satellite images**



# Current KMA Receiving Satellite



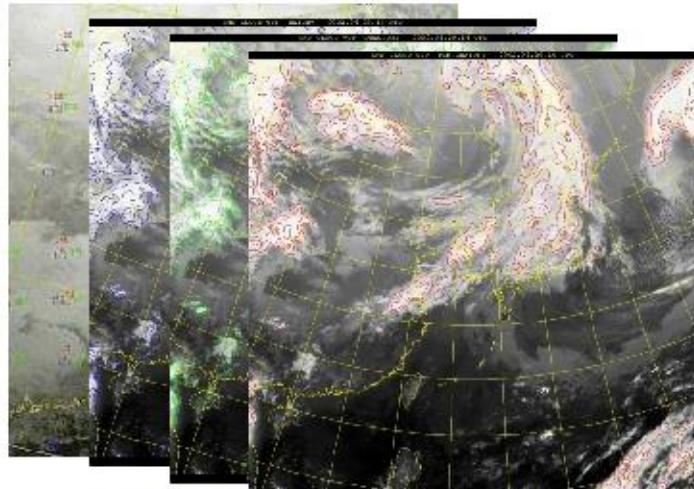
KMA  
Korea Meteorological Administration



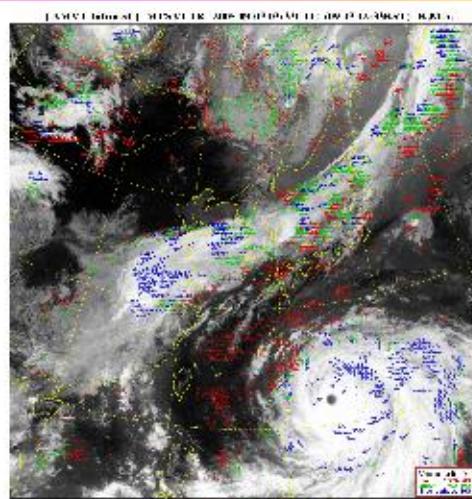
\* 총 11종의 외국기상위성자료 수신



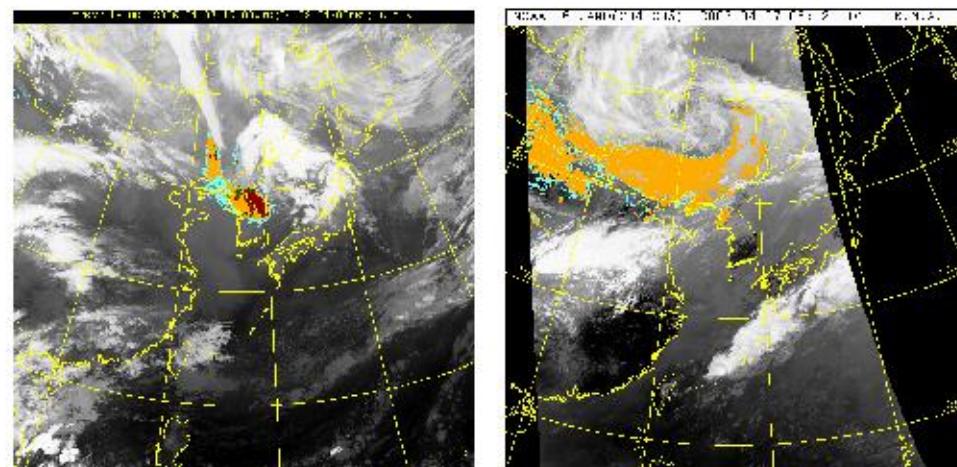
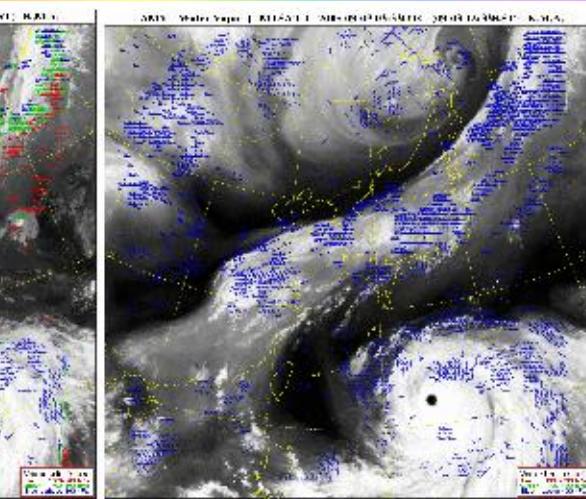
# Basic Satellite Products (I)



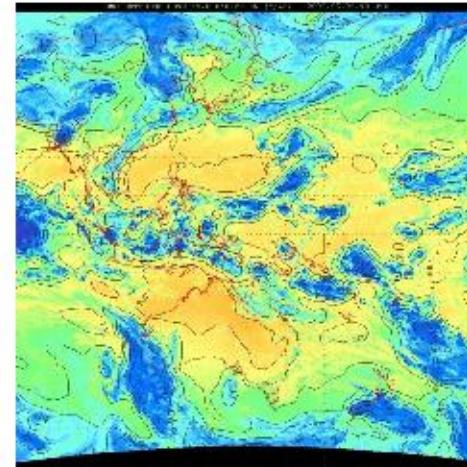
Cloud Top Temperature /  
Altitude / Pressure



Cloud Wind Vector



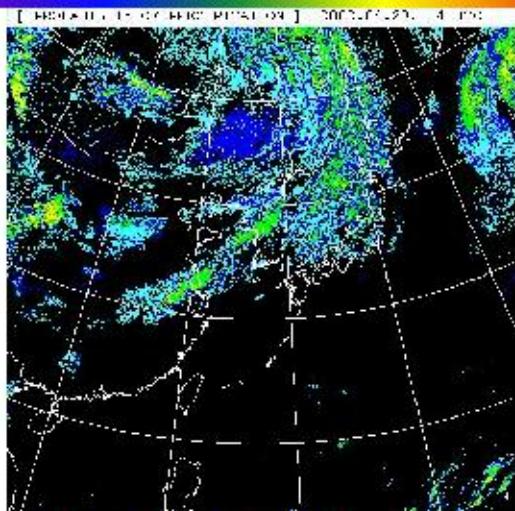
Asian Dust Detection



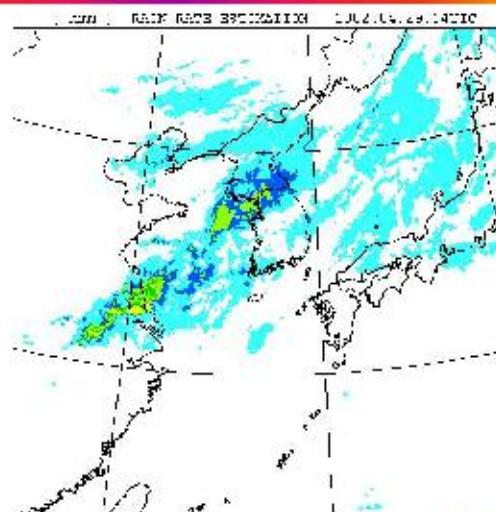
Outgoing Longwave  
Radiation



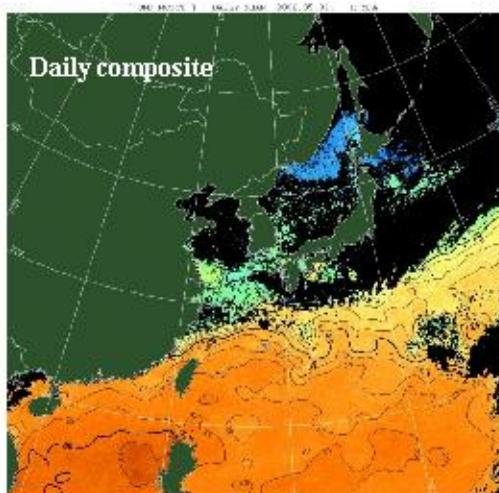
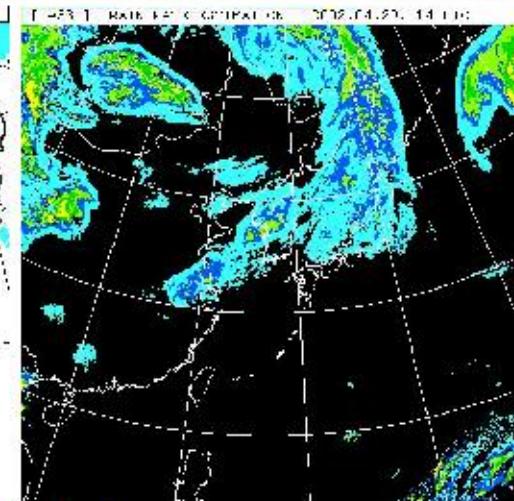
# Basic Satellite Products (II)



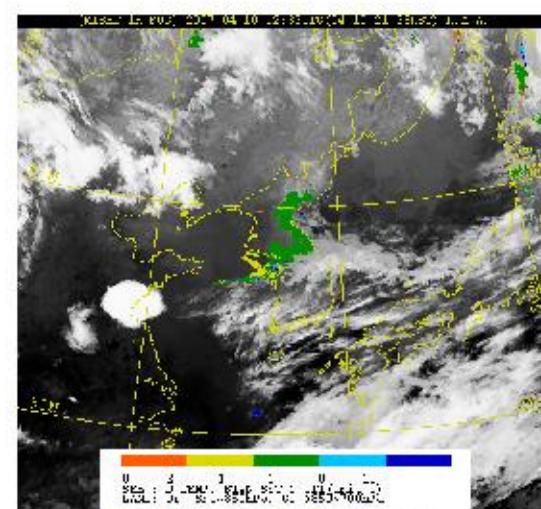
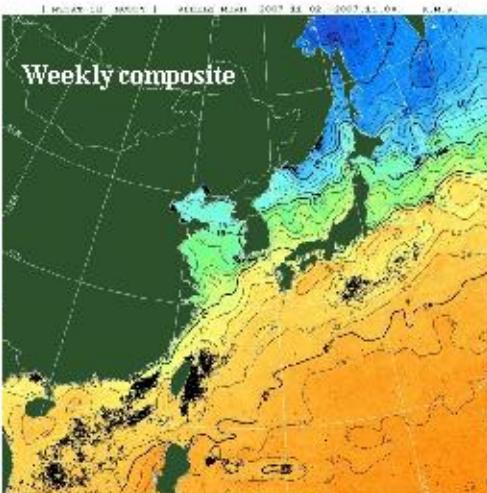
Precipitation Probability



Rain Rate



Sea Surface Temp.



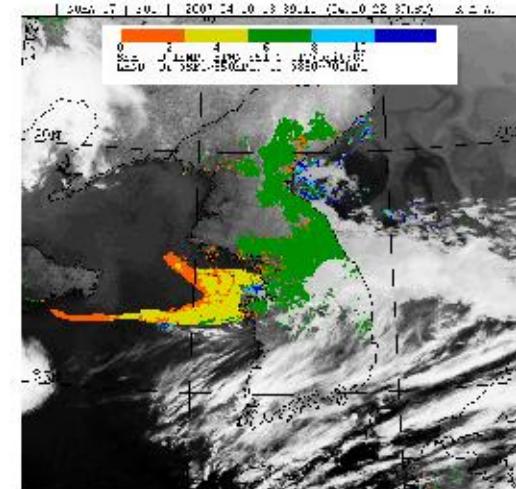
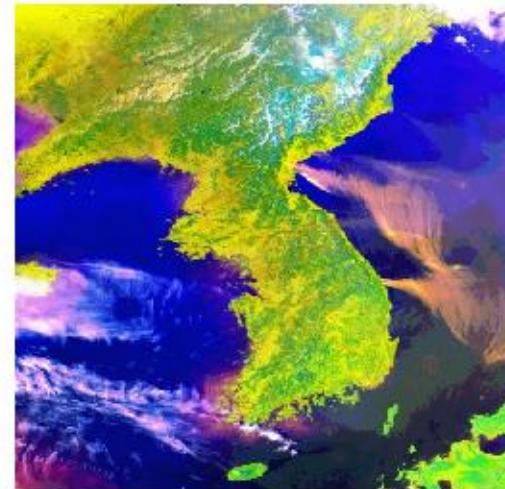
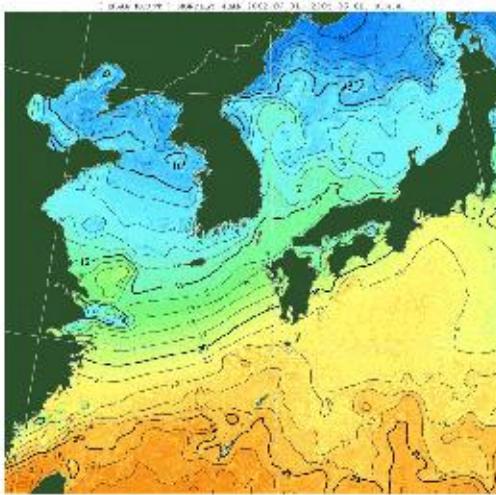
Sea Fog



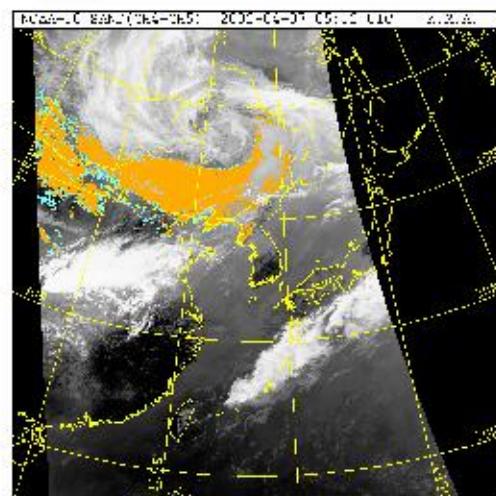
# Polar Orbiting Satellites analysis data



Korea Meteorological Administration

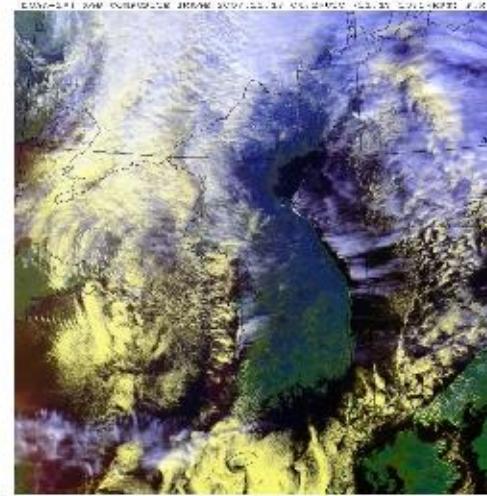


해수면온도



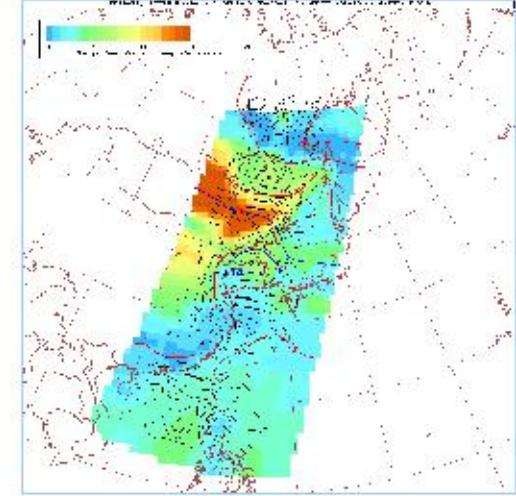
황사

산불 탐지



칼라합성영상

안개



대기연직구조 분석

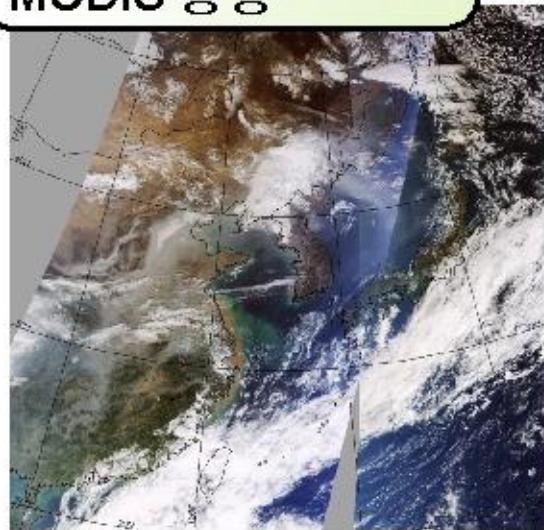


# EOS (Terra, Aqua) analysis data

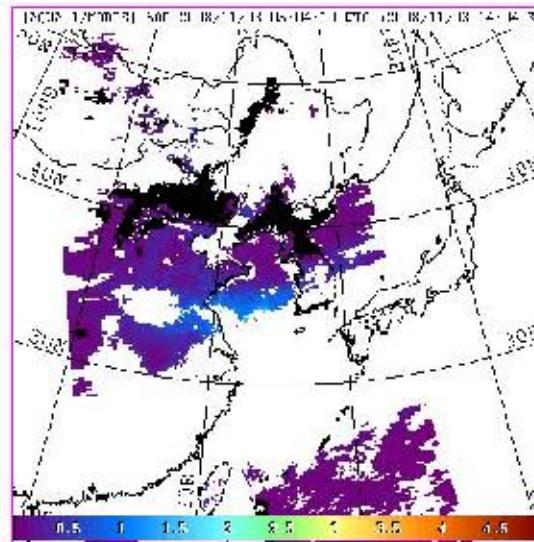


Korea Meteorological Administration

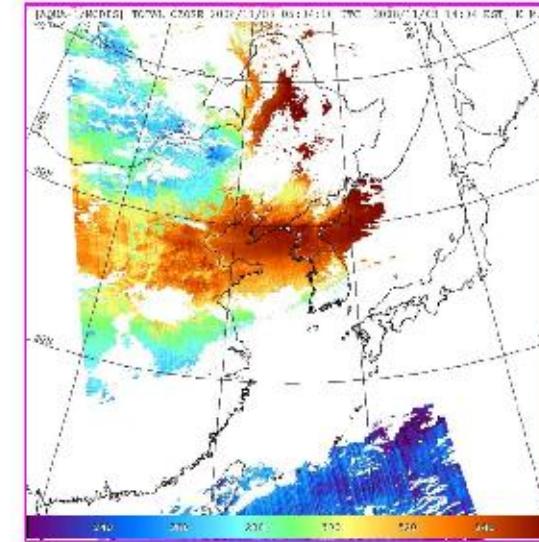
## MODIS 영상



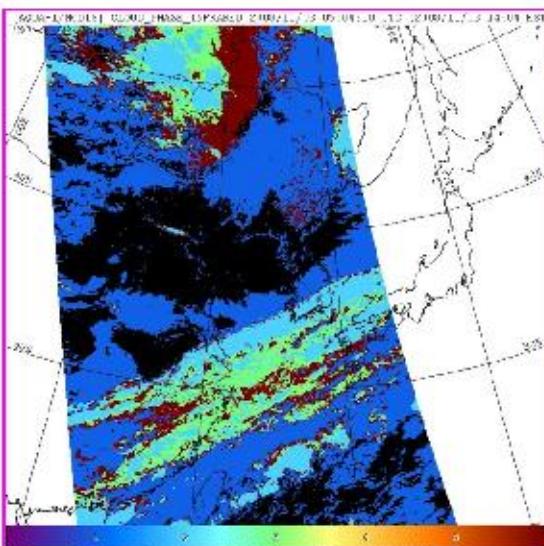
칼라합성(RGB)



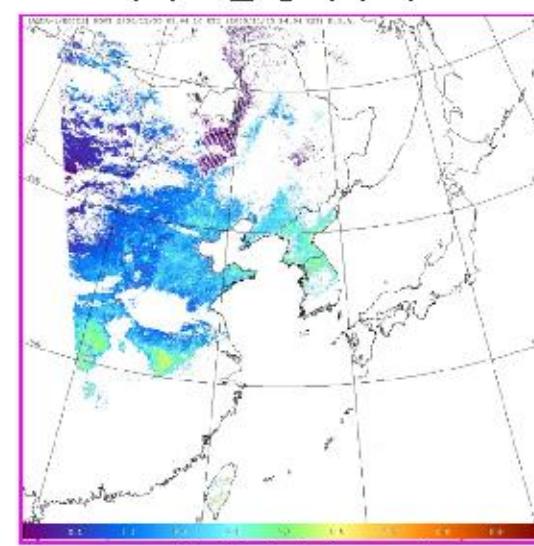
에어로졸 광학두께



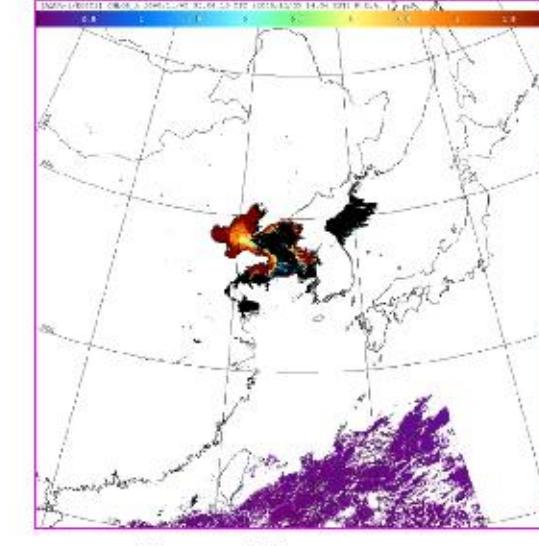
오존총량



구름상



식생지수(NDVI)



클로로필-a



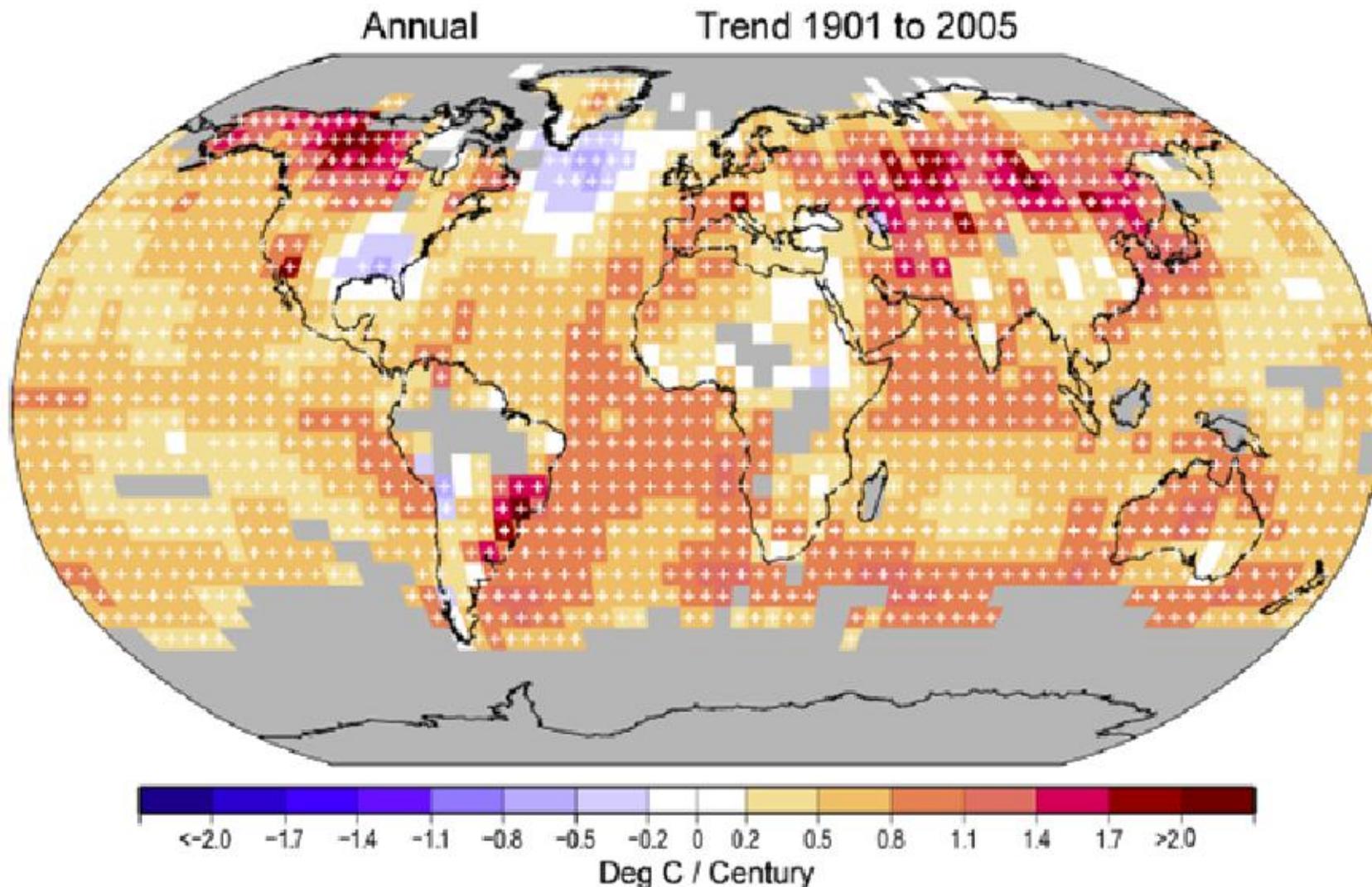
# CONTENTS



- ✓ Introduction on the Satellite Services in KMA
- ✓ **Overview of Climate Change**
- ✓ Climate Change in Korea using Satellite images



# 지구평균기온 변화 추세 (1901~2005)





## 기후변화 원인 및 재해

지구의 평균기온 상승, 중국의 사막화 (황사증가)  
동유럽의 백년만의 폭우, 미국의 최악의 가뭄

### 기상재해 초래

지구궤도변화

화산, 지각활동  
등 자연변화

산업화  
도시화

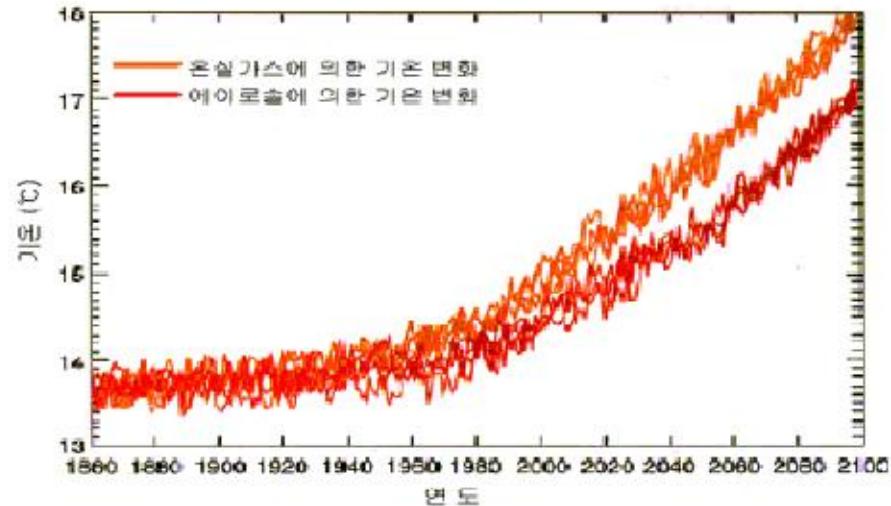
온실가스  
농도의 증가



# 주요기후변화



## 1. 온실효과



영국 해들리 센터의 기후예측모델 결과

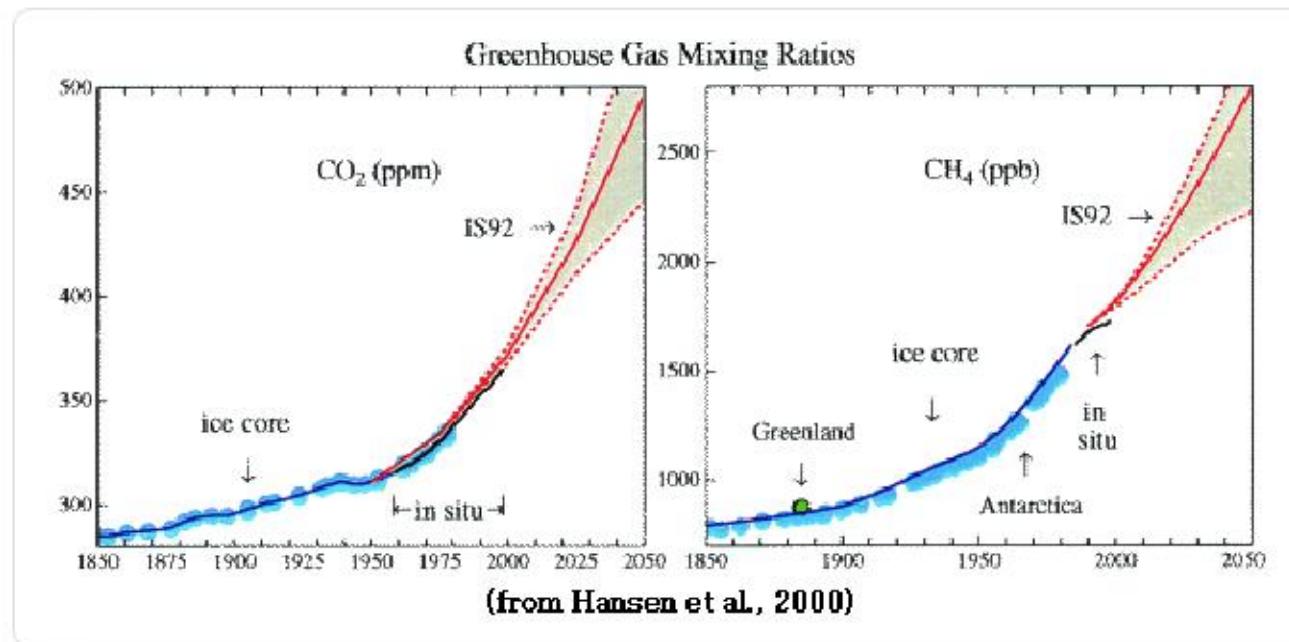
: 에어로졸에 의한 기온상승 감소효과를 고려하더라도 이산화탄소와 같은 온실가스가 현재수준으로 계속 증가할 경우 2100년 경에는 전지구의 연평균 기온이 급격히 증가할 것이다.



# 주요기후변화



## 1. 온실효과



1850년부터 2050년까지 예상되는  
이산화탄소와 메탄의 양



## 주요기후변화



### 온실가스의 증가

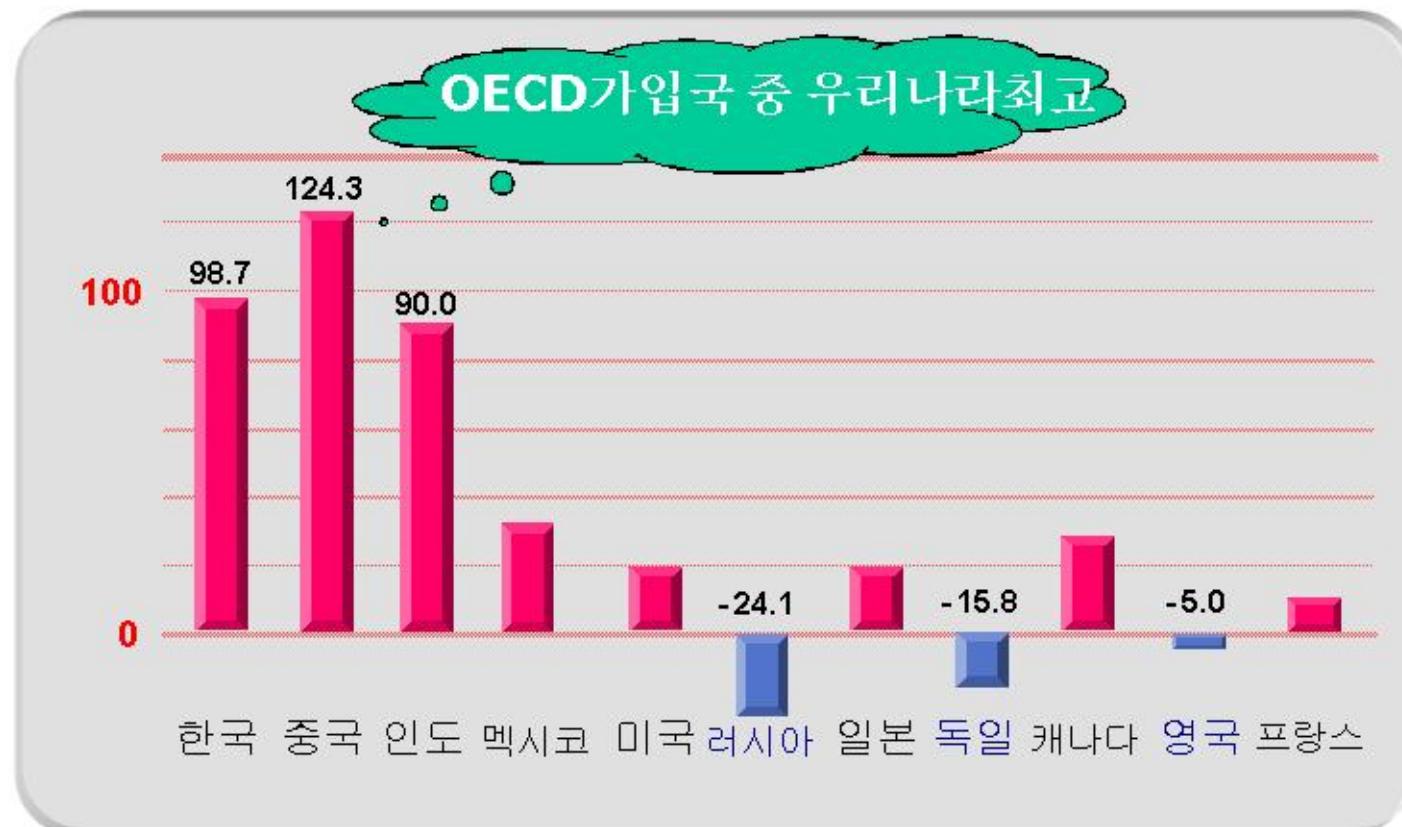




## 주요기후변화



### 주요국 이산화탄소 배출 증감율(1990-2005)



자료 : 국무조정실 기후변화대책기획단



## 2. 지구온난화의 결과

### (1) 빙하의 감소



**히말라야 빙하의 감소를 보여주는 사진**

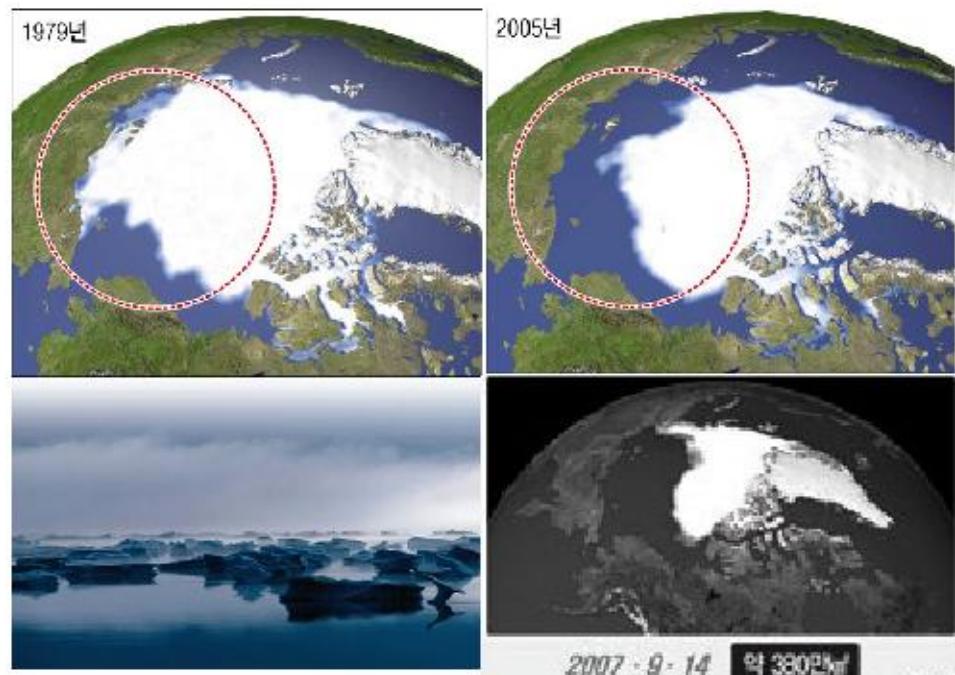


## 주요기후변화



### 2. 지구온난화의 결과

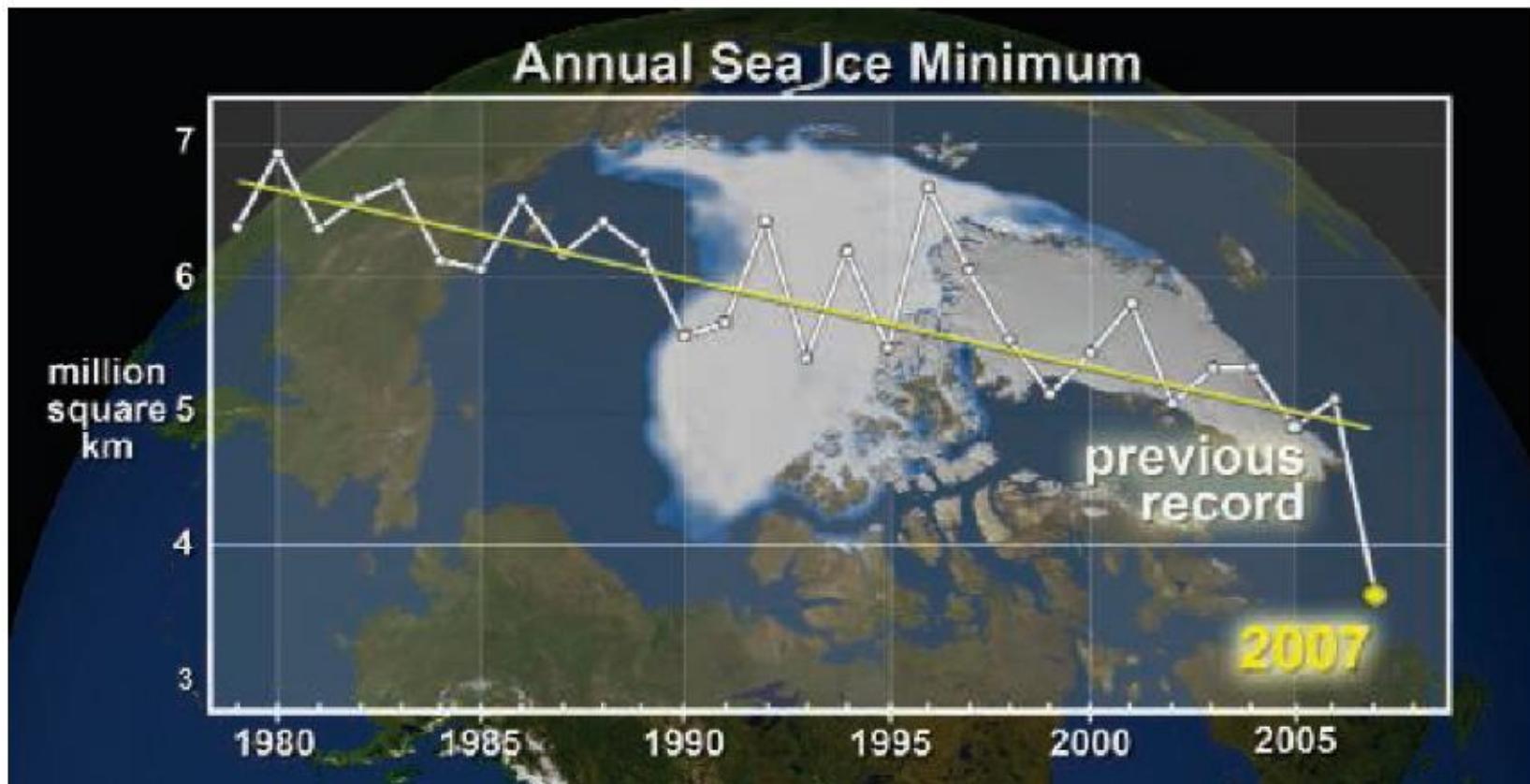
#### (1) 빙하의 감소



- 북극의 빙산은 2007년 최고 속도로 해빙
- 북극 빙하의 감소는 더 큰 기온 상승을 가져올 수 있음
- 2050년 북극곰의 멸종 가능성 제기



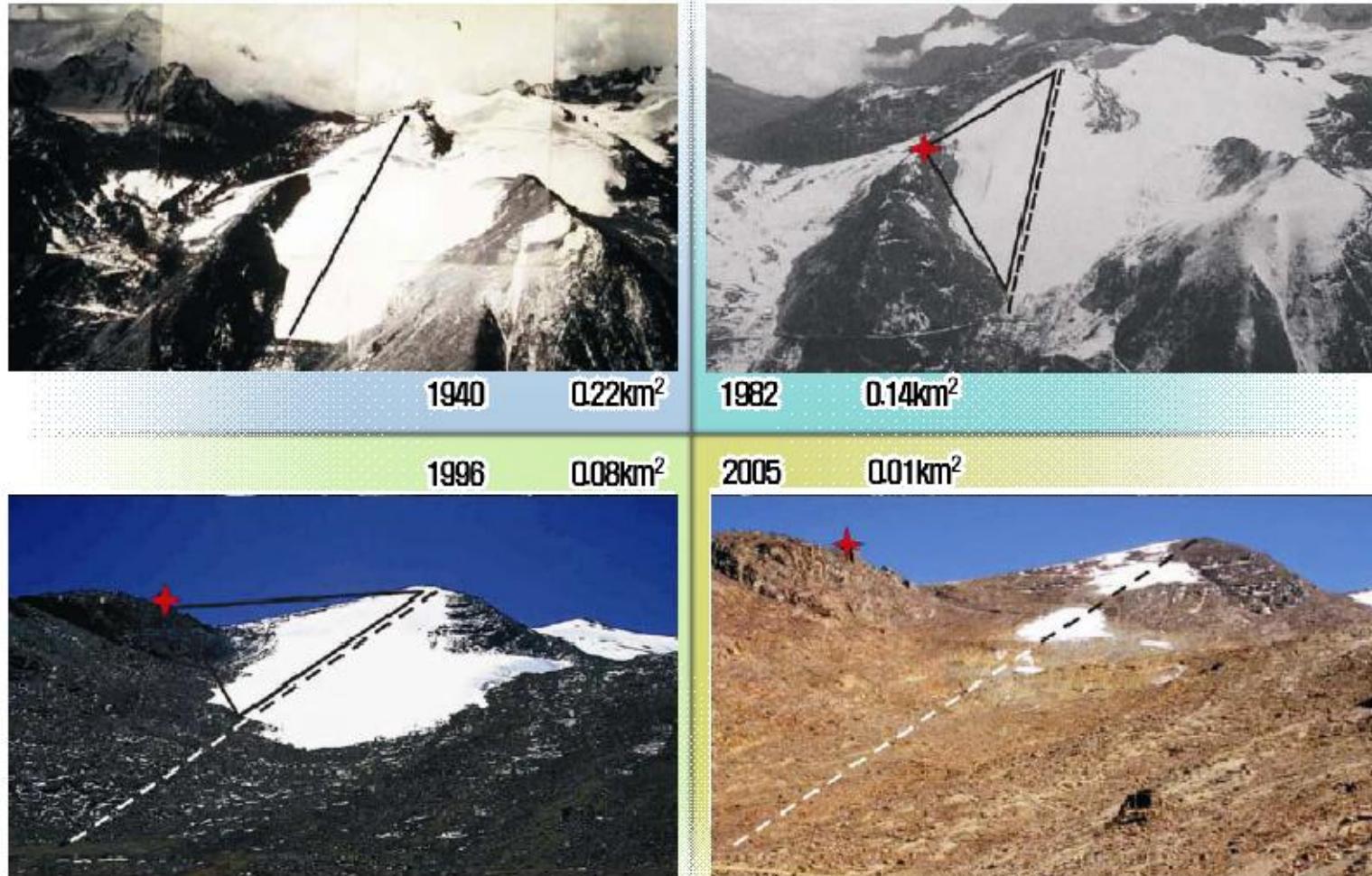
# 북극해 해빙의 감소 추세



**Bad sign.** Arctic sea ice (gauged here using NASA's measurement techniques) has been declining, but 2007's unfavorable weather drove the increasingly vulnerable ice to a new record low.



# 볼리비아 차칼타야 빙하



(IPCC, 2007)



## 2. 지구온난화의 결과

- 알프스의 만년설이 사라진다



- 2007년 12월 초 프랑스 샤토나에서 눈 대신 내리는 비 !
- 지구온난화로 알프스 산맥 해발 1000m 이하의 스키장은 모두 폐장



## 2. 지구온난화의 결과

- 알프스의 만년설이 사라진다



- 빙하박물관에 전시된 광물
- 빙하가 녹고나면 남는 광물로  
요즘은 흔하게 보임





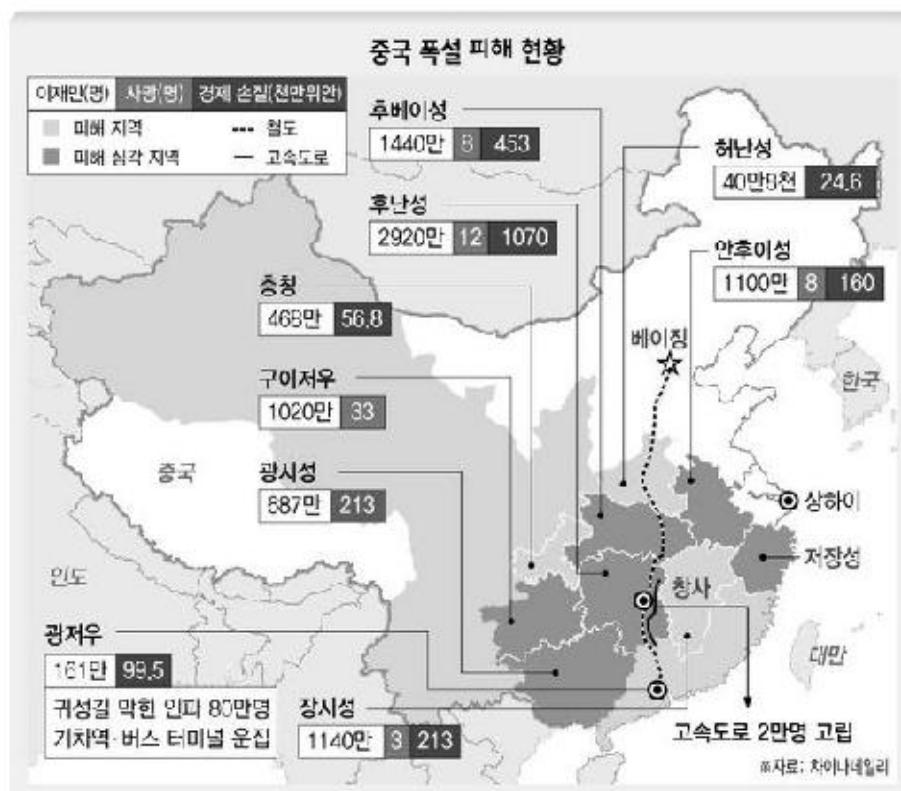
# 주요기후변화



## 2. 지구온난화의 결과

### (2) 강수량의 증가

2007년 중국 최악의 폭설



XINHUANET



# 주요기후변화



## 2. 지구온난화의 결과

### (2) 강수량의 증가



중동 : 눈싸움에 신난 아이들



아프리카 : 2007년 7월 30년만의 폭우  
270명 사망, 이재민 150만여명 발생

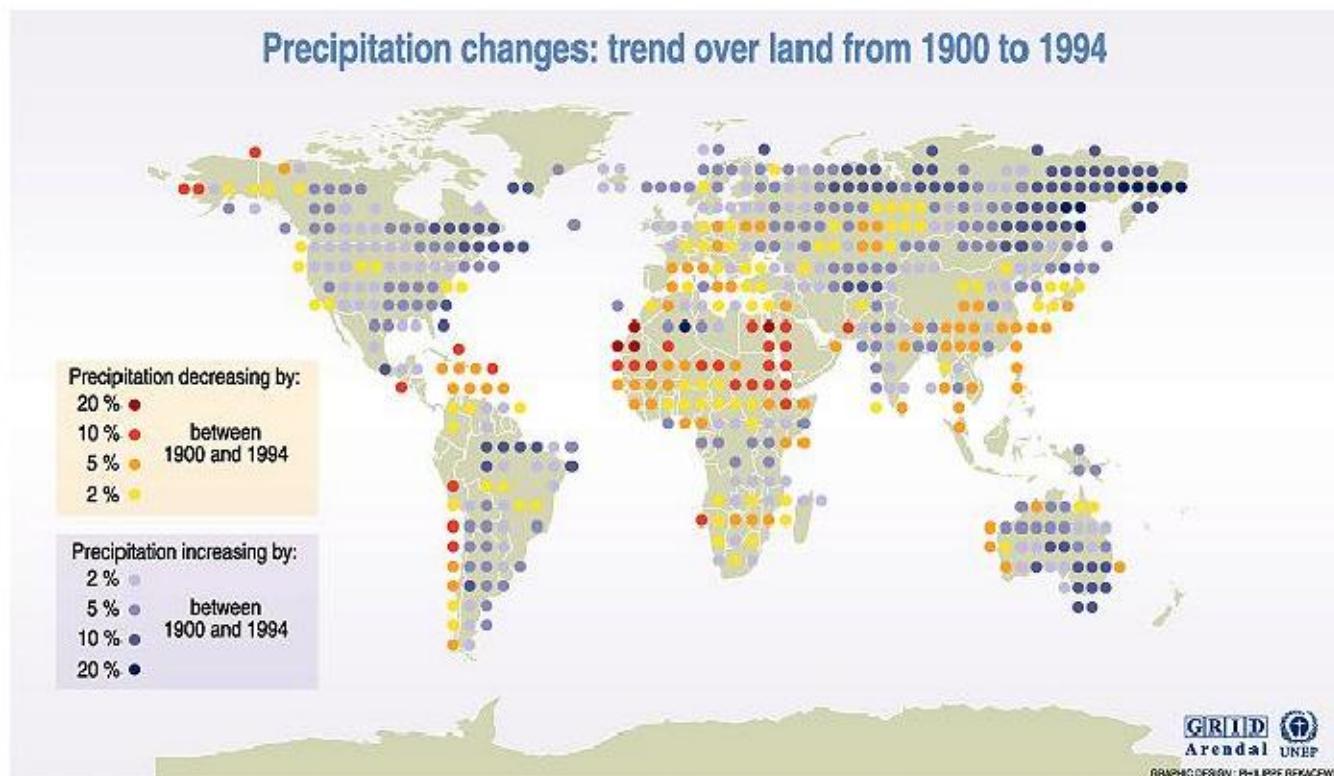




# 기후변화 추세 - 전지구 강수량



- q 중·고위도 북반구 대륙 => 0.5~1% 증가
- q 열대 육지 지역 => 0.2~0.3% 증가
- q 북반구 아열대(10N~30N) 육지 => 0.3% 가량 감소
- q 20세기의 후반부에 걸쳐 북반구 중·고위도 지역 => 호우빈도 2~4% 증가



Sources: Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge press university, 1996; Hulme et al., 1991 and 1994; Global Historical Climate Network (GHCN), Vose et al., 1995 and Eischeid et al., 1995



# 해수면 상승



남태평양의 투발루(Tuvalu) : 해수면 상승으로 2001년 '국토 포기'를 선언





# 주요기후변화



## 2. 지구온난화의 결과

### [3] 해수면상승



우리나라 해수면 상승률 : 1.9mm/년  
(전세계 평균값보다 높음)



## 2. 지구온난화의 결과

### (4) 사막화

**중국사막화방지통제연구개발중심(2003)**

“중국의 현재 사막화가 진행되고 있는 총면적은 262만 km<sup>2</sup> (한반도 면적의 12배)”

**유엔사막화방지협약(UNCCD, 2004)**

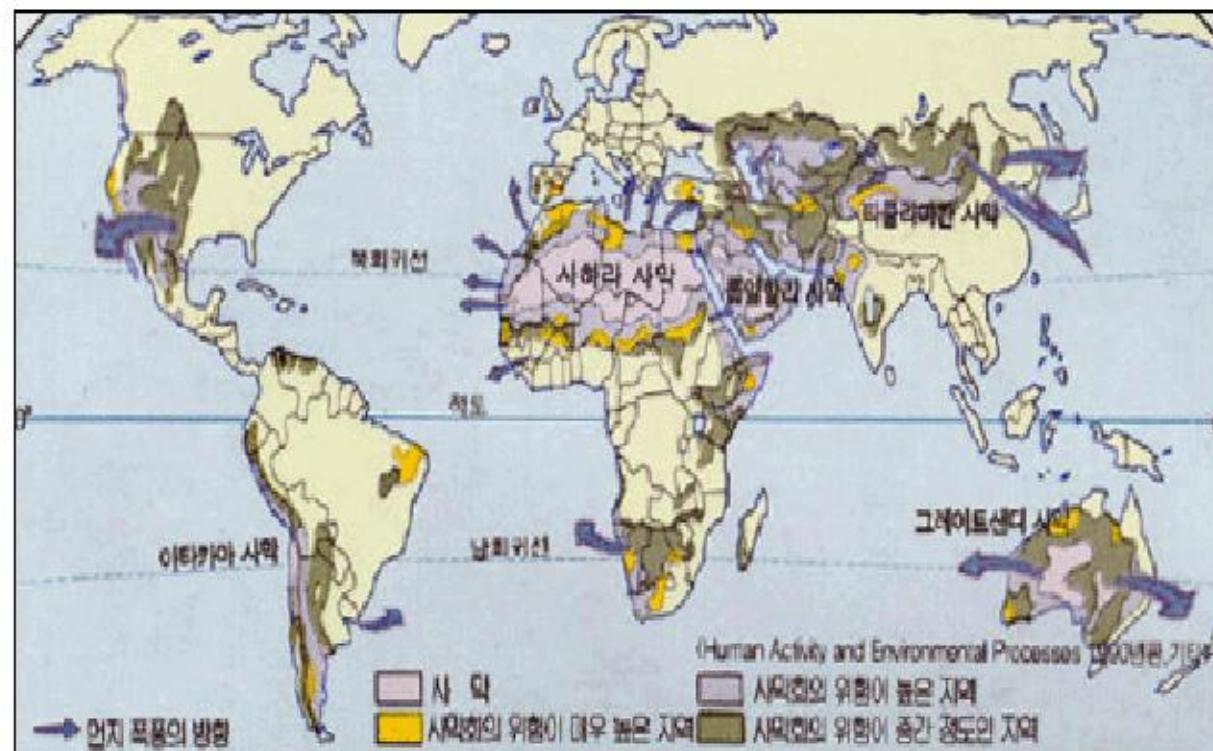
“지구 표면의 3분의 1이 사막으로 변할 위험에 처해 있으며, 1970년대보다 2배나 빠른 속도로 사막화가 진행되고 있음”





## 2. 지구온난화의 결과

### (4) 사막화



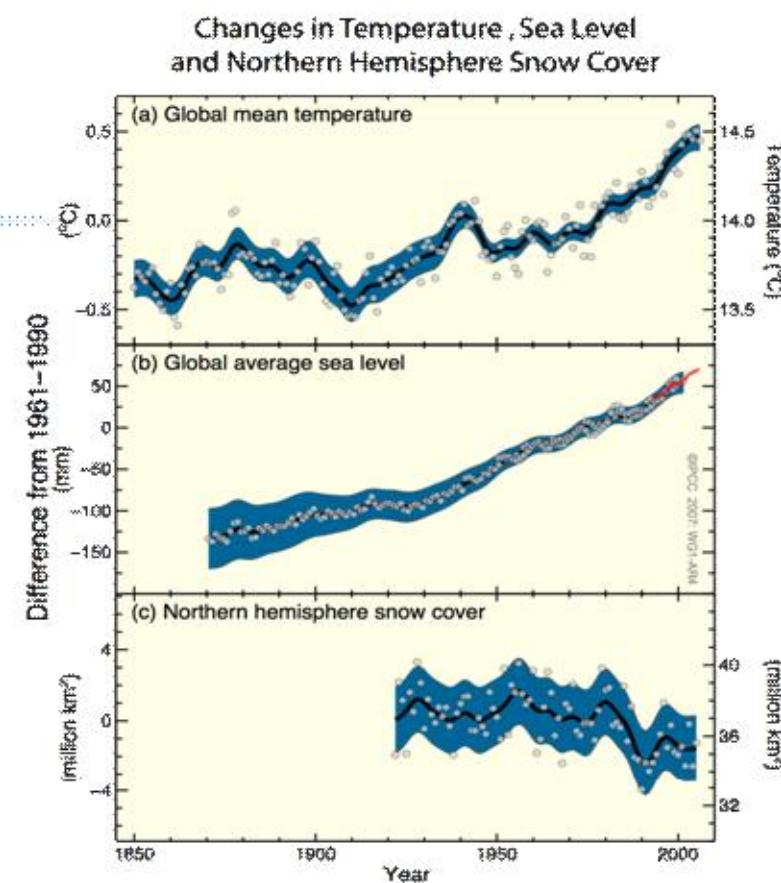
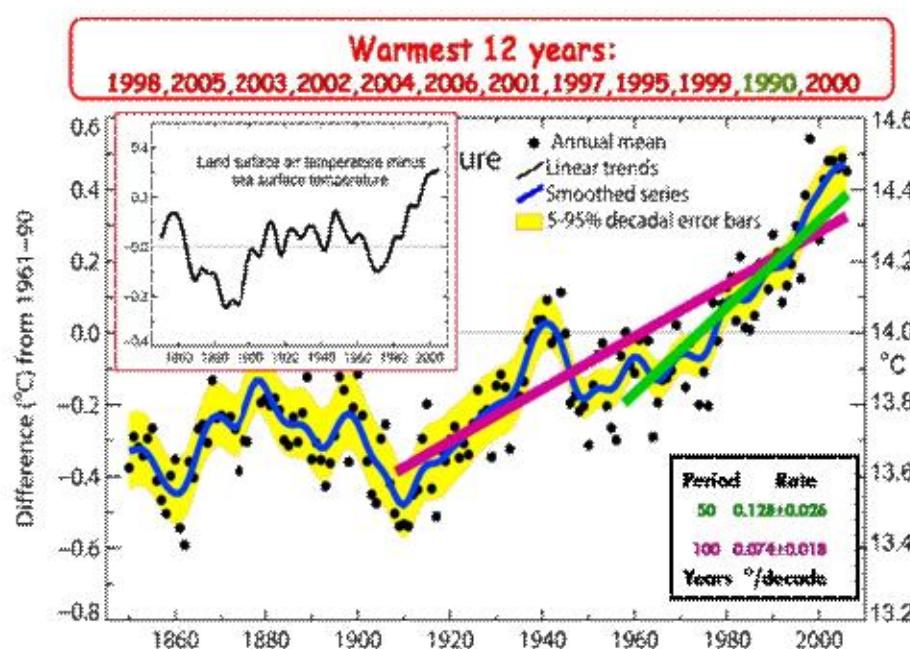


# 관측된 기후변화 (IPCC, 2007)



## 관측된 증거에 의하면 기후시스템의 온난화는 명백

- 대기/해양의 온도 상승
- 해수면 상승
- 빙하와 적설의 융해

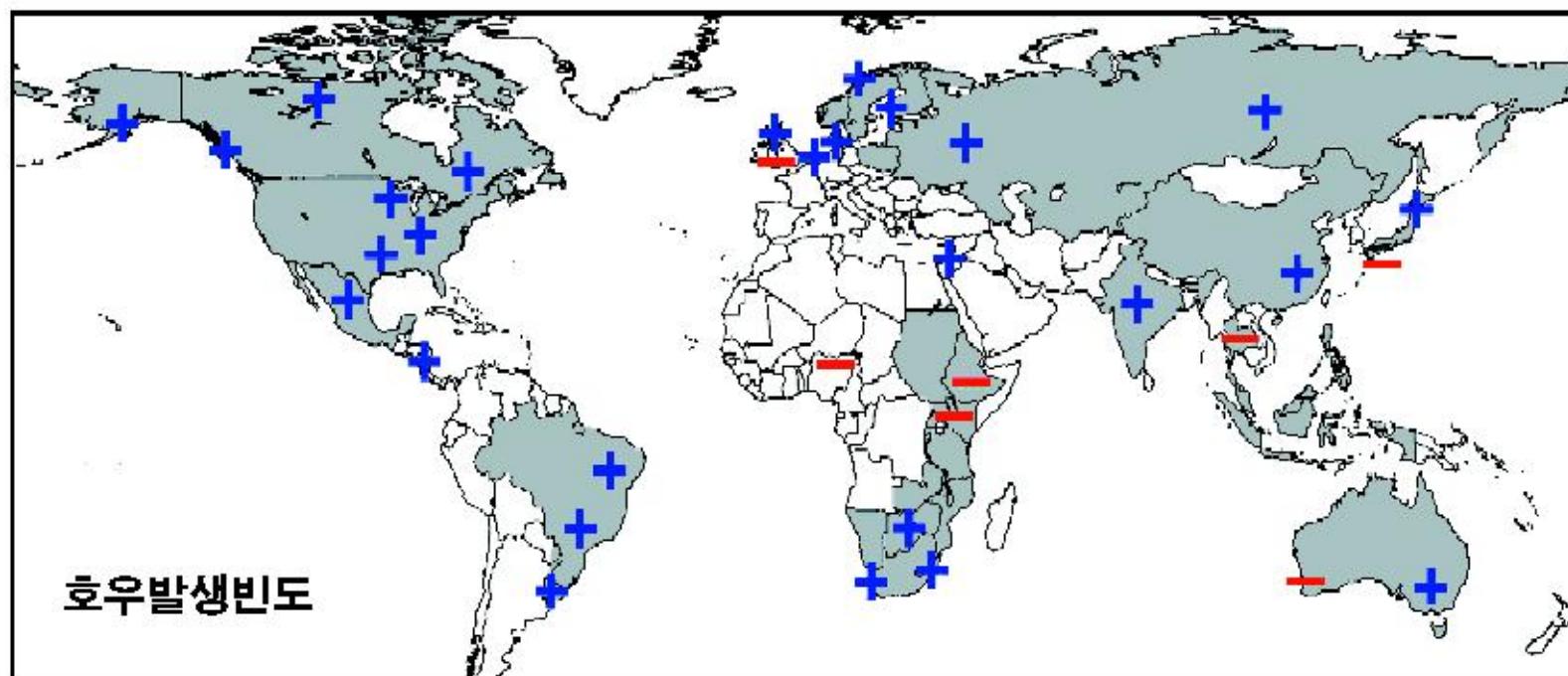




# 극한기후(Extreme Events)

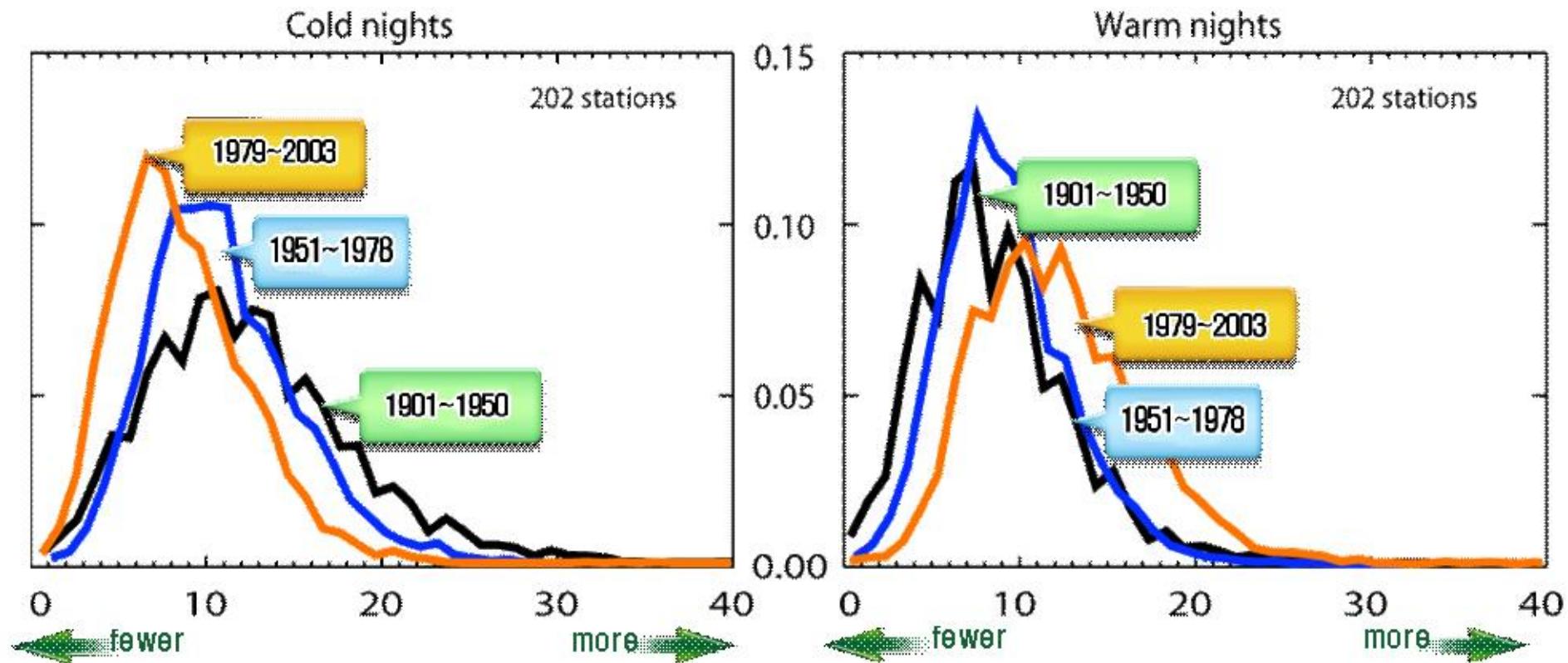


- 호우 발생빈도 증가
- 지역에 따라 가뭄 심화
- 주위 관련 지수의 감소: 더위관련 지수의 증가
- 태풍/허리케인의 세기 강화





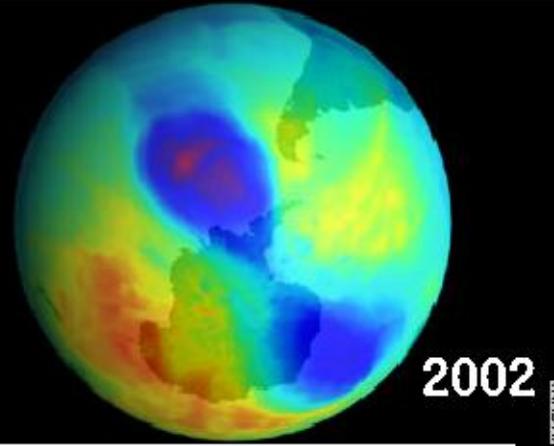
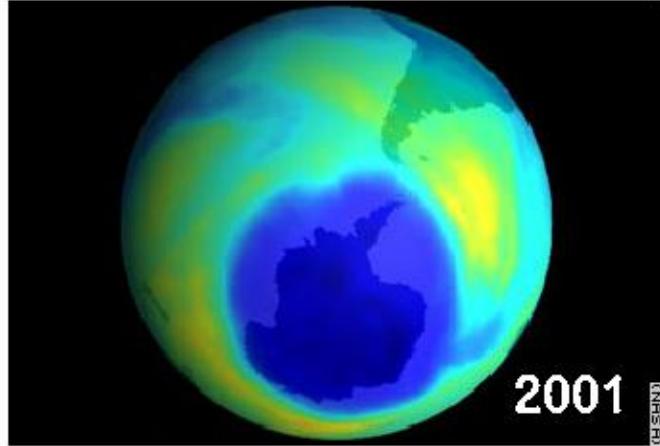
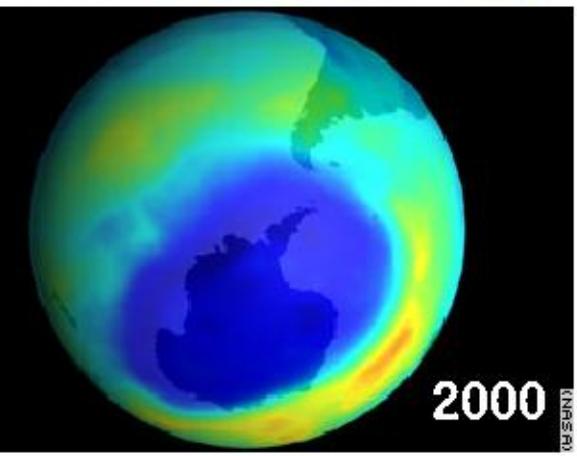
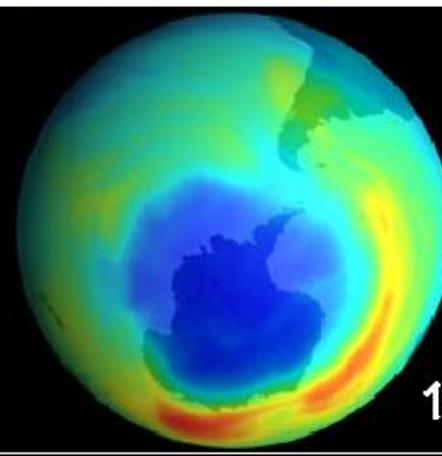
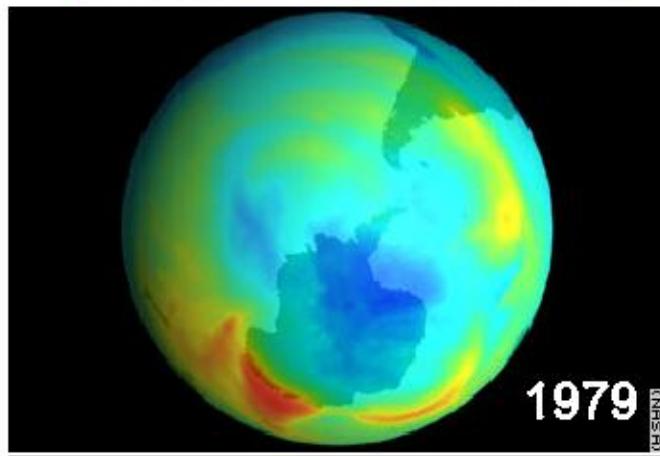
# Cold nights / Warm nights



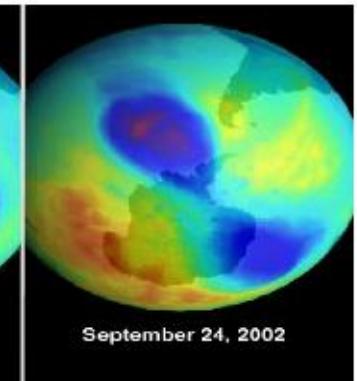
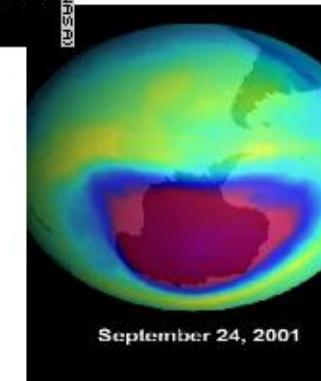
Frequency of occurrence of cold or Warm temperatures for 202 global stations for 3 time periods : 1901 to 1950[black], 1951 to 1978[blue] and 1979 to 2003[red].



# Ozone Hole



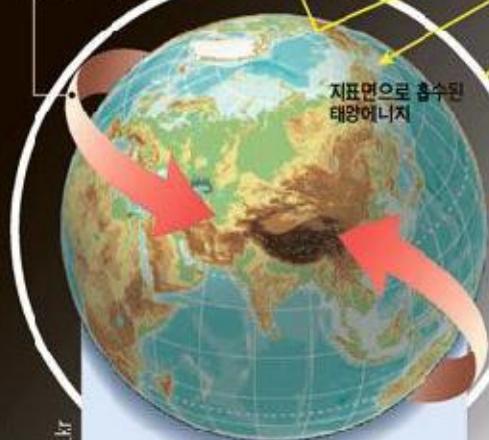
오존홀



# 지구온난화 대륙별 영향

## 온실효과

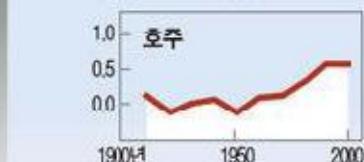
대기에서 반사된 복사열로  
지구 온도 상승



## 아시아·호주

최대 700만 명 홍수 위험

- ▶ 방글라데시, 사람이 거주할 수 없는 지역화
- ▶ 호주 대보초 등 산호초의 80%가 백화현상



S

## 미주

최대 1억8000만 명 물 부족

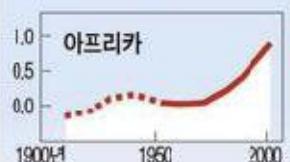
- ▶ 오존 오염 증가로 사망자 5% 증가(섭씨 4~5도 상승 시)
- ▶ 섭씨 20도 넘으면 10도 높아질 때 소 우유 생산 하루 10kg씩 줄어



## 유럽·아프리카

덴기열·뇌염 발병 크게 증가

- ▶ 2010년까지 최고온은 32도를 넘는 날 30% 늘어나 농업에 치명타
- ▶ 중북부 호수 차드호 수면 53% 40년 동안 사라져



## 남극

남극 유빙 600t 사라져

- ▶ 여름에 기온 10도까지 치솟아 생태계 변화
- ▶ 라전B 빙붕 1998년 이후 2200㎢ 녹아



## 북극

북극곰의 멸종 위험 높아짐

- ▶ 1978년 이후 북극해 얼음 6% 줄고 만년빙 두께 14% 얕아져
- ▶ 그린란드 빙상이 녹기 시작, 해수면이 7m 상승할 가능성





# CONTENTS



- ✓ Introduction on the Satellite Services in KMA
- ✓ Overview of Climate Change from IPCC Report
- ✓ Climate Change in Korea using Satellite images



# 한강 결빙일[1907~2007]

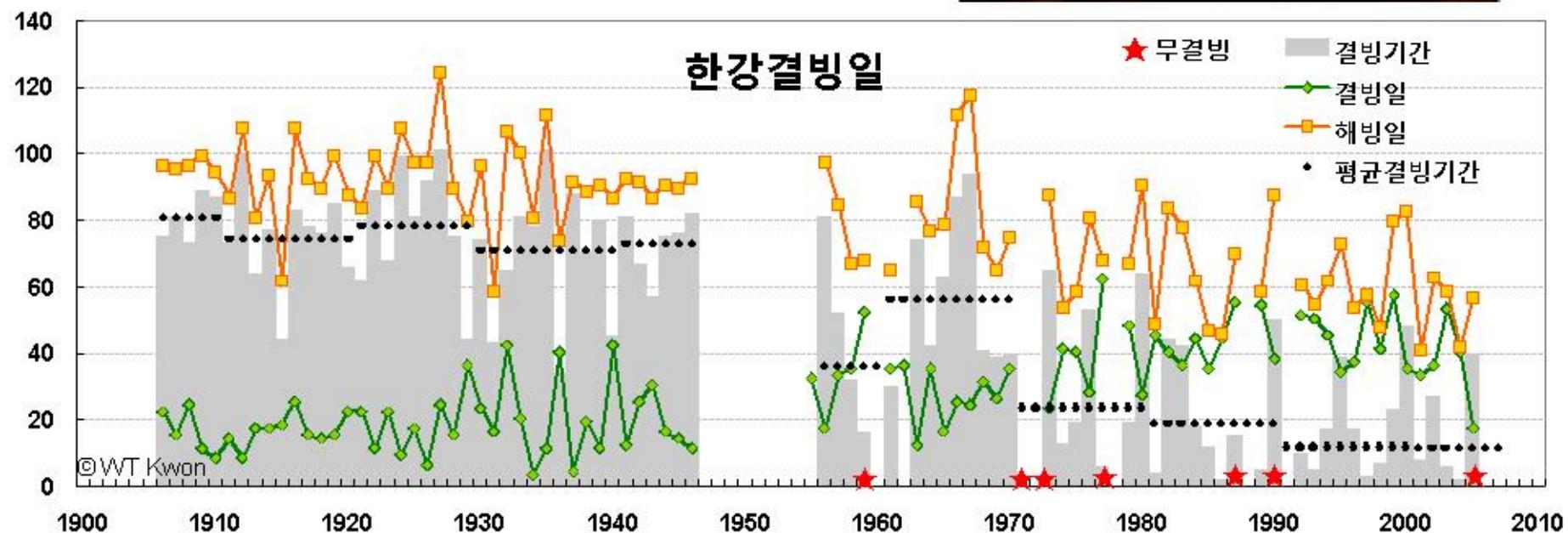


1956년에는 한강의 얼음이 꽁꽁 일어, 서울 시민들에게 일정을 제공하였으며, 또래 장나꾸들이 꼬마들은 신나게 얼음을 지칠 수도 있었다.

그러나, 언제부터인가 우리는 이러한 한강의 얼음을 더 이상 기대할 수 있게 되었다.  
현저히 줄어든 한강의 결빙은 지구 온난화의 증거인가?  
... 한강 결빙 [1956]



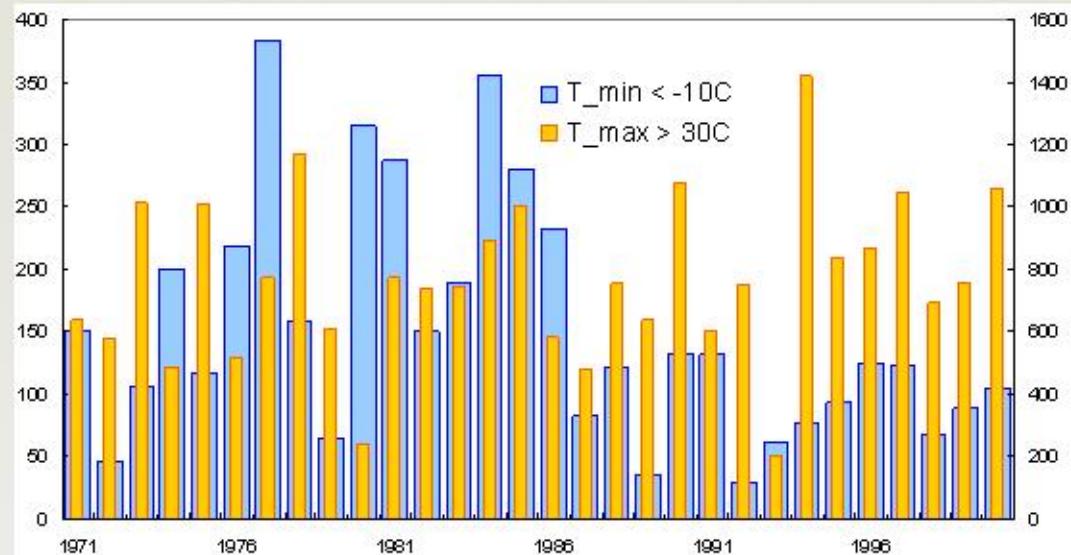
2000년



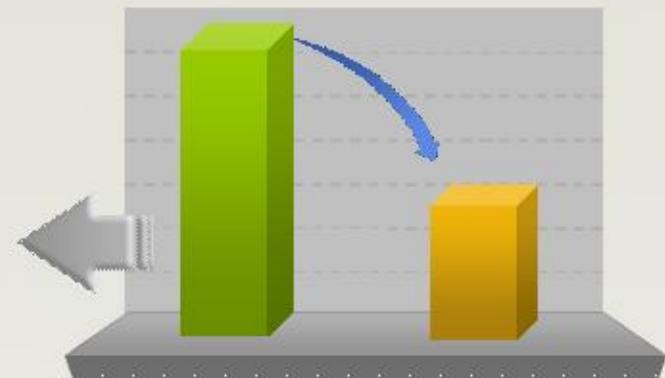


# 우리나라의 기후변화

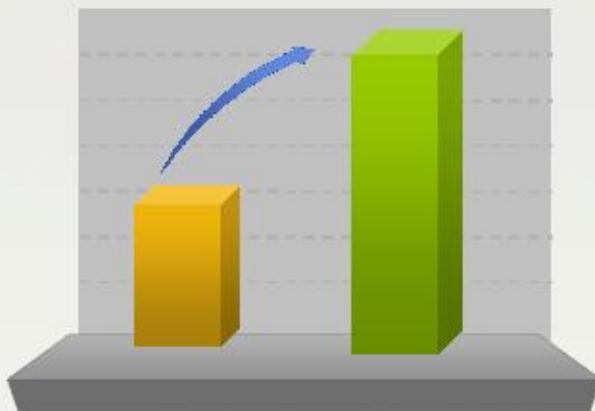
## 우리나라 극한기온 발생빈도 변화



열대야



겨울철 혹한지수 감소

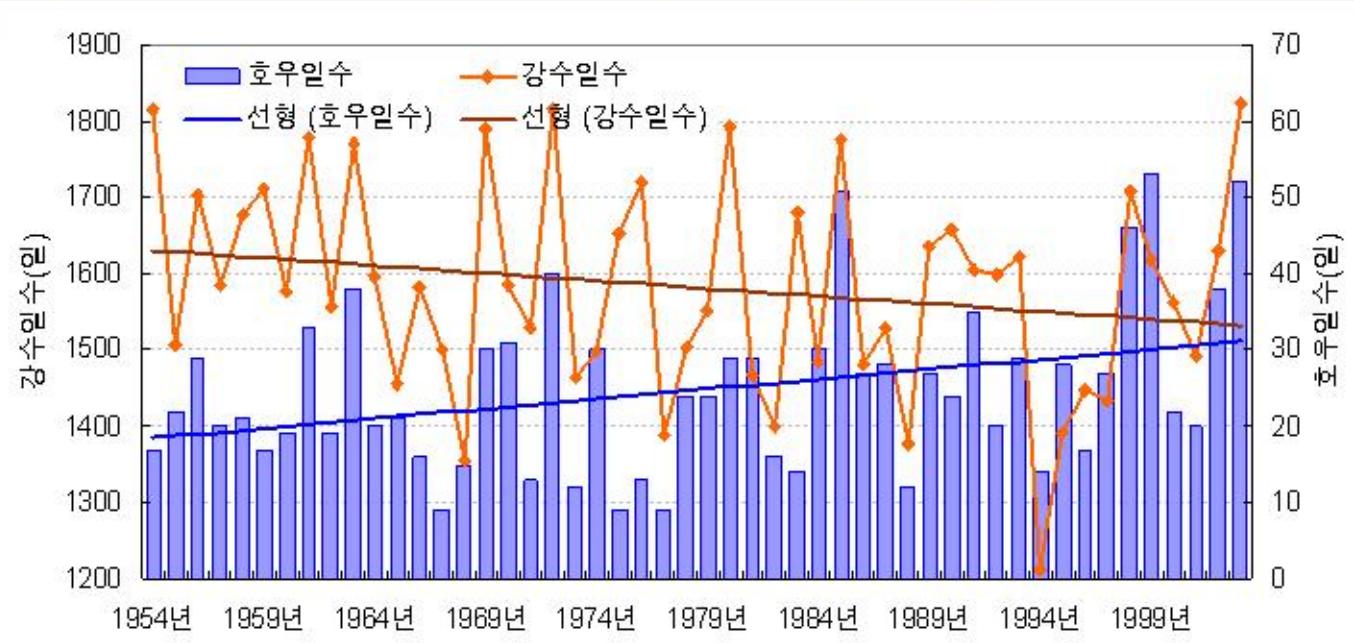


여름철 혹서지수 증가



## 우리나라의 기후변화

### 우리나라 호우일수, 강수일수 변화

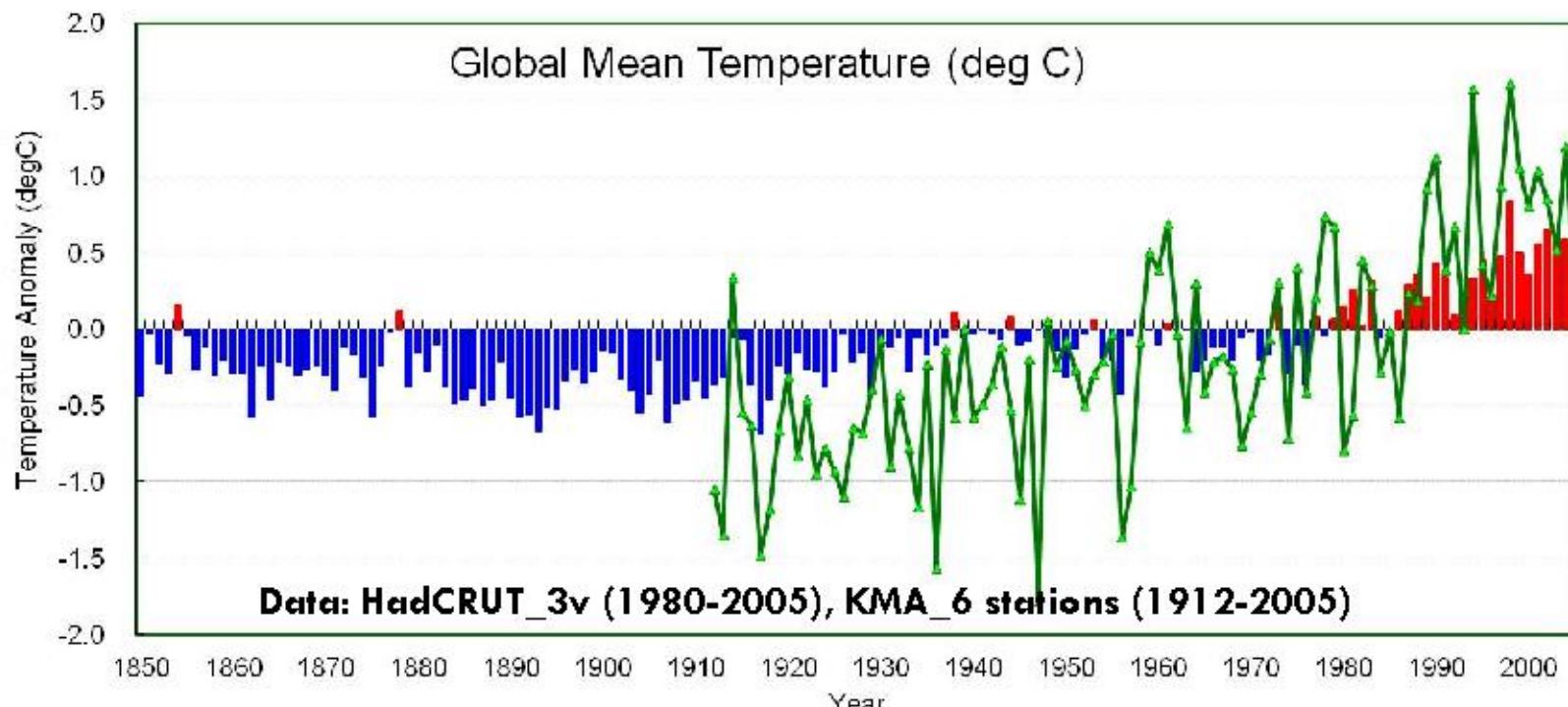


강수일수의 감소, 호우일수의 증가

☞ 집 중 호우



# 전지구와 한반도 평균기온 변화



**지구평균기온(1906-2005):** +0.74°C  
**우리나라 평균기온 (1912-2005):** +1.5°C  
(도시화 효과 포함, 20~30%)

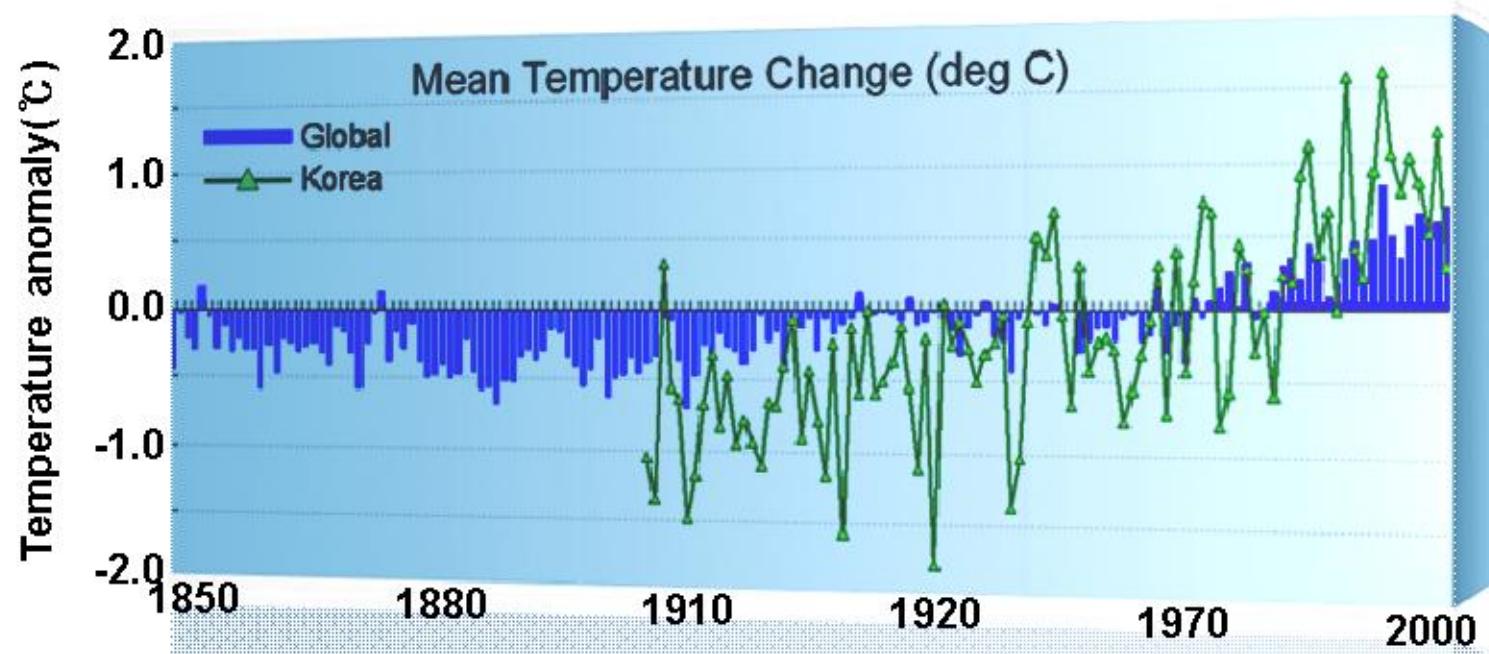


# 전지구와 한반도 평균기온 변화



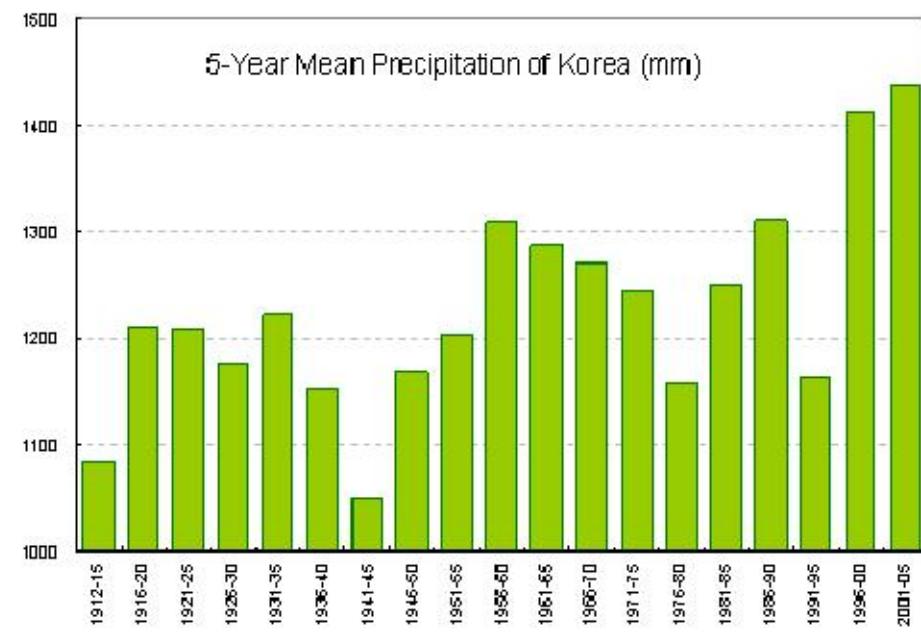
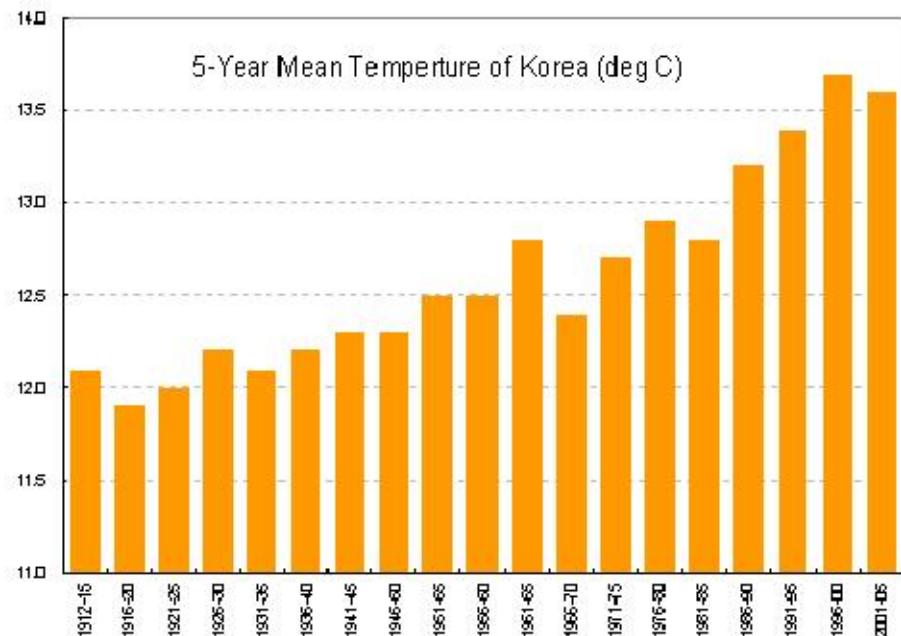
- 기온상승: 지구평균의 2배 [지난 100년간 **1.5°C** 상승]
- 해수면상승 (제주): 지구평균의 3배 [지난 40년간 22cm]

빙하기와 간빙기의  
온도 차이는 단지  
 $5\sim6^{\circ}\text{C}$ 에 불과





# 한반도 기온과 강수량의 변화추세



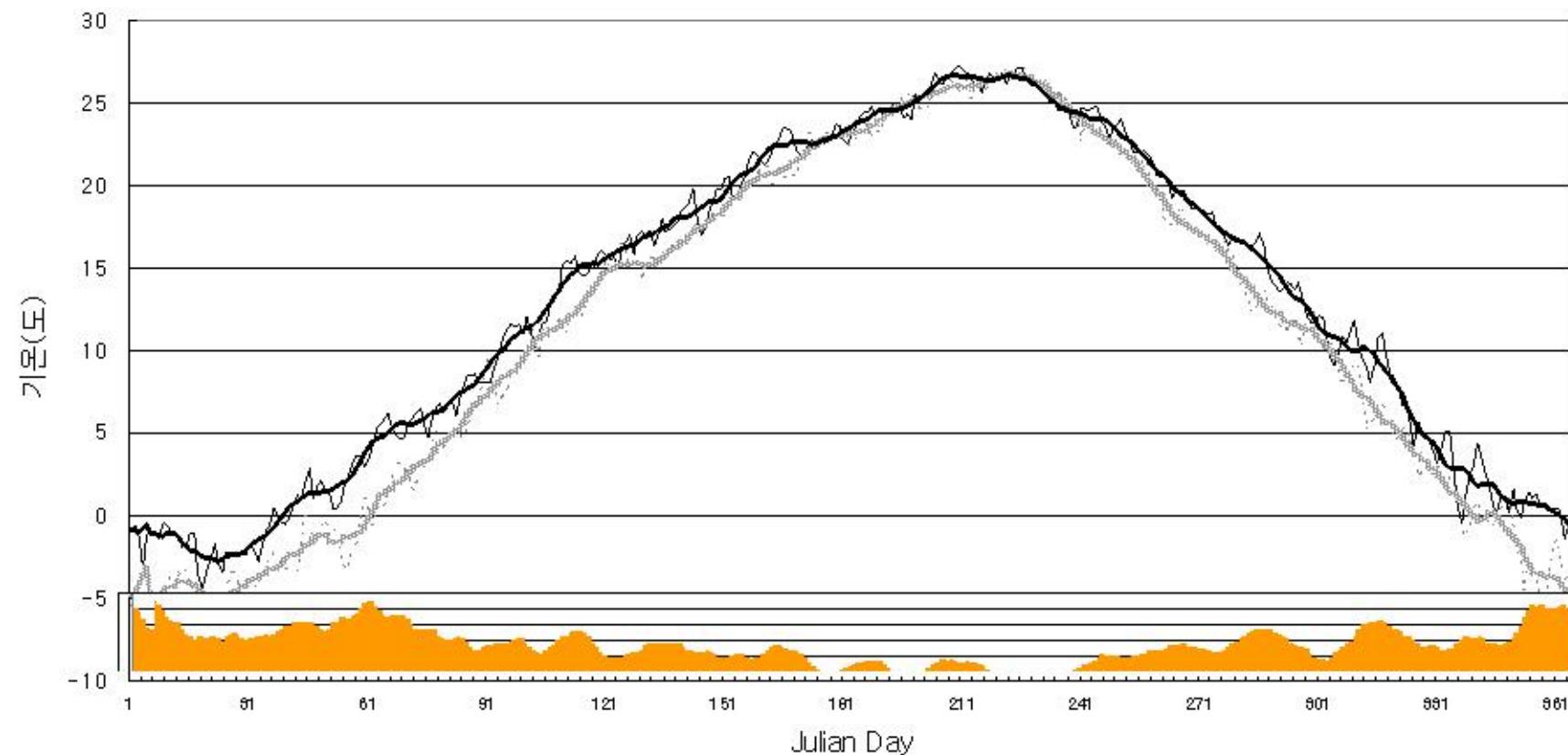
**1912-2005년 6개 관측지점(서울 인천 강릉 대구 목포 부산)자료 사용  
평균기온은 지속적으로 증가추세이며,  $1.5^{\circ}\text{C}$  상승(온난화+도시화 30%)  
강수량은 장기적으로 증가추세이나 자연변동성이 큼**



# 서울의 계절변화: 1920년대 VS 1990년대



서울



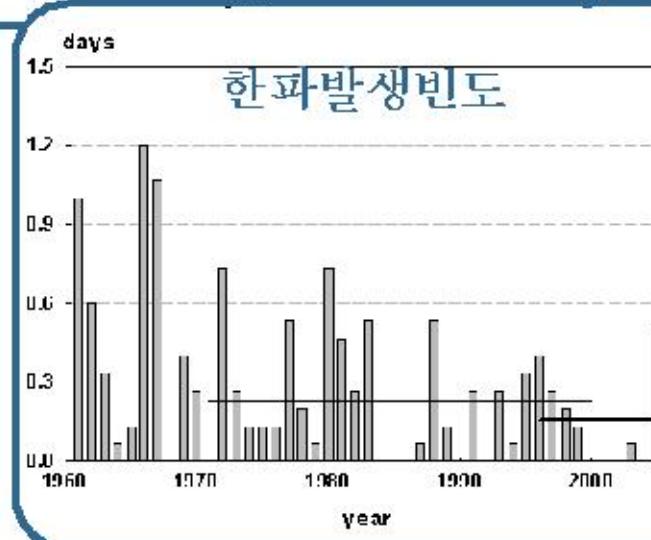
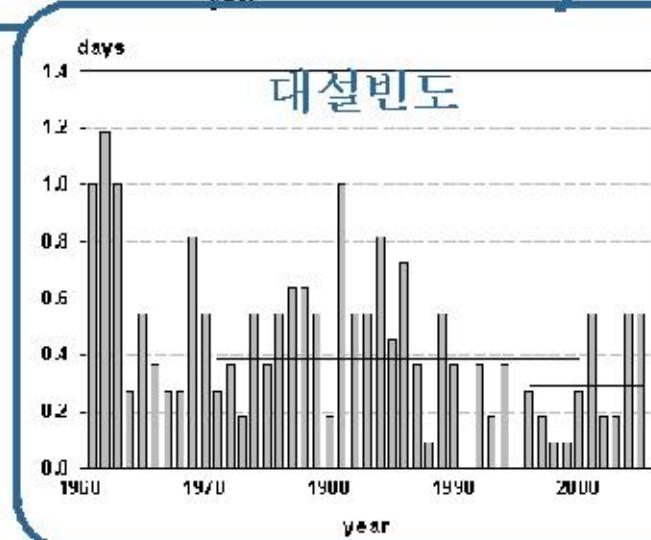
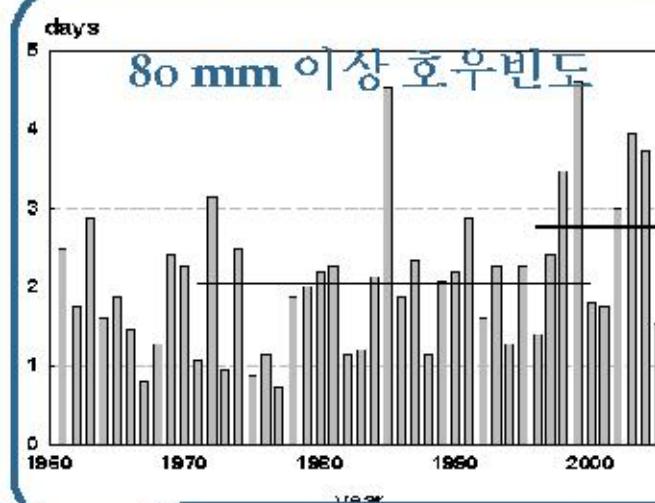
**1920년대에 비하여 1990년대 겨울은 한 달 정도 짧아졌다.**



# 최근 10년 기후요소의 변화특성 분석



KMA  
Korea Meteorological Administration



10년(1996-2005년) 기후 특성 분석을 위해 15개 관측지점 자료 사용(1961-2005년)



# 우리나라의 온난화 현상



## 〈우리나라의 변화〉

- 최근 100년간 평균기온 상승폭  
1.5 ℃로 전세계 상승폭 추월
  - 한국의 해수면, 2090년까지  
33.9~40.7cm 상승 전망(KEI)
- 여름 전염병의 봄철 발생률 증가,  
왜가리, 백로, 황로 등 여름철새  
텃새화, 겨울 연장과 여름 단축,  
빨라진 봄꽃 개화 시기 등
- 제주도 고산의 이산화탄소 농도,  
 $357.8\text{ppm}('91) \Rightarrow 373.6\text{ppm}('00)$



아열대 어종인  
보라문어의  
포획



2007년 10월  
가을의 역색와  
봄의 개나리



# 우리나라의 온난화 현상



- 냉해에 약한 복숭아는 경북 경산 지역이 주산지였으나 최근에는 강원 춘천에서도 재배가 가능
- 사과 재배 한계선이 올라가면서 강원 영월 지역에서도 재배가 가능
- 난지 과일인 한라봉 역시 제주 지역 뿐만 아니라 전남 고흥과 경남 거제도에서도 생산

출처 : 동아일보



# Asian Dust 발원지 사진





# Asian Dust 발원지



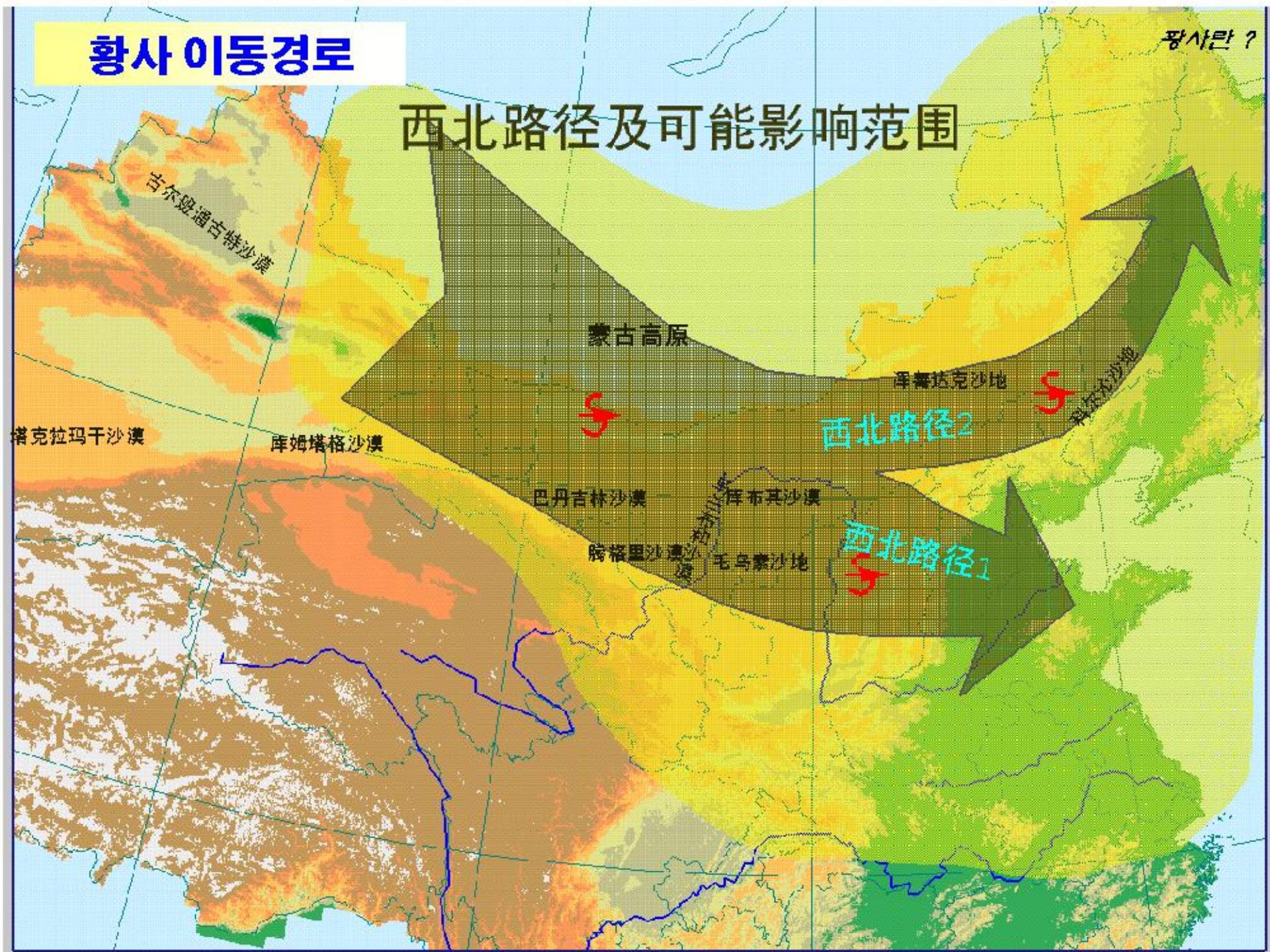
중국, 몽고 사막지대(타클라마칸, 바다인자단, 텐겔, 올도스, 만주, 내몽골 사막)  
황화 중류의 황토지대



- 내몽골 사막에서 발생한 황사가 우리나라에 가장 많은 영향을 주고 있음
- 만주에서 발원하는 경우, 우리나라에 가장 근접한 발원지로 황사발원시 가장 빨리 영향을 줄 수 있음

## 황사 이동경로

## 西北路径及可能影响范围





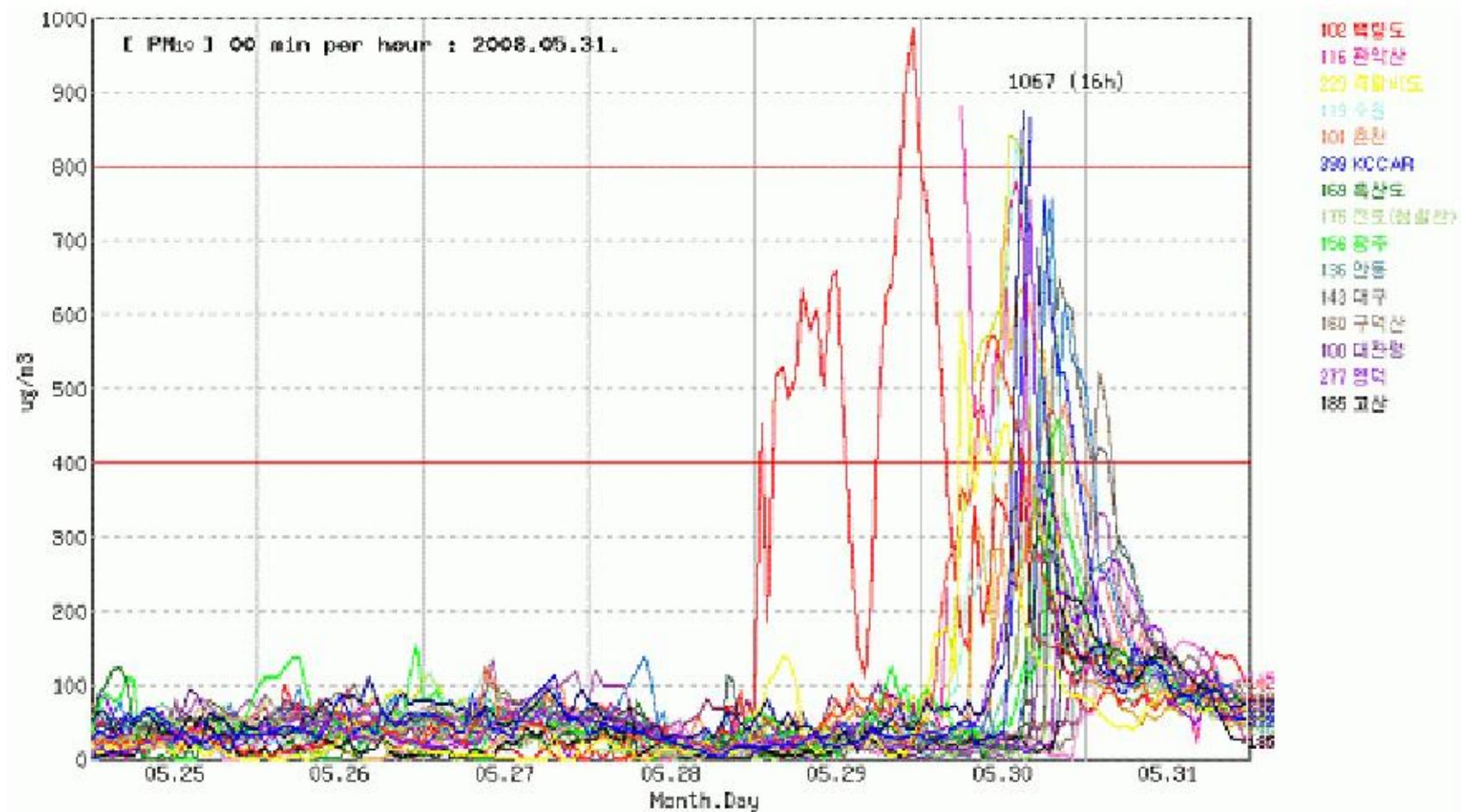
# Asian Dust



서울 동작구 신대방동 보라매 공원

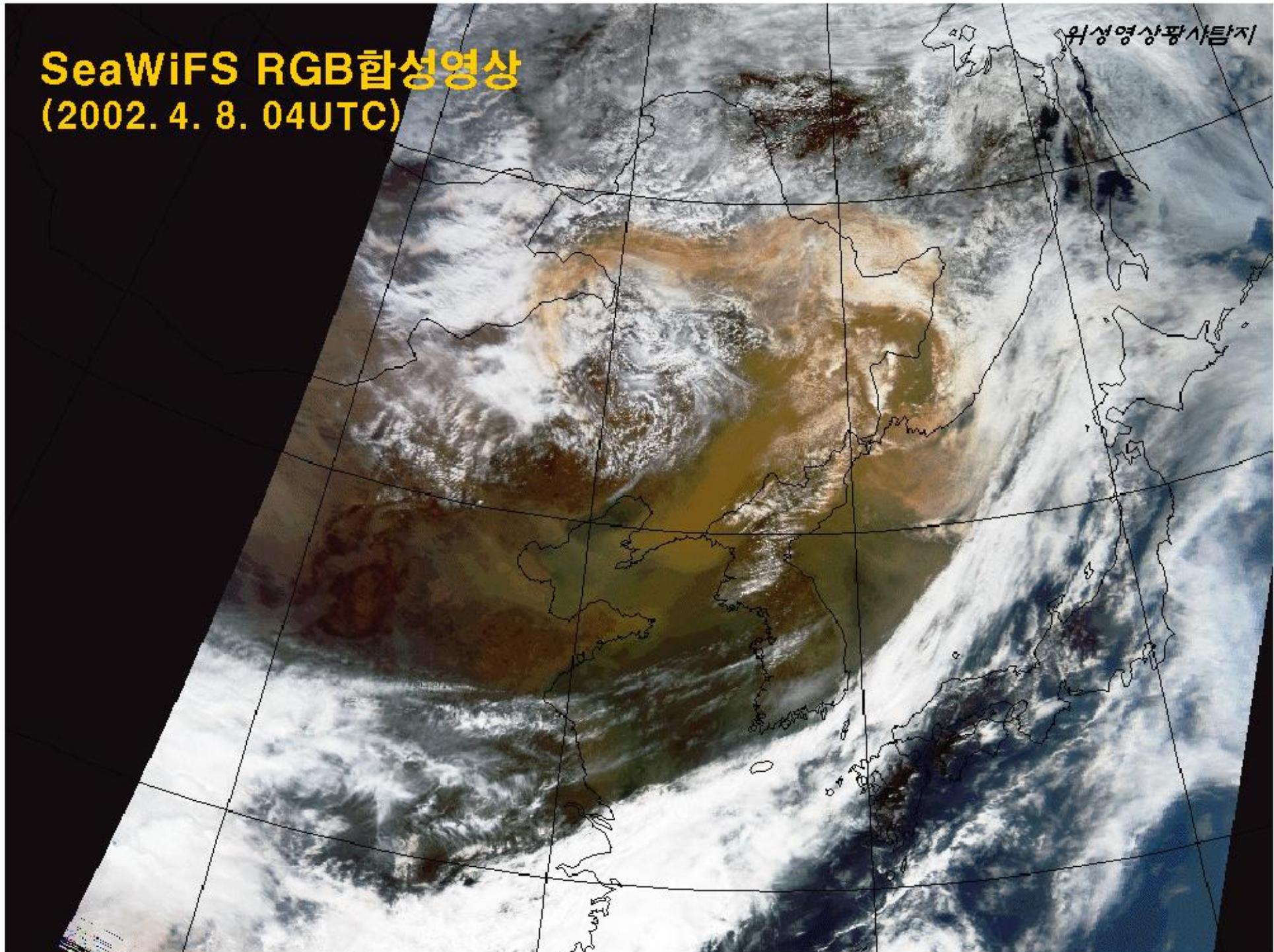


# PM10 Concentration



PM10 Concentration 2008. 5. 25~2008. 5. 31

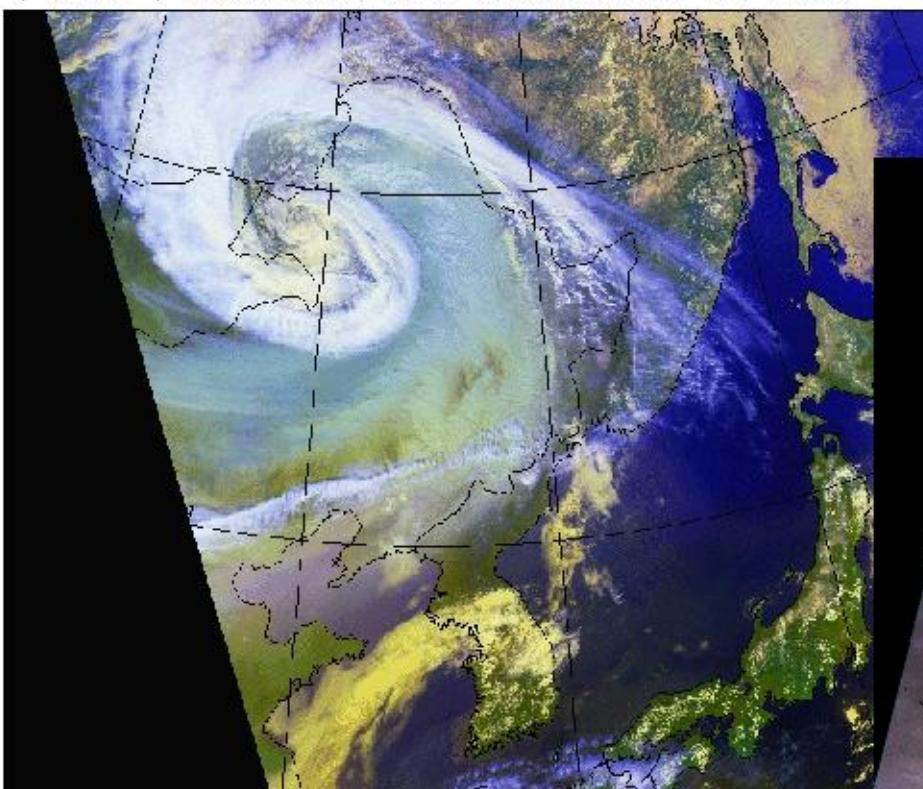
**SeaWiFS RGB합성영상**  
**(2002. 4. 8. 04UTC)**



## RGB 합성 영상

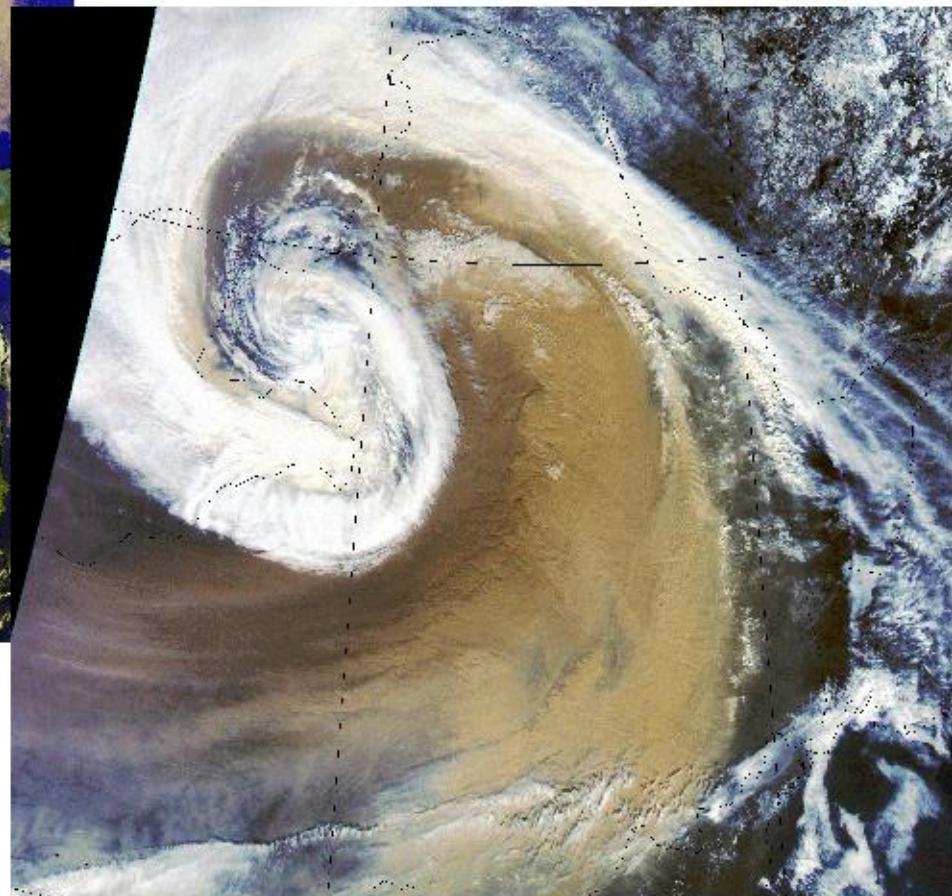
Korea Meteorological Administration

[ NOAA-16 ] RGB COMPOSITE IMAGE 2001.04.07 04:18 UTC K.M.A.

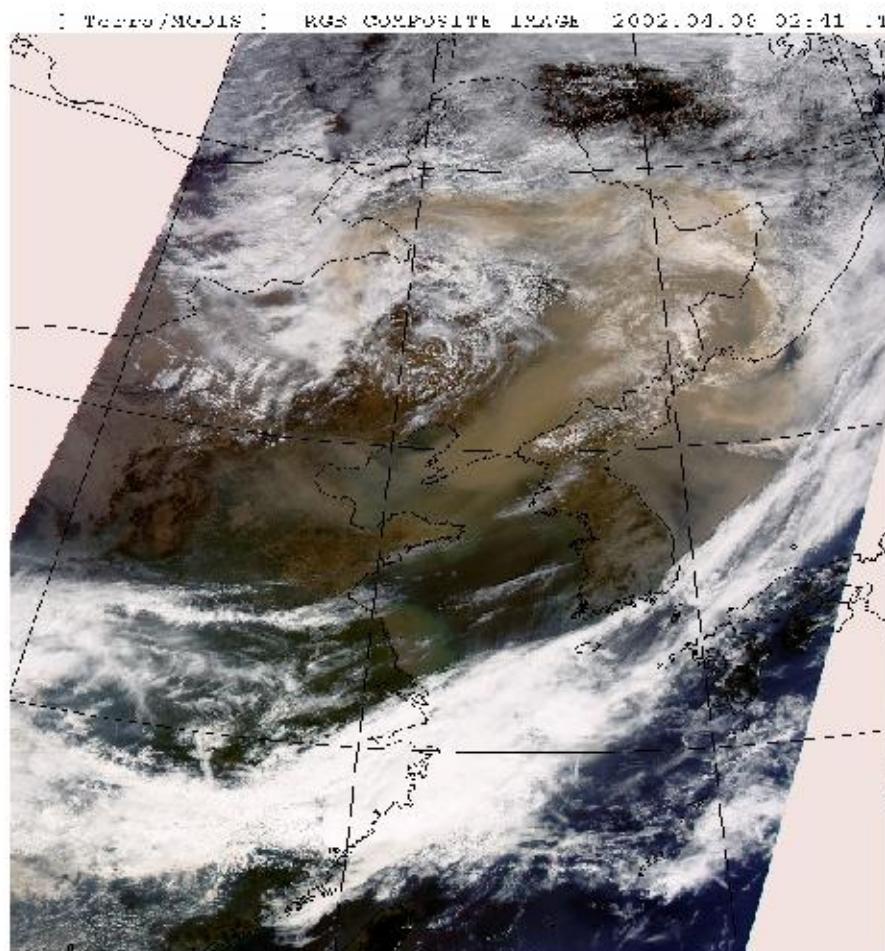


NOAA-16/AVHRR(ch1,2,4) 합성영상  
(2001. 4. 7. 0418 UTC)

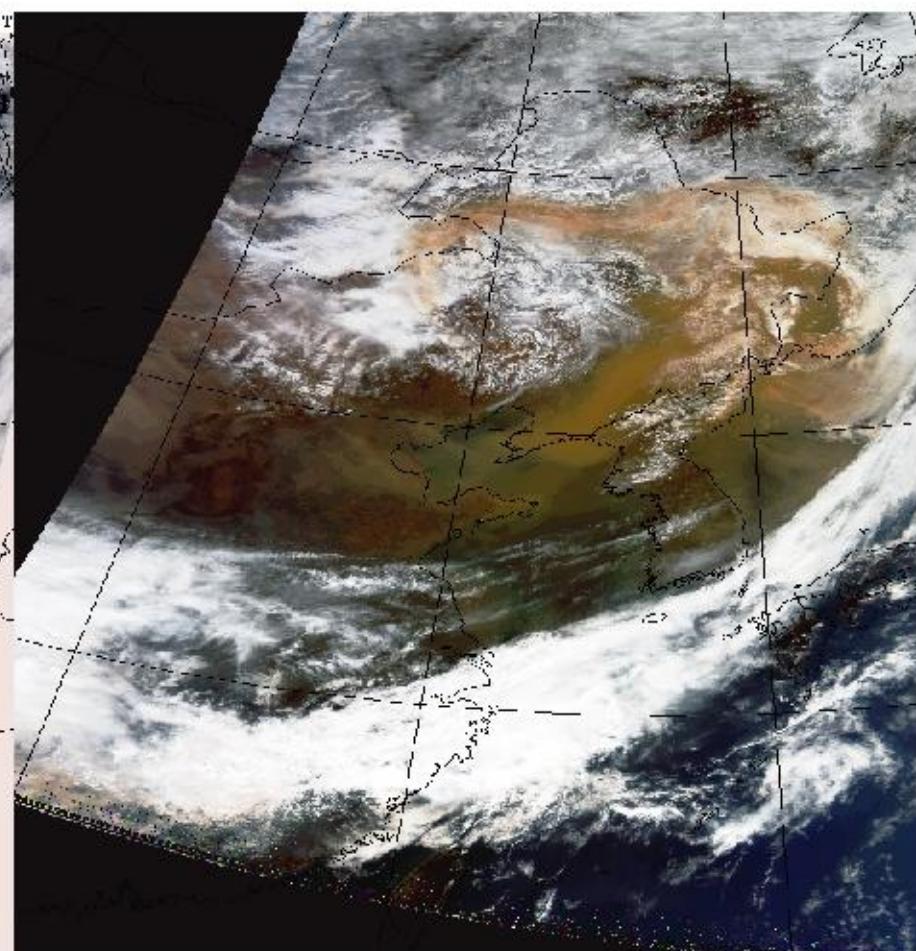
Terra/MODIS(ch1,3,4) 합성영상  
(2001. 4. 7. 0418 UTC)



**MODIS (2002. 4. 8. 0241UTC)**

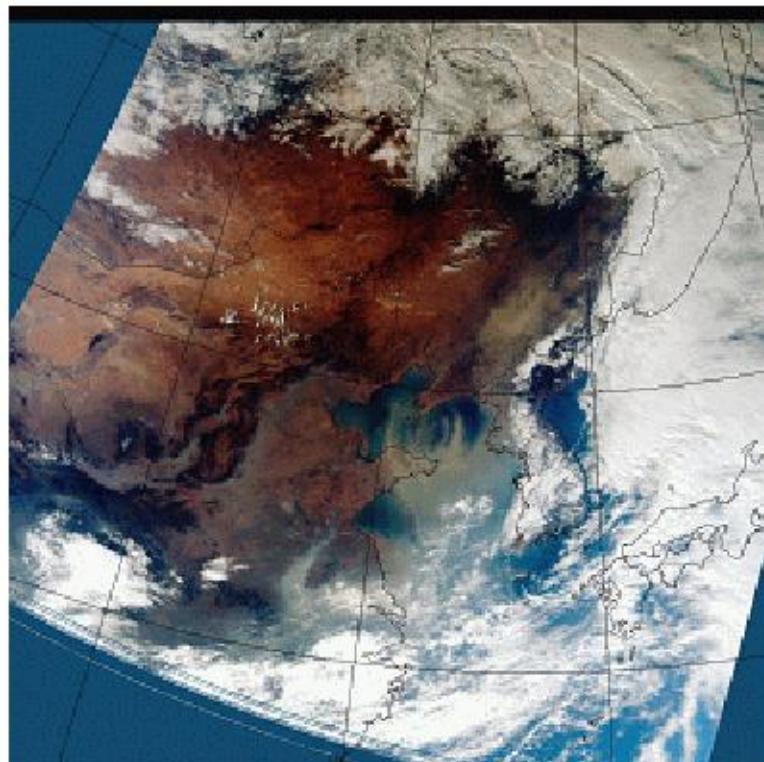


**SeaWiFS (2002. 4. 8. 0404 UTC)**

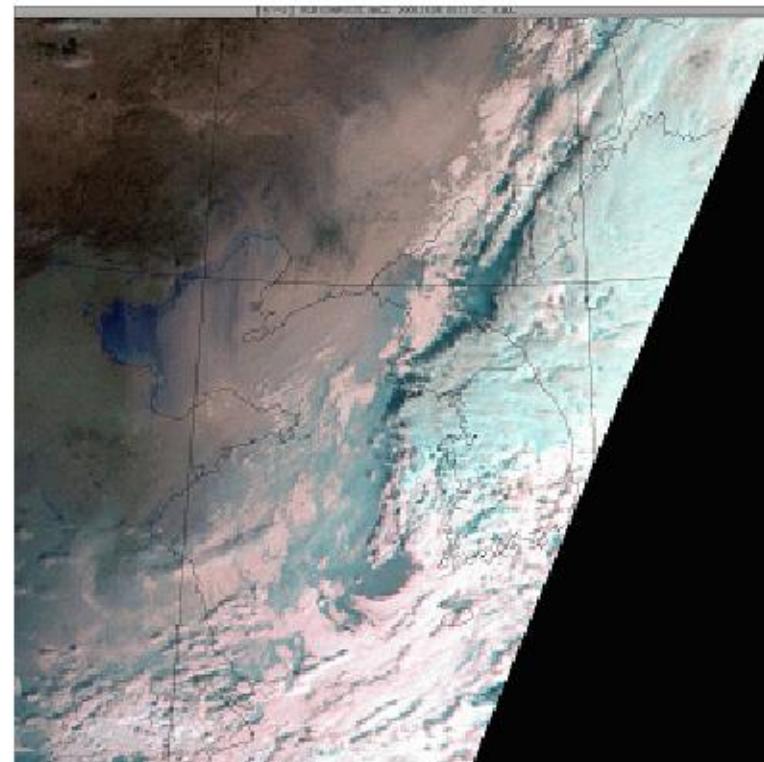


## RGB 합성 영상

Korea Meteorological Administration



SeaWiFS RGB 합성영상



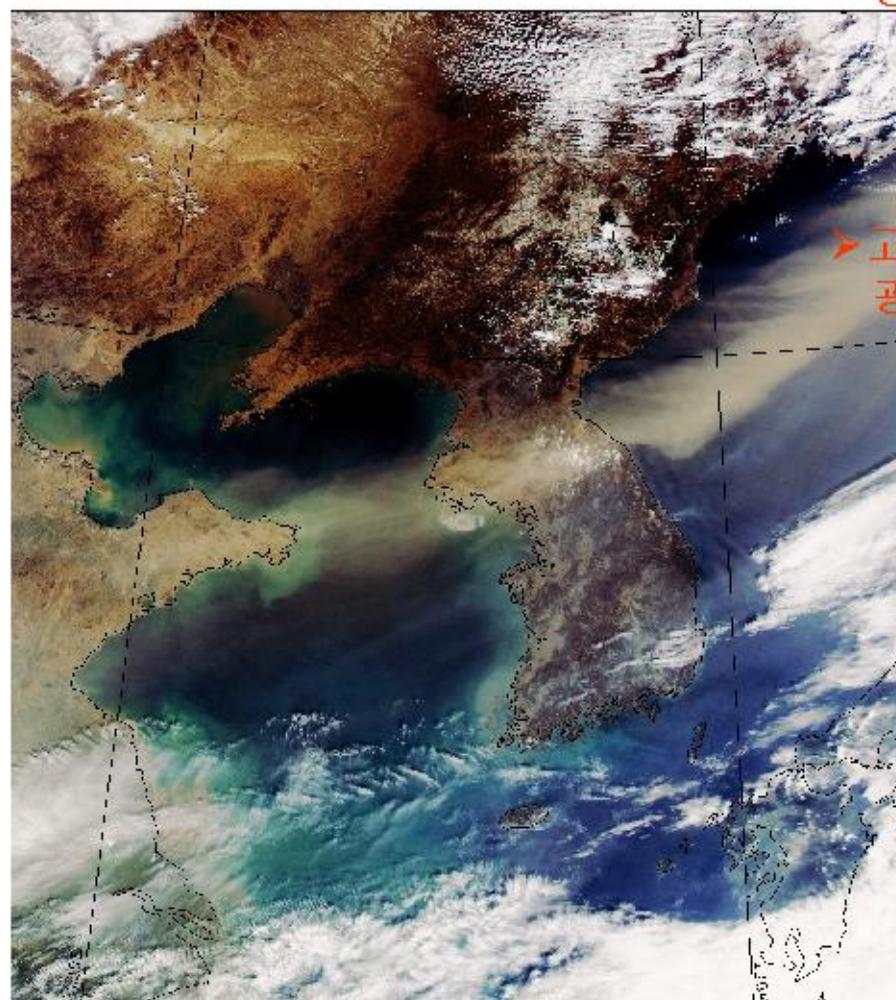
FY-1D RGB 합성영상

Meteorological Satellite Division

# 황사 영상(MODIS) 예

Korea Meteorological Administration

칼라합성영상



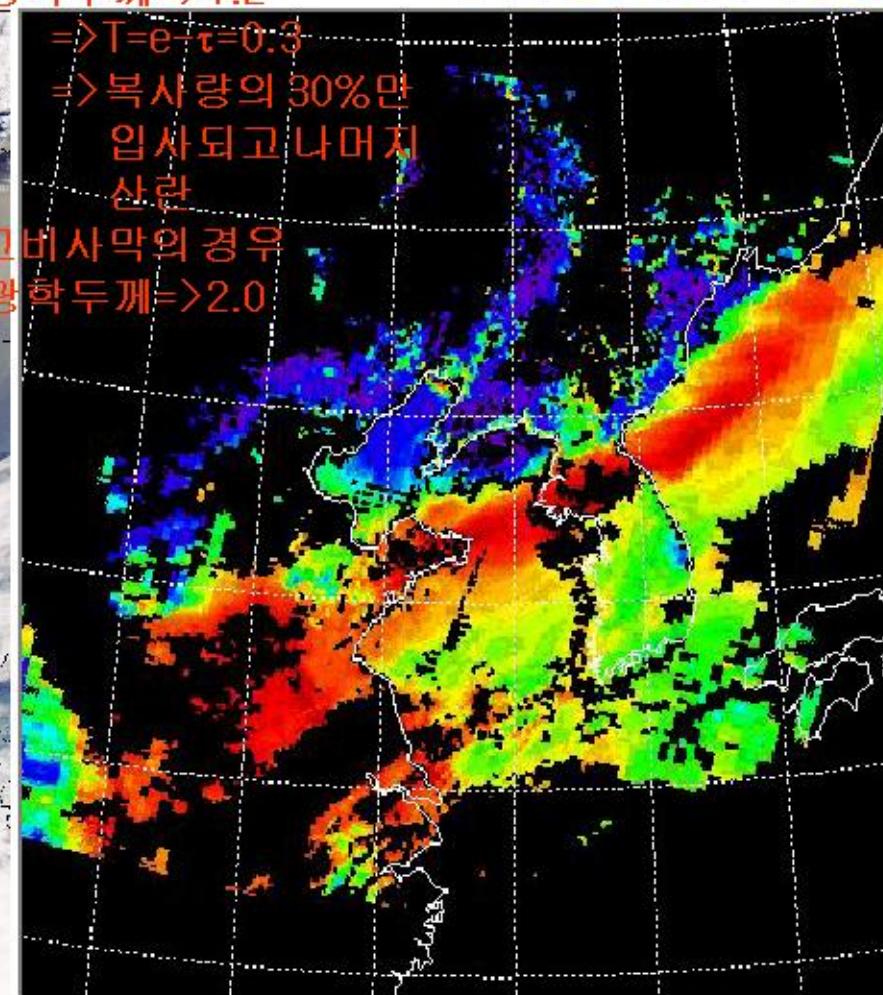
▶ 우리나라 황사발생시  
광학두께=>1.2

에어러솔 광학적 두께 산출

$$\Rightarrow T = e^{-\tau} = 0.3$$

=> 복사량의 30%만  
입사되고 나머지  
산란

▶ 고비사막의 경우  
광학두께=>2.0



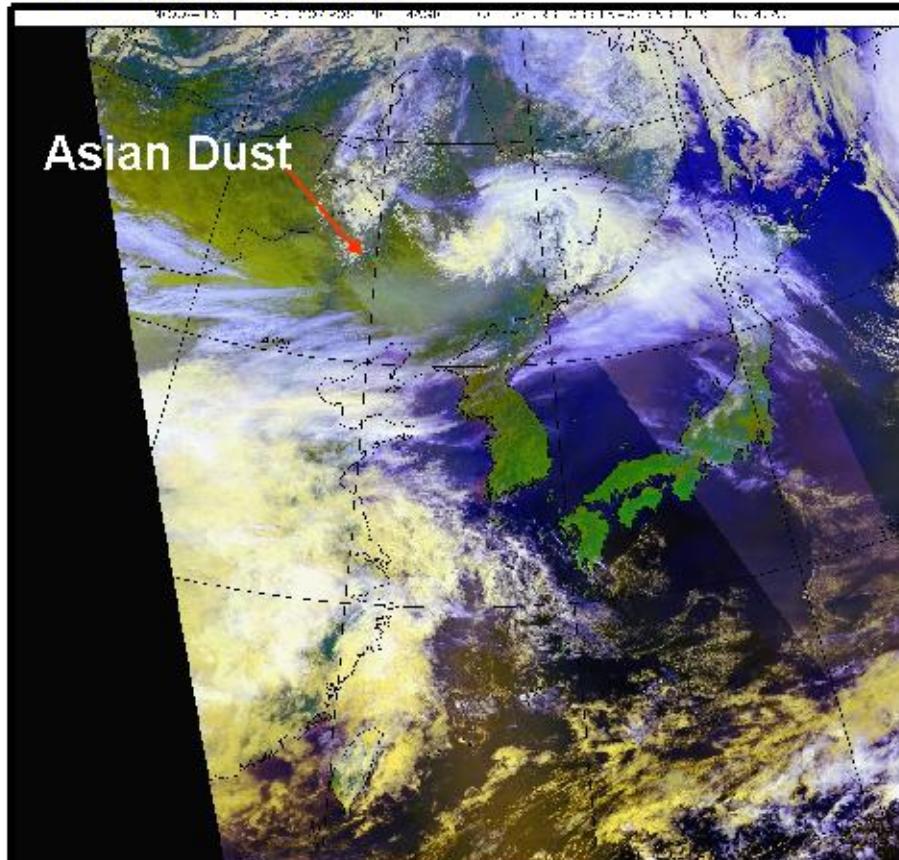


# Asian Dust

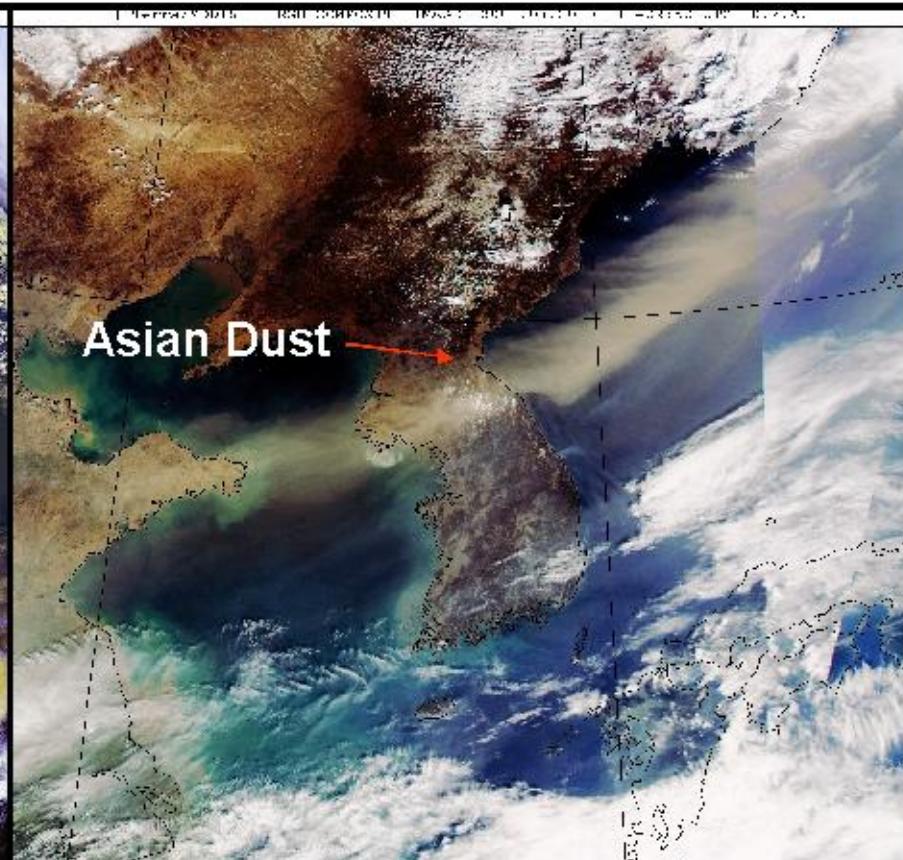


- Using the simple color composite imagery, one can easily delineate the presence of dust. In case of AVHRR, it is a false color composite, while the MODIS has channels to make a true color composite imagery.

NOAA16/AVHRR



Terra/MODIS



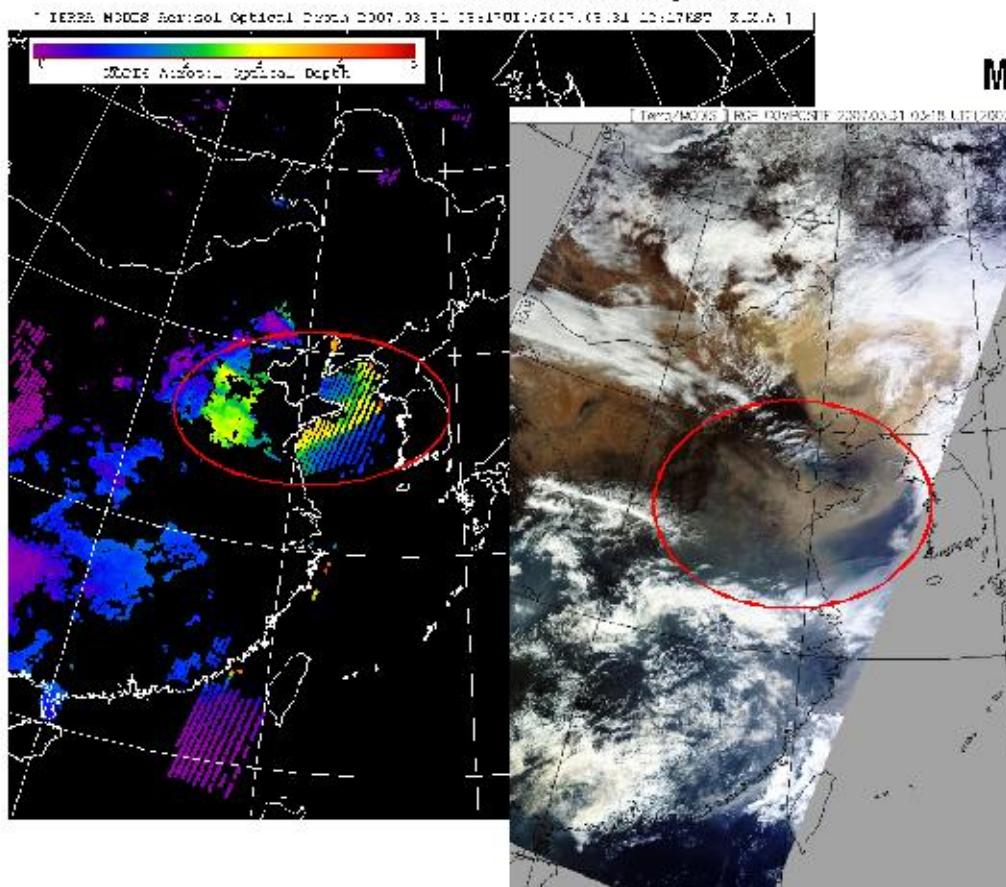


# Asian Dust



## MODIS Aerosol Optical Depth

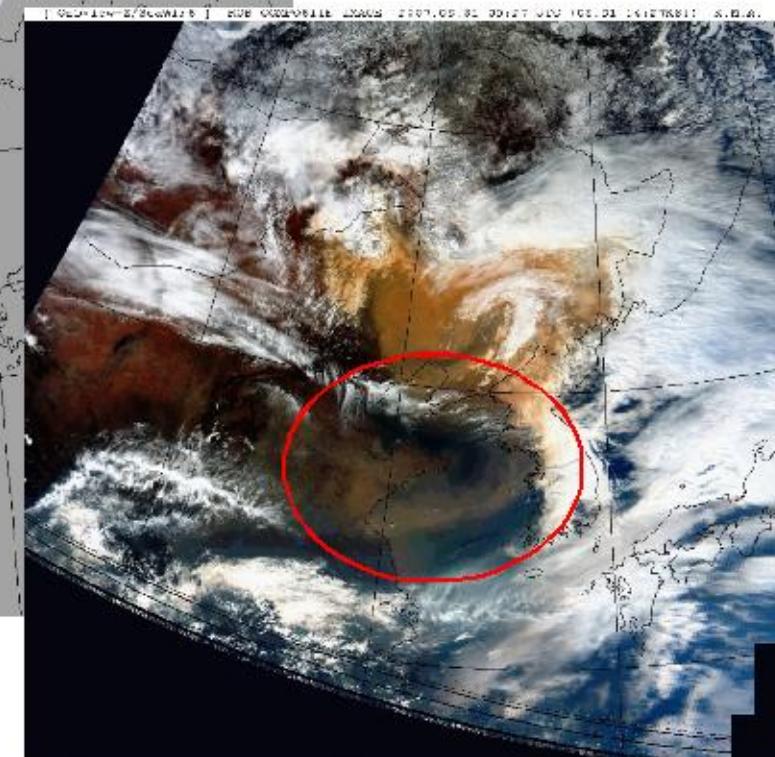
MODIS AOD product



MODIS RGB image



SeaWiFS RGB image

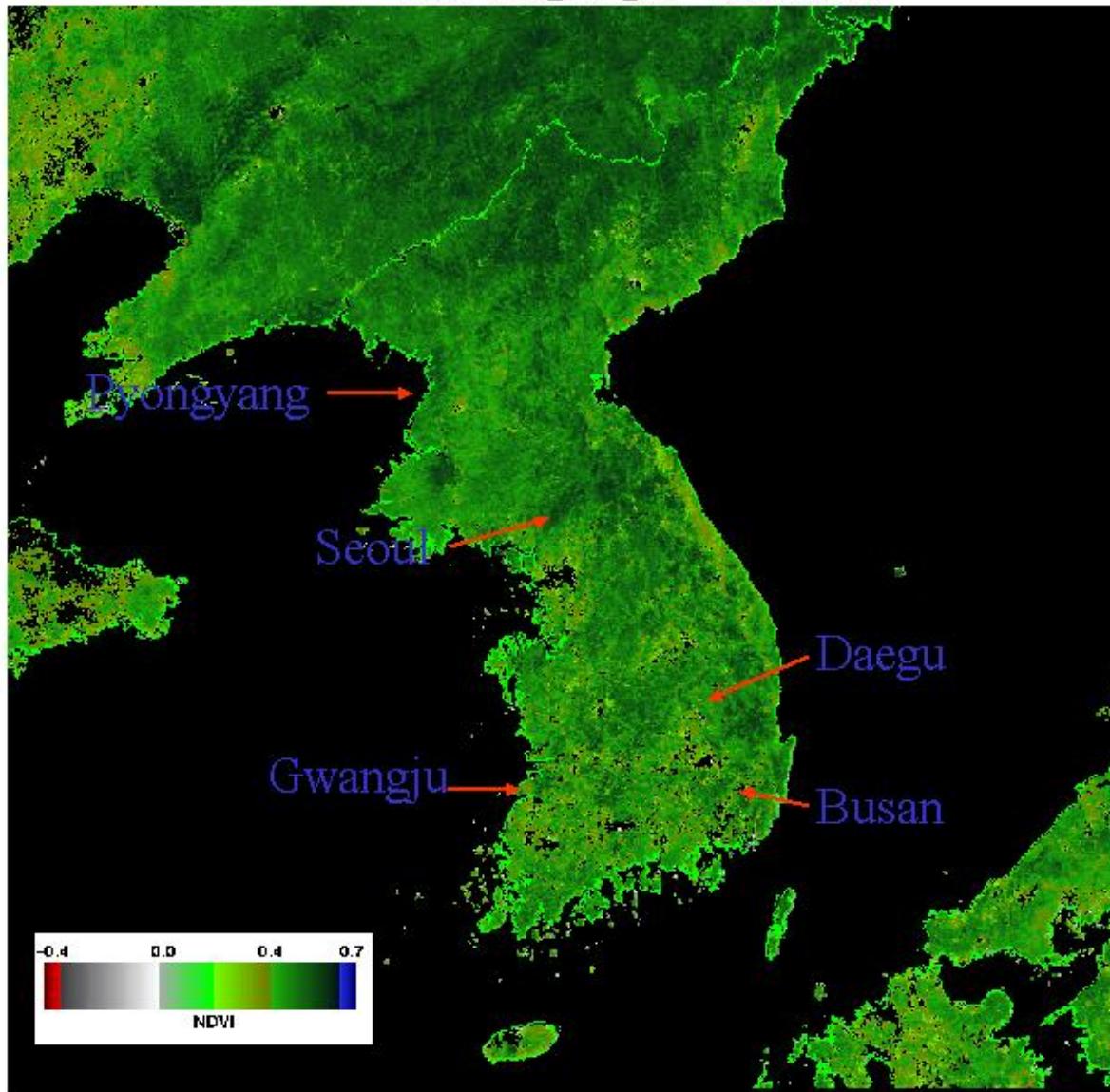




# NDVI from AVHRR

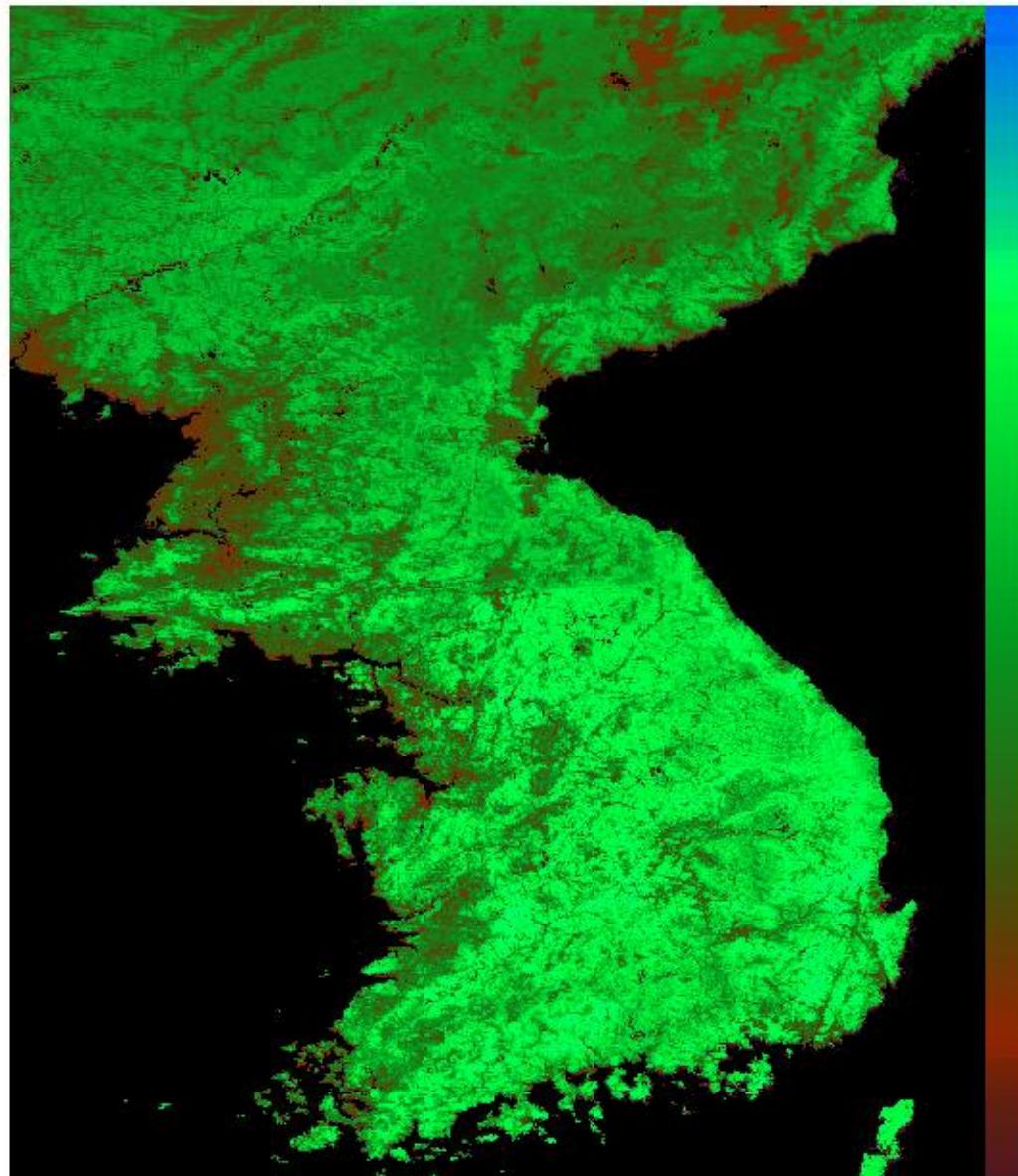


MAX / NDVI\_1999\_08 RSRL / METRI



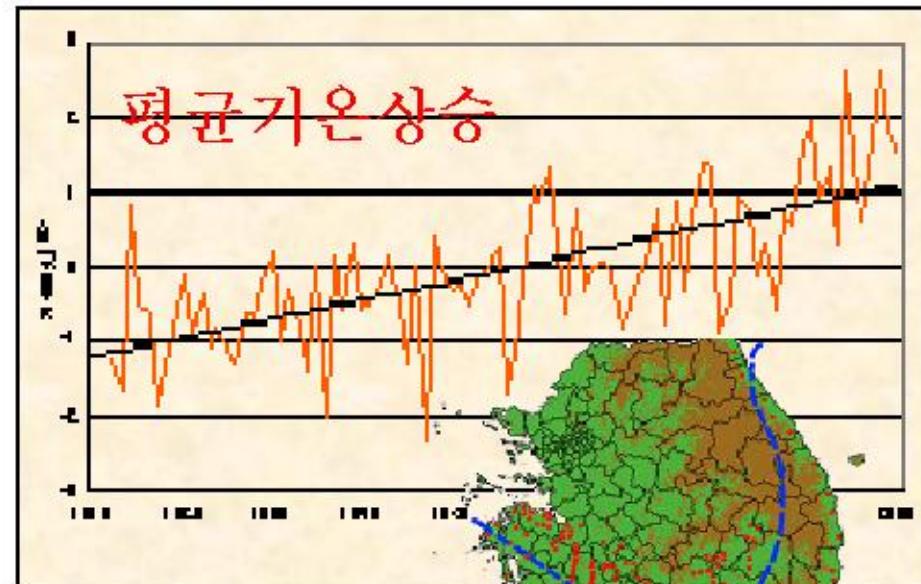


# NDVI from MODIS





# 식생 변화



식생분포의 변화





# Drought Monitoring using Terra MODIS NDVI

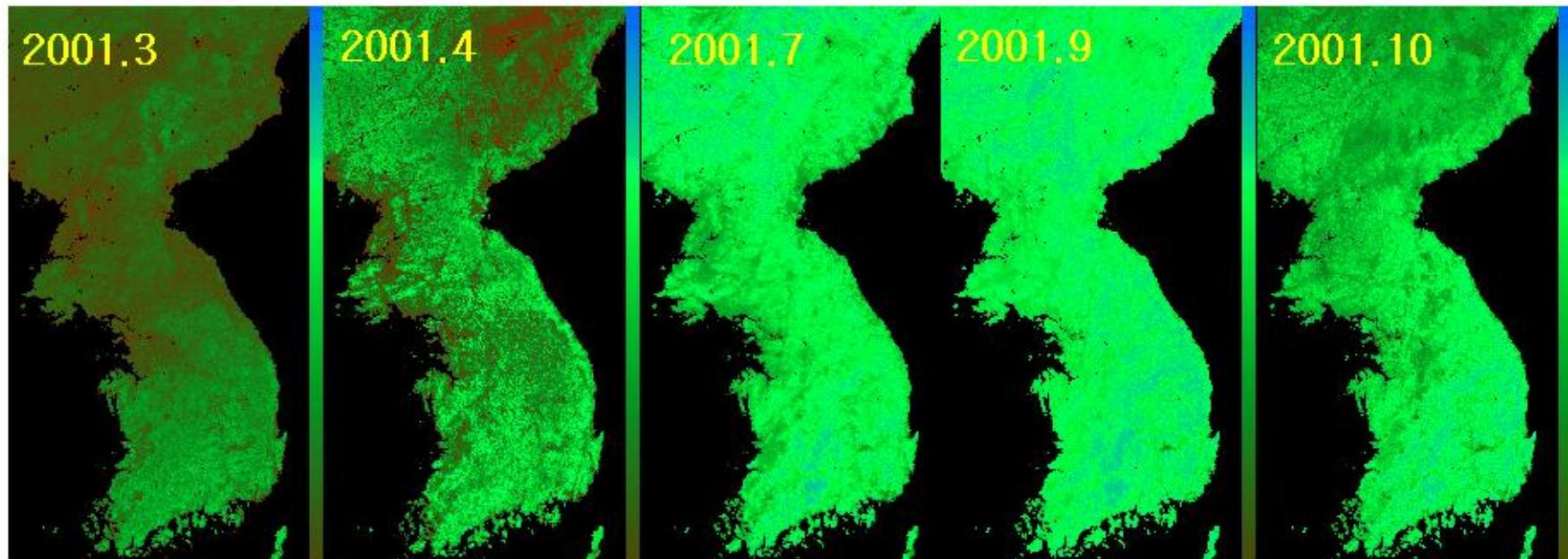


## Monthly NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

$$\text{NDVI} = (\text{CH1}-\text{CH2})/(\text{CH1}+\text{CH2})$$

CH1 : 0.62-0.67  $\mu\text{m}$ , CH2 : 0.81-0.876  $\mu\text{m}$

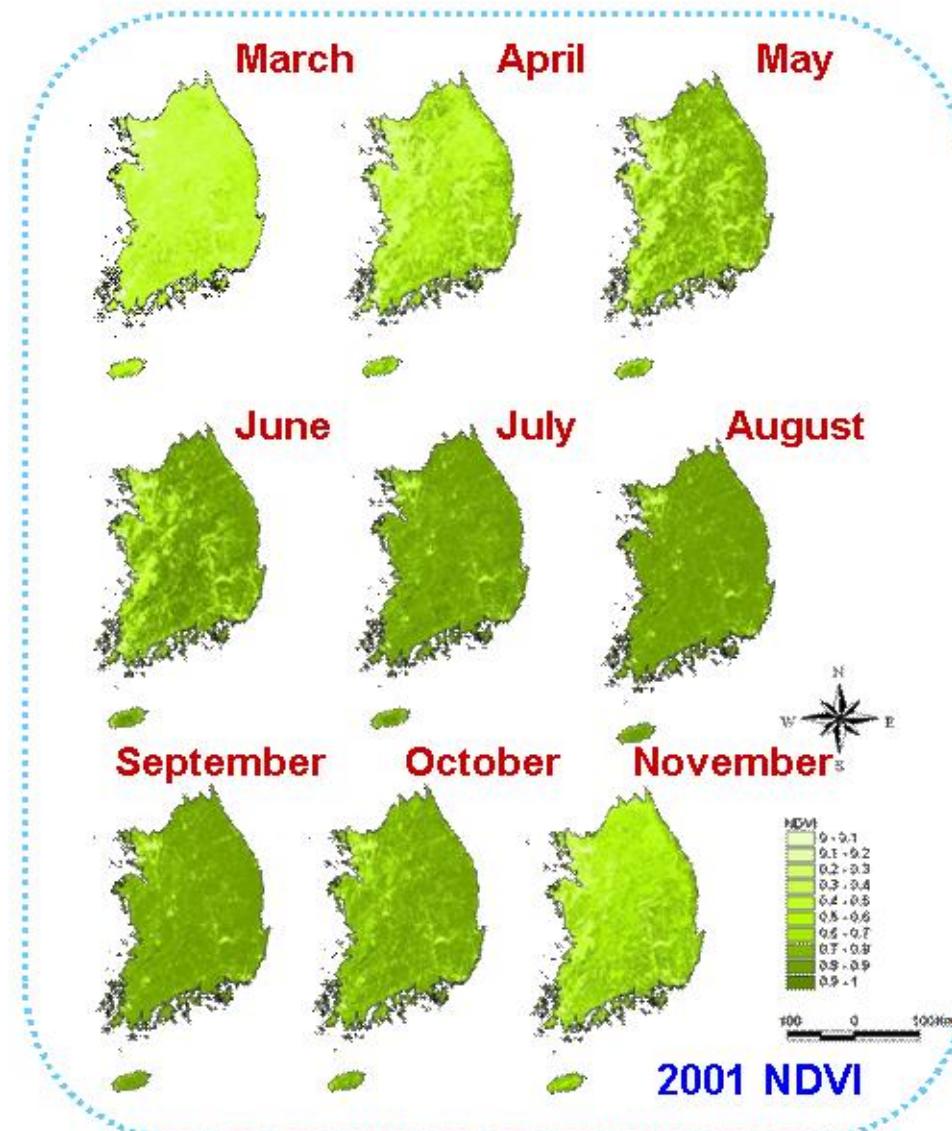
Resolution : 250x250m



- Useful for NWP model boundary condition data



# Drought Monitoring using Terra MODIS NDVI

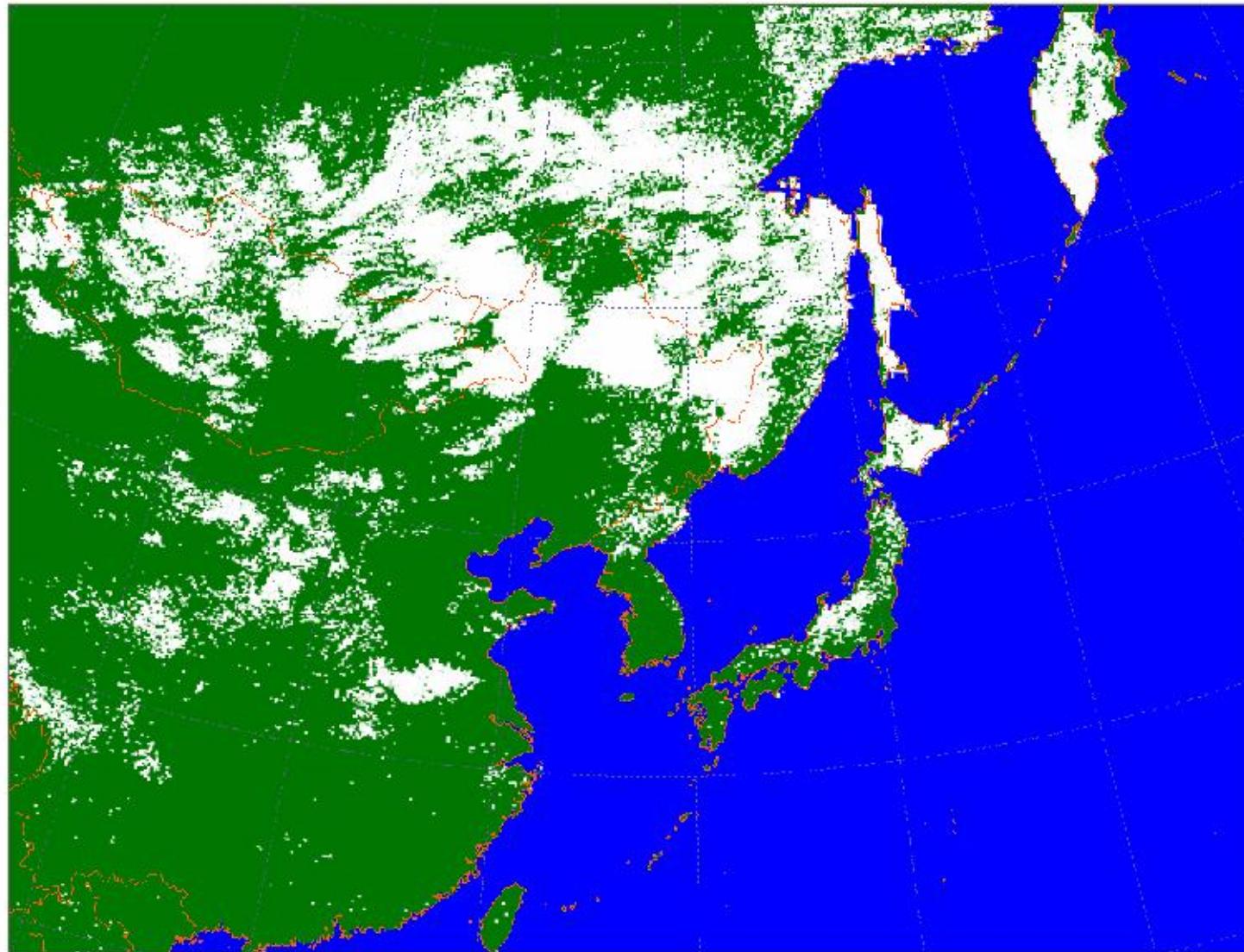




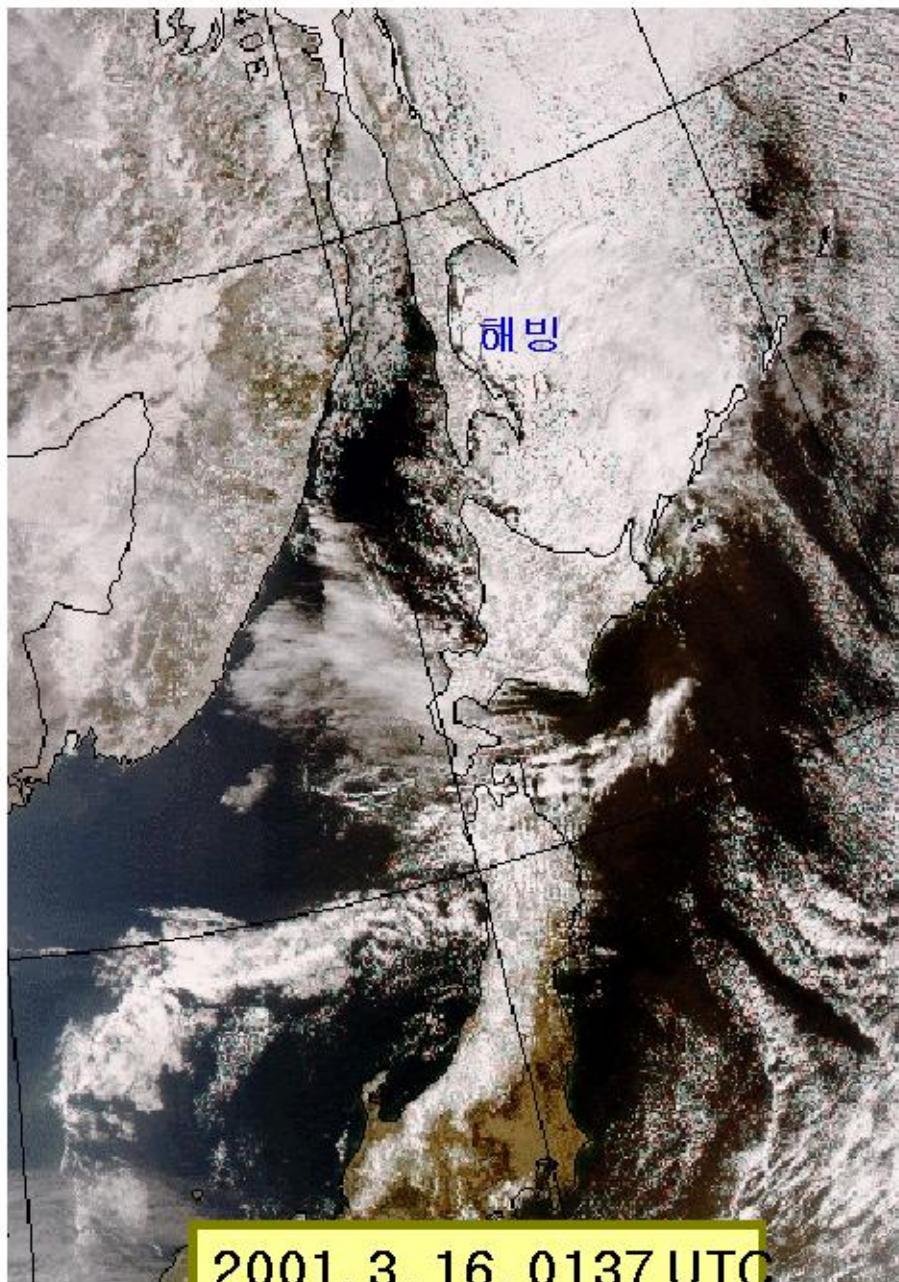
NOAA18 AVHRR L1B Snow Cover



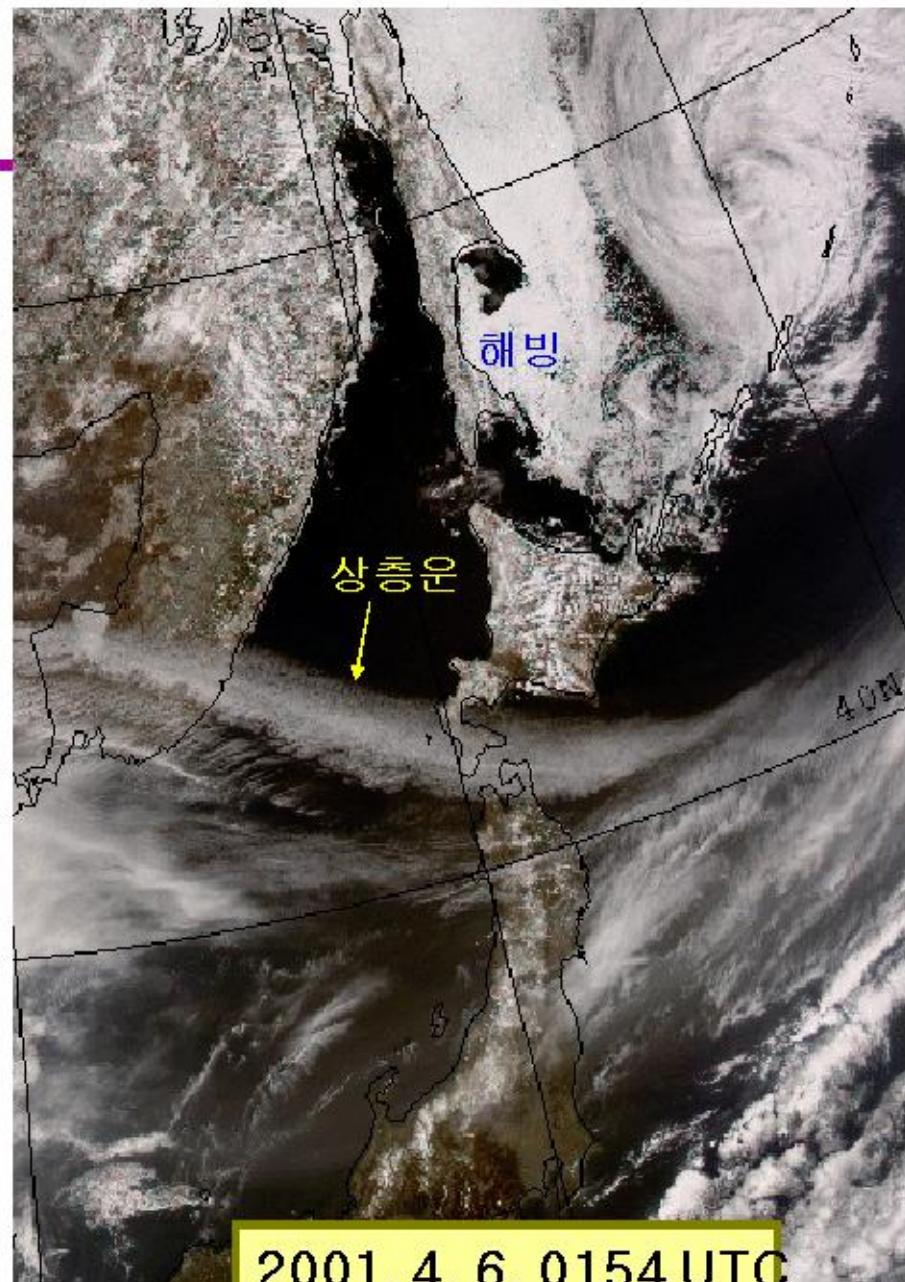
KMA  
Korea Meteorological Administration



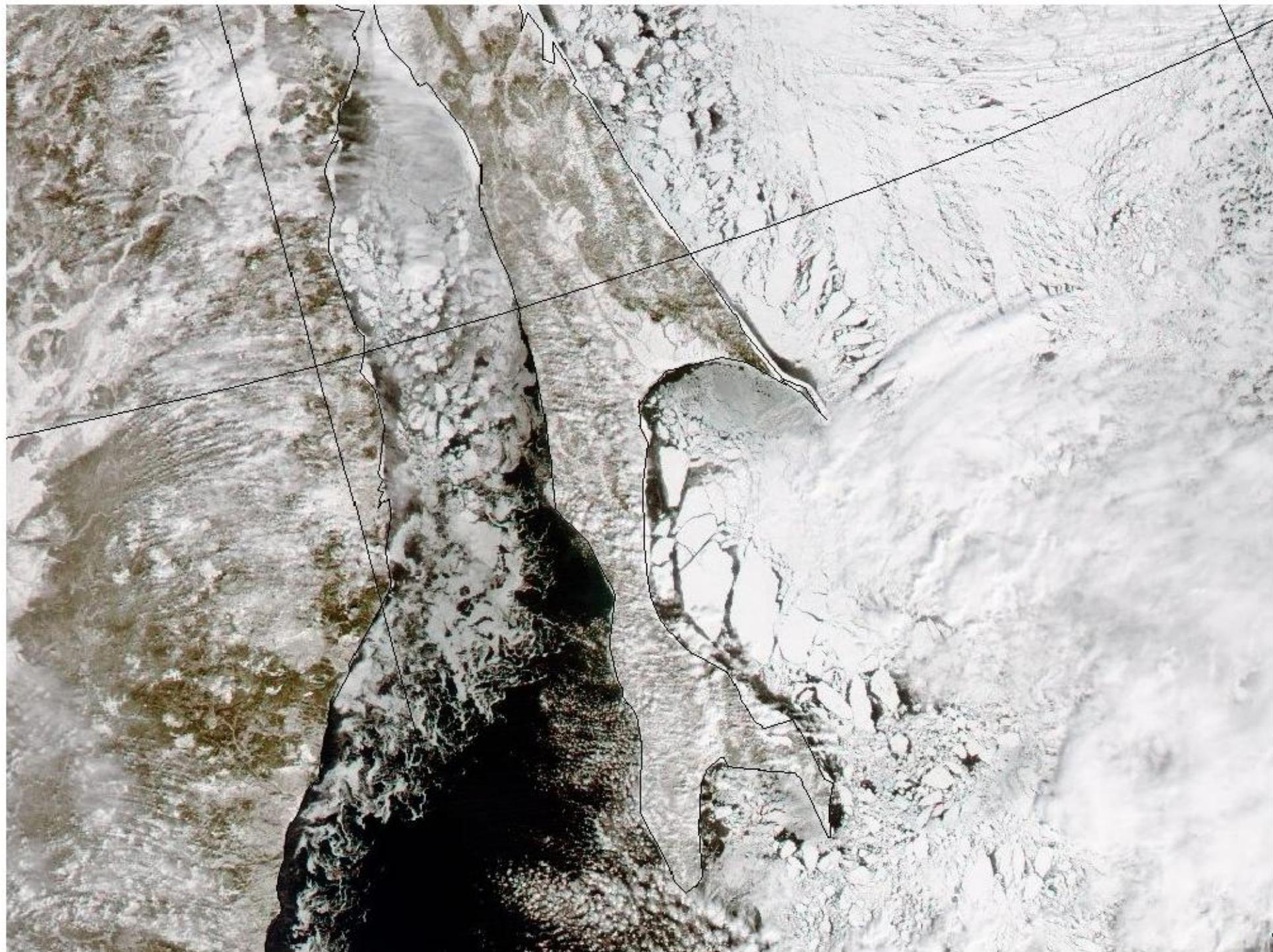
산출기간: 2008.2.15 ~ 2008.2.25

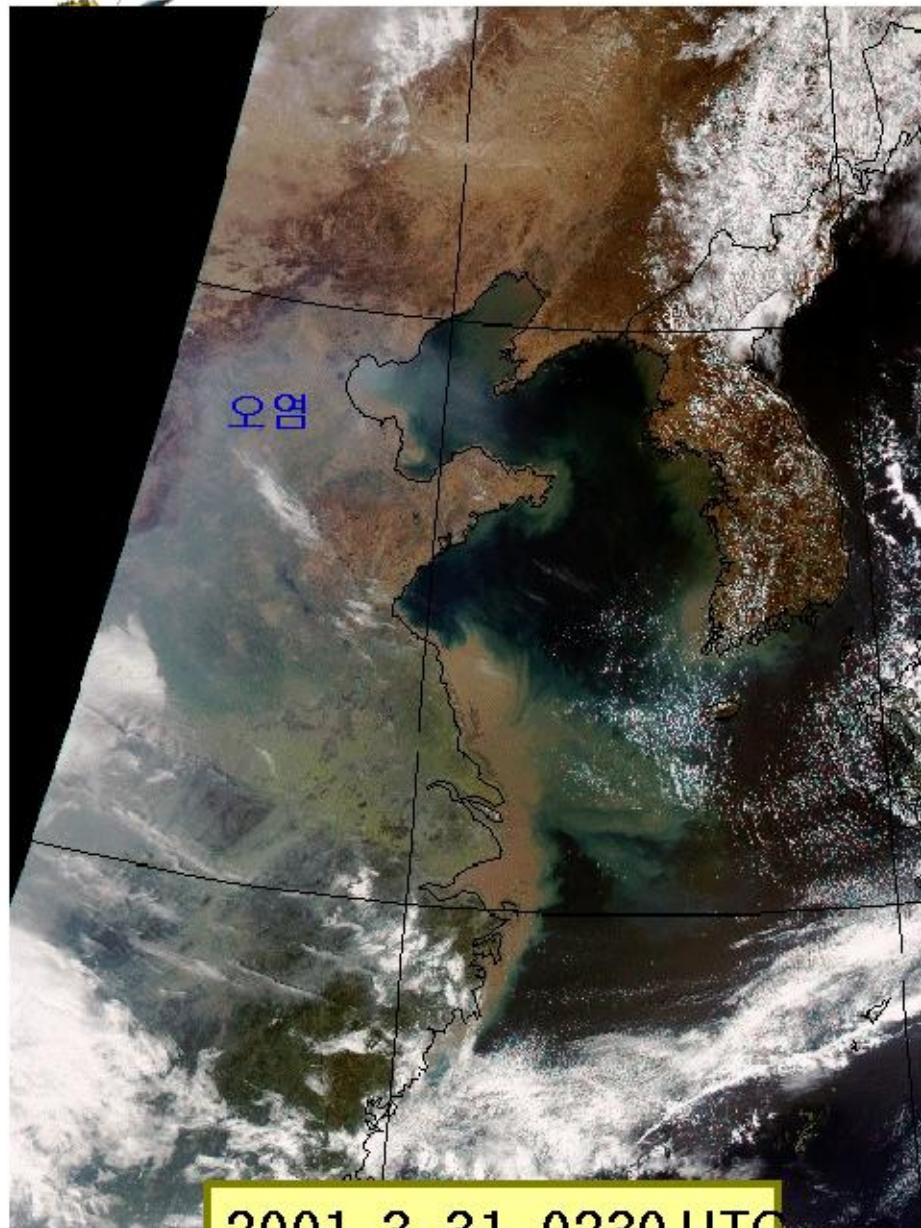


2001. 3. 16. 0137 UTC  
Terra/MODIS 영상

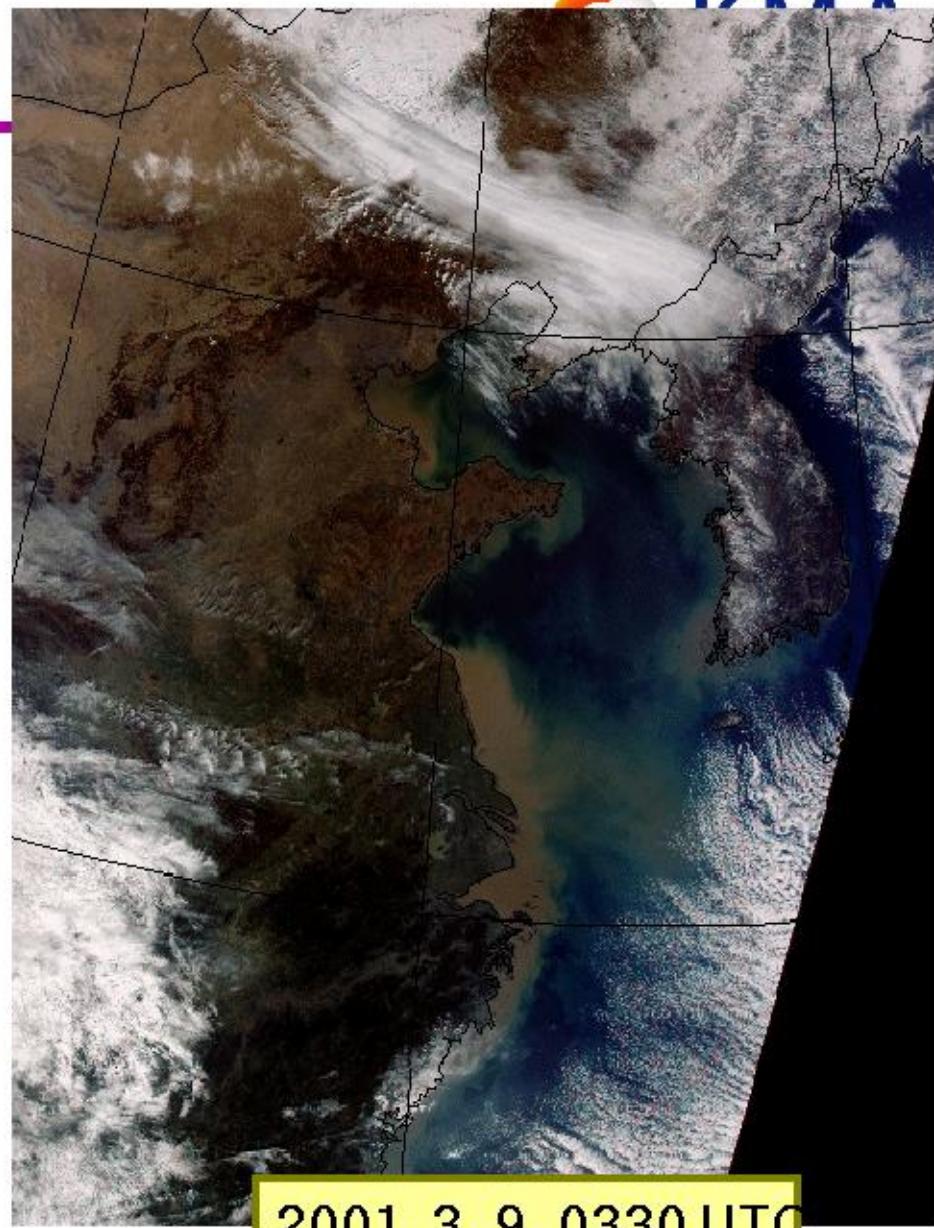


2001. 4. 6. 0154 UTC  
Terra/MODIS 영상



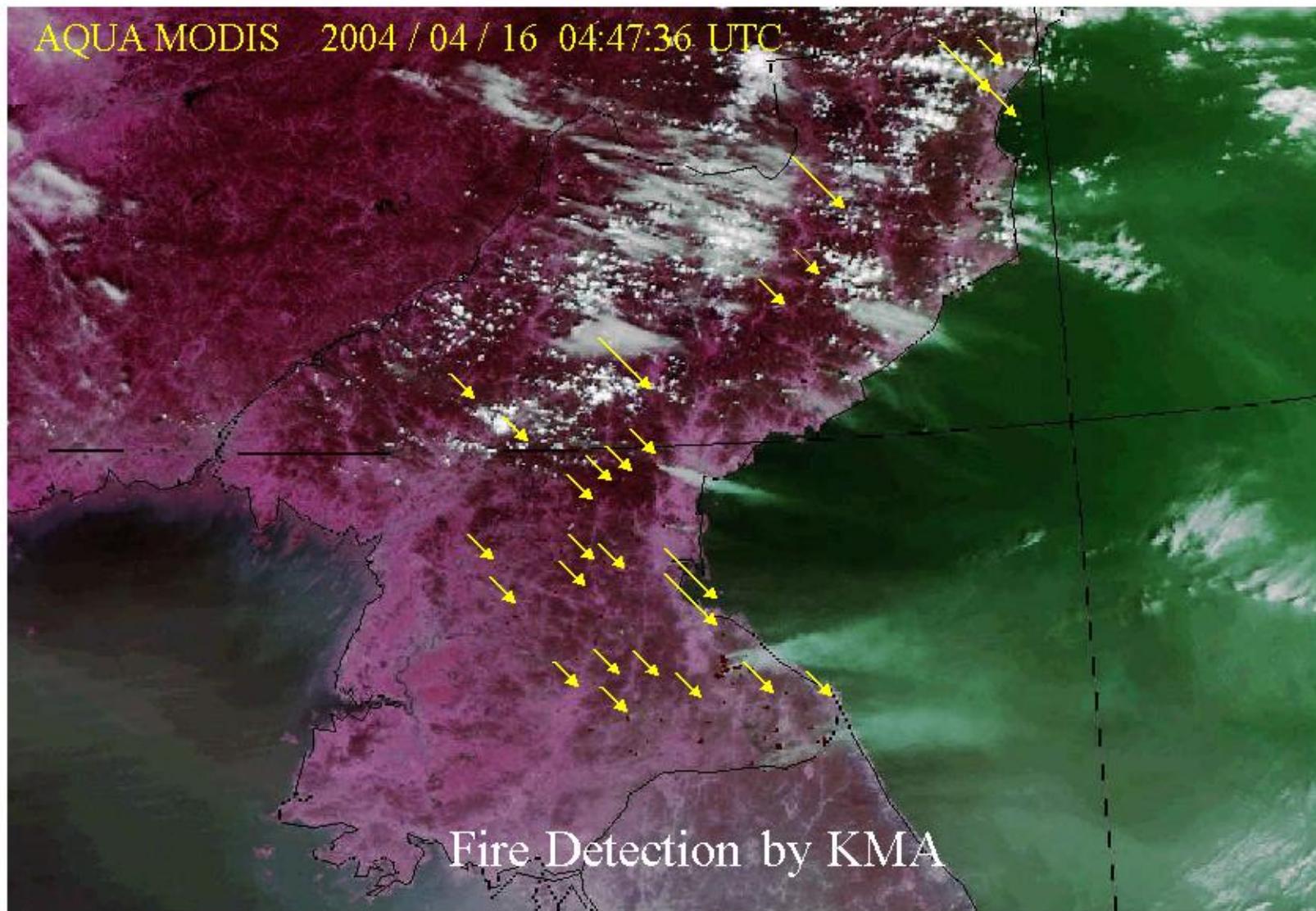


2001. 3. 31. 0230 UTC  
Terra/MODIS 영상



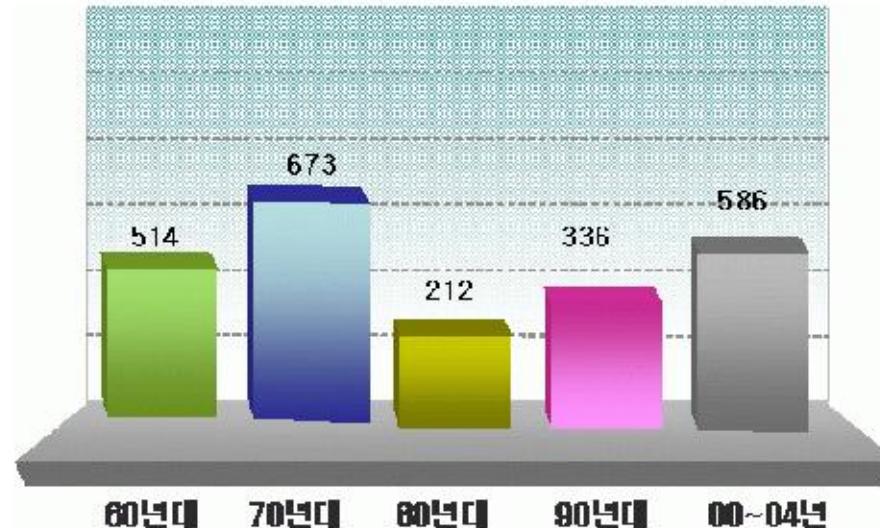
2001. 3. 9. 0330 UTC  
Terra/MODIS 영상

# 북한 산불 탐지 사례

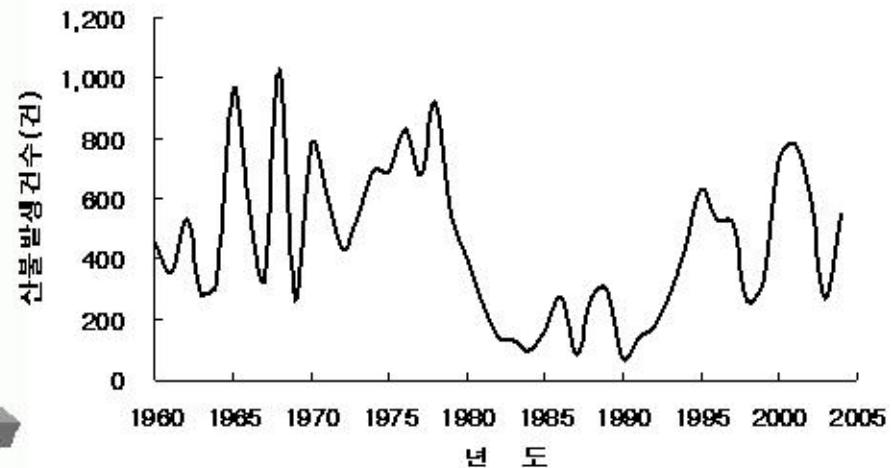




## 년도별 산불 발생 건수



산불 발생 건수



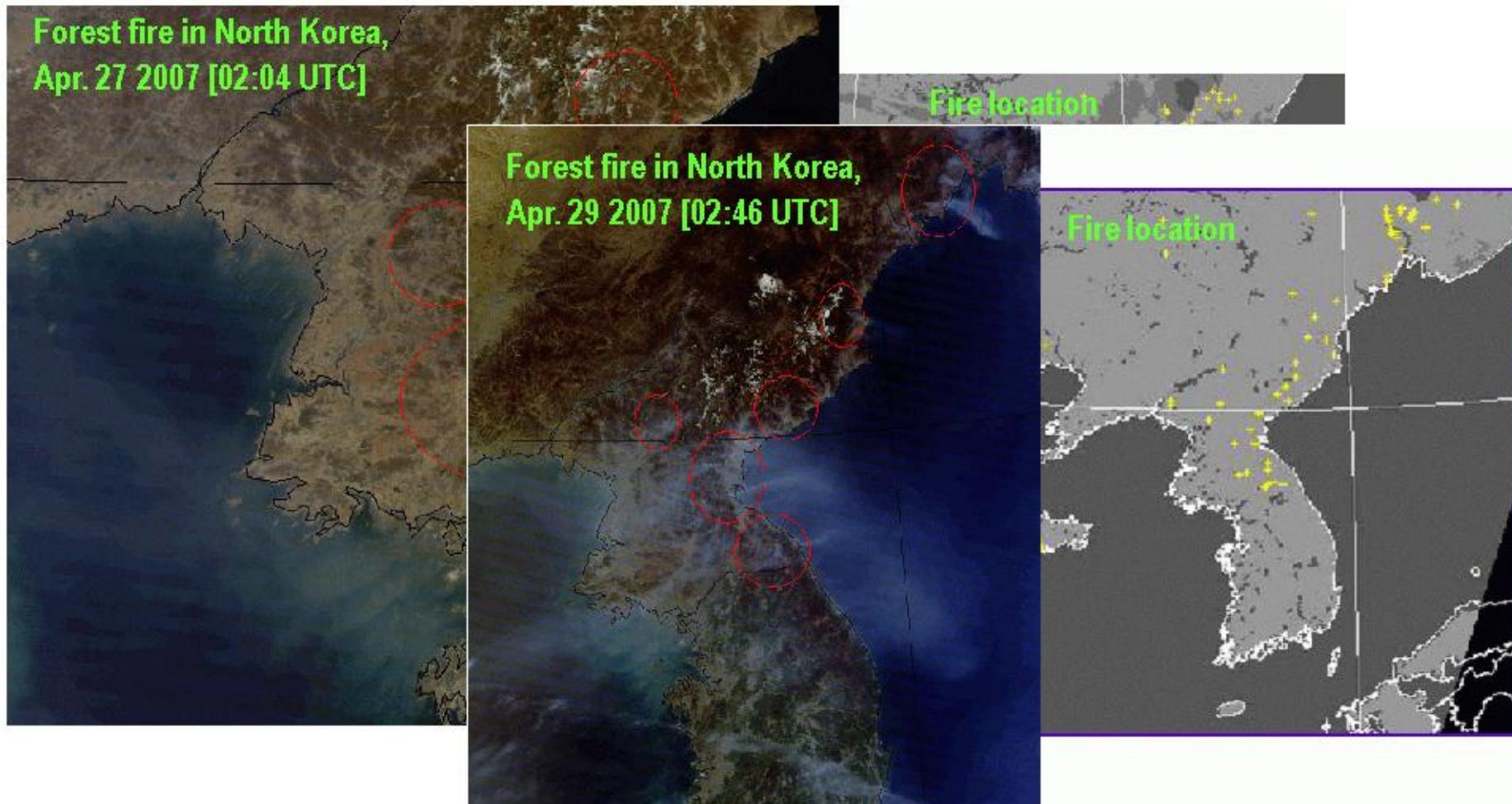
- 1980~1990년 감소되었으나, 1990년 이후 다시 증가되는 추세를 보임
- 향후 10년간 봄철 기상 더 건조
- 지구온난화로 온도상승



# Forest Fire detection

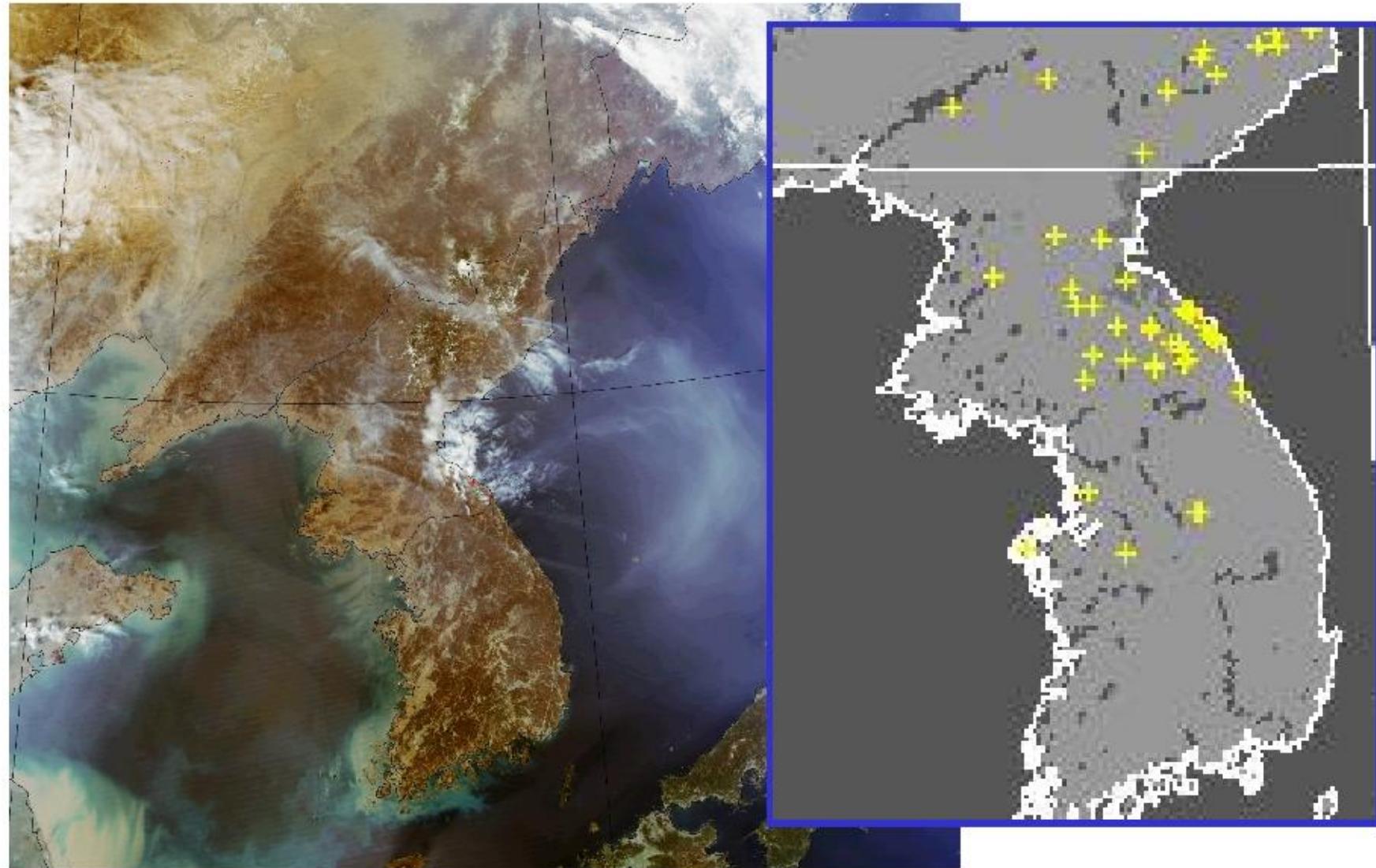


Providing the real-time fire location detected by MODIS





# East shore fire event (2005.04.05)

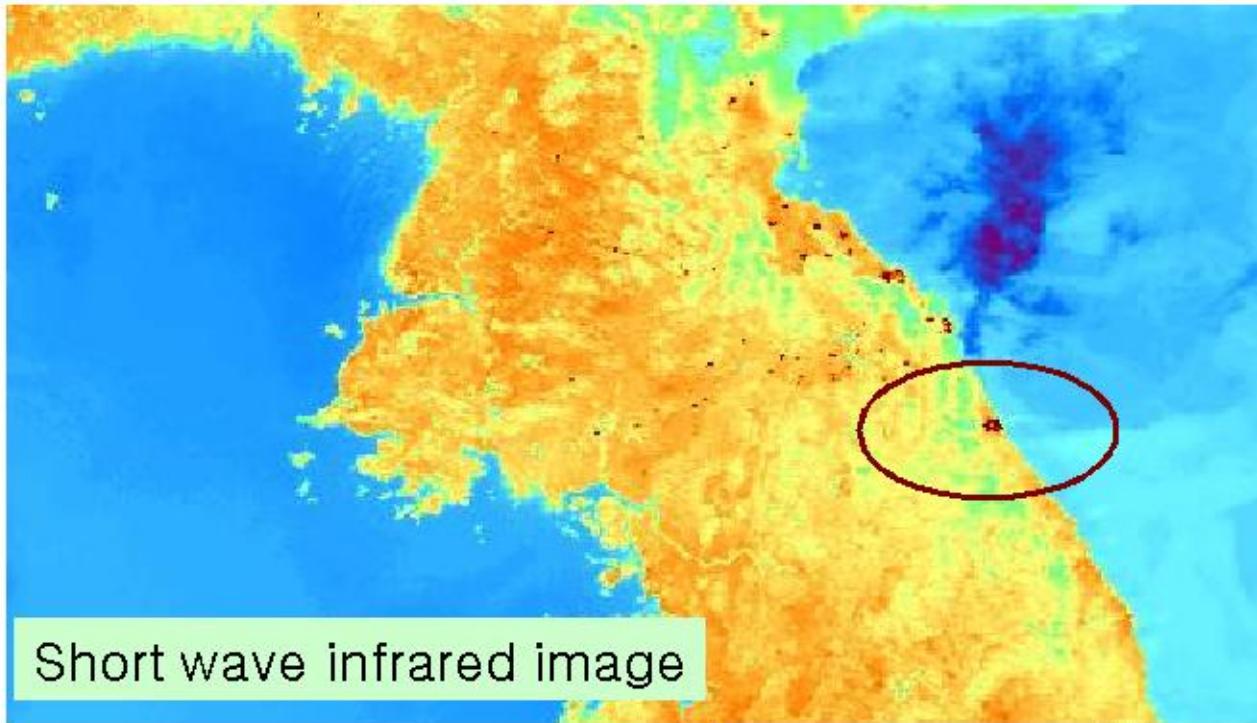




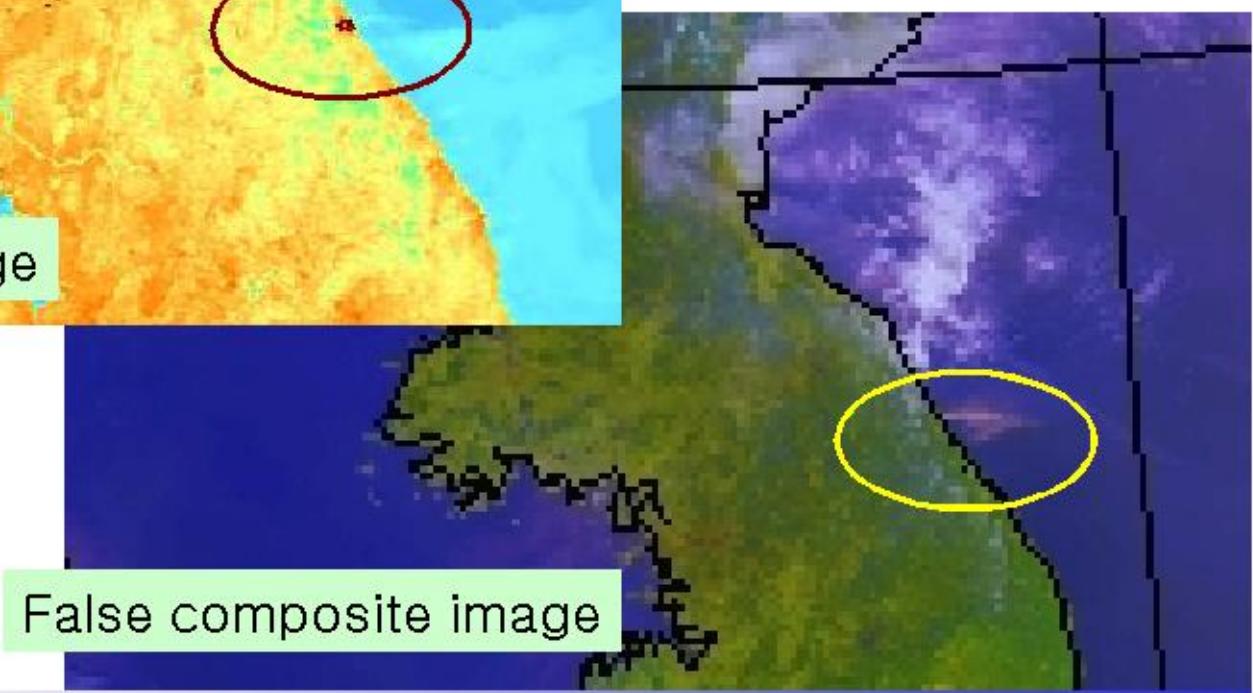
# Fire event in NOAA AVHRR image



KMA  
Korea Meteorological Administration



East shore  
fire



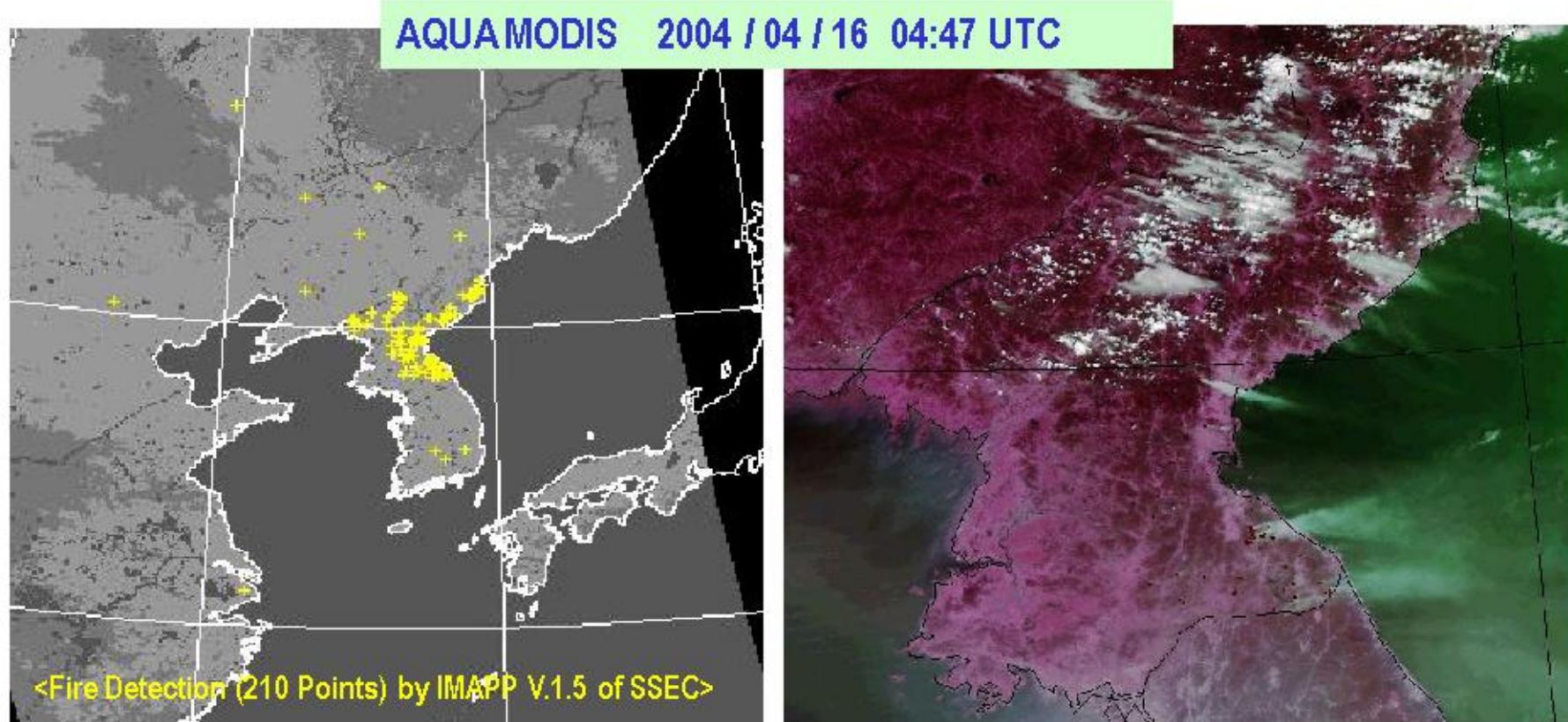


# Fire detection(MODIS)



## ❖ Method

- Thermal infrared of  $4\mu\text{m}$  (Ch21, 22) and  $11\mu\text{m}$  (Ch 31) in MODIS are used.
- The temperature difference between IR channel and NIR is an important factor for fire detection.





# 태 풍

## 2005년 변경 배경

- 전지구적 기후변화에 따른 세계도처 이상기상 빈발
- 2002년 태풍 “루사”, 2003년 “매미”로 인한 사상 유례없는 피해
- 태풍의 발생규모 및 피해의 대형화로, 효율적 방재업무수행

## 태풍주의보

태풍으로 인하여 강풍, 풍랑, 호우 현상 등의 주의보 기준에 도달할 것으로 예상 될 때

## 태풍 경보

태풍으로 인하여 풍속이 17m/s 이상 또는 강우량이 100mm 이상이 예상될 때. 다만, 예상되는 바람과 비의 정도에 따라 아래와 같이 세분

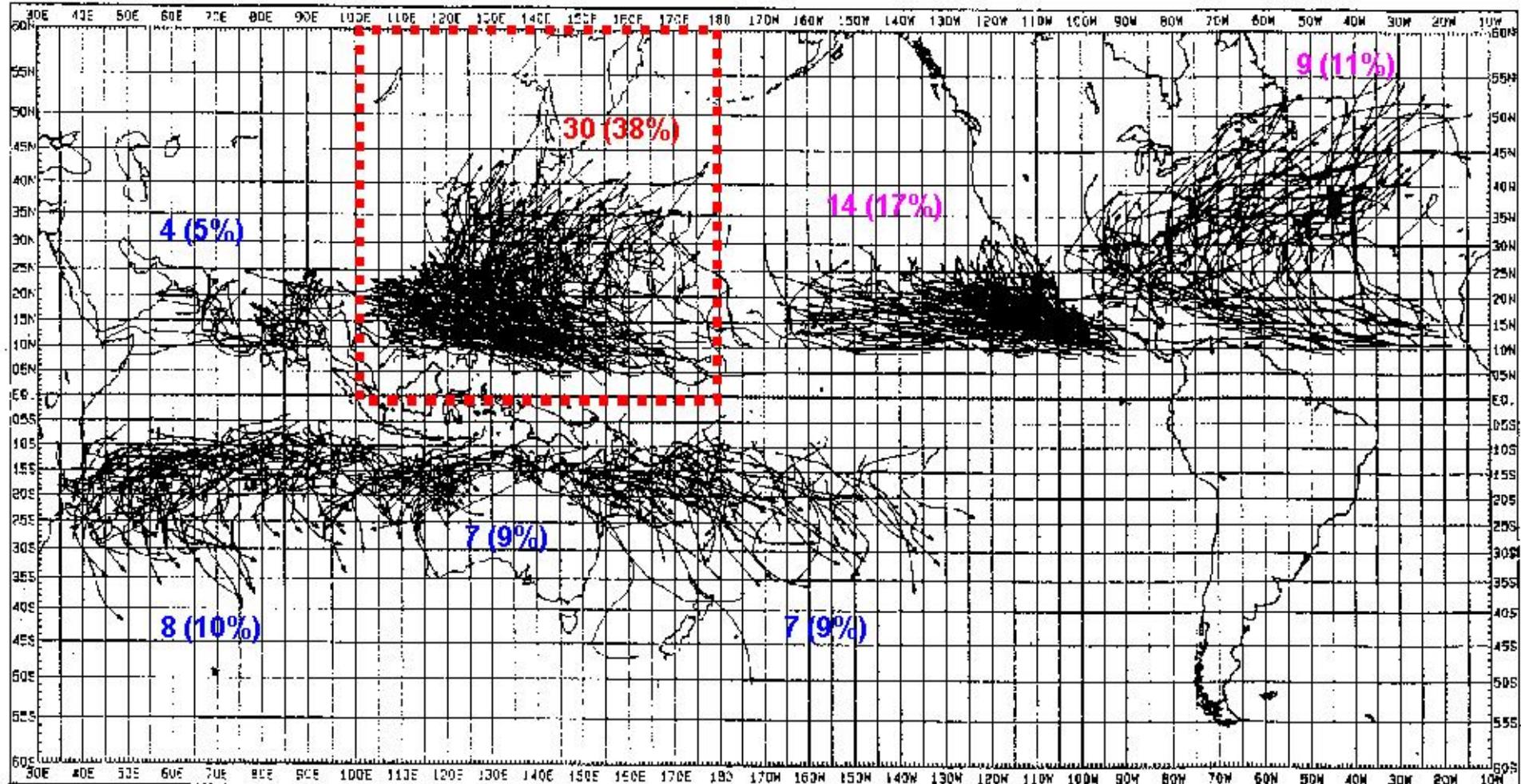
	3급	2급	1급
바람(m/s)	17~24	25~32	33이상
비(mm)	100~249	250~399	400이상

# 태풍의 이름이?

제안국가	1조	2조	3조	4조	5조
캄보디아	돔레이	콩레이	나크리	크로반	사리카
중 국	훙방	위투	펑센	두지엔	하이마
북 한	기러기	도라지	갈매기	매미	메아리
홍 콩	카이탁	마니	퐁웡	초이완	망온
일 본	엔빈	우사기	간무리	곳푸	도카게
라이오	볼라벤	파북	판פון	캣사나	녹텐
마카오	잔쯔	우딥	봉퐁	파마	무이파
말레이지아	젤라왓	서팟	누리	멀로	머르북
미크로네시아	이위냐	피토	신라쿠	니파탁	난마돌
필리핀	빌리스	다나스	하구핏	루핏	탈라스
한 국	개미	나리	장미	수달	노루
태 국	프라피룬	비파	멕클라	니다	쿨라브
미 국	마리마	프란시스코	히고스	오마이스	로키
베트남	사오마이	레기마	바비	콘손	손카
캄보디아	보파	크로사	마이삭	찬투	네삿
중 국	우콩	하이옌	하이센	디엔무	하마탕
북 한	소나무	버들	봉선화	민들레	날개
홍 콩	산산	링링	야냔	팅팅	바냔
일 본	야기	가지키	구지라	곤파스	와시
라이오	샹산	파사이	찬홈	남테우른	맛사
마카오	버빈카	와메이	린파	말로우	산우
말레이지아	훔비마	타파	낭카	머란티	마와
미크로네시아	솔릭	미톡	소엘로	라나님	구촐
필리핀	시마론	하기비스	임부도	말라카스	스탈림
한 국	제비	너구리	고니	메기	나비
태 국	투리안	라마순	모라콧	차바	캬눈
미 국	우토	차타안	아타우	에머리	비센티
베트남	차미	활롱	밥코	송다	사콜라



# Tropical cyclone tracks



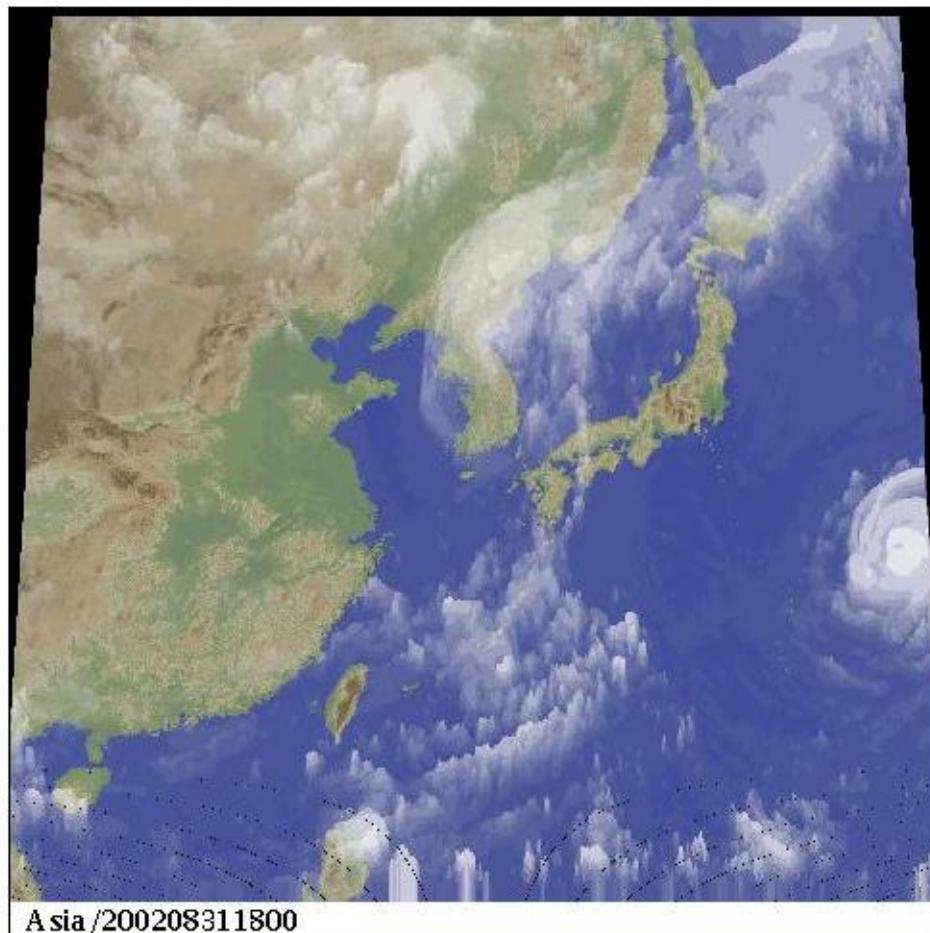
Tropical cyclone tracks (maximum winds > 34 kt) for the period 1979–1988  
& mean yearly frequency of tropical cyclones



# Typhoon Rusa in 2002



**Life loss: more than 250 people  
Property loss: More than 6 billion US dollars  
Daily rainfall record: 870.5 mm**



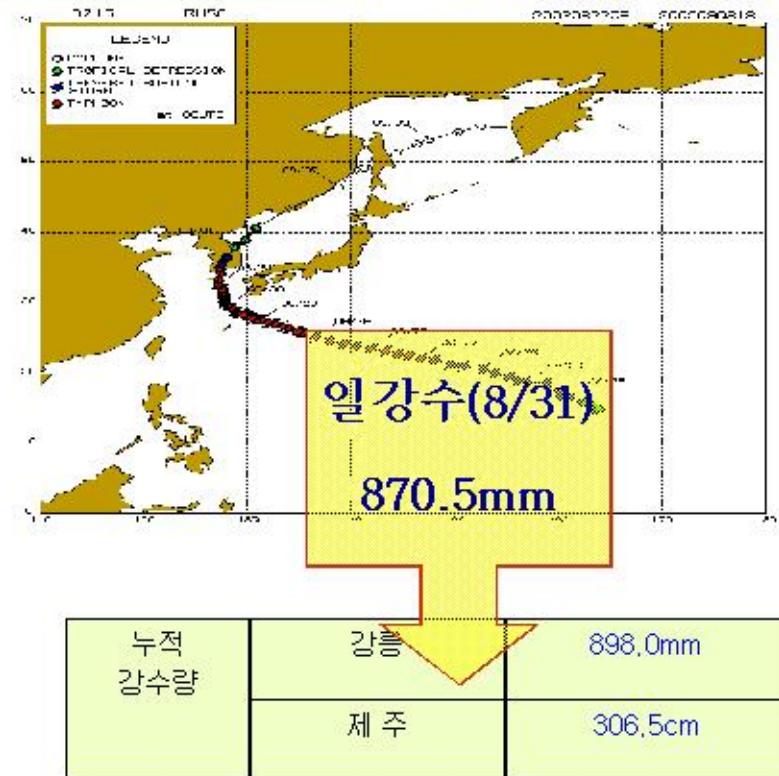


# Typhoon Rusa in 2002



루사(0215)

2002.8.30.~9.1.



최대순간풍속(8.31.)

지점	1위극값순위경신	종전
고산	N 56.7m/s	WNW 41.2 m/s
남해	ENE 30.7m/s	SSE 28.9 m/s
수원	NE 27.3m/s	W 26.0 m/s
동두천	NNE 27.3m/s	S 25.2 m/s

1시간 강수량 극값 기록(8.31.~9.1.)

지점	극값순위경신	종전
강릉	1위 100.5mm	60.0 mm
고흥	3위 81.0 mm	81.0 mm
속초	1위 59.0 mm	56.8 mm
대관령	1위 60.5 mm	43.4 mm

강릉 - 일 강수량 년강수량(1401.9mm)의 62%

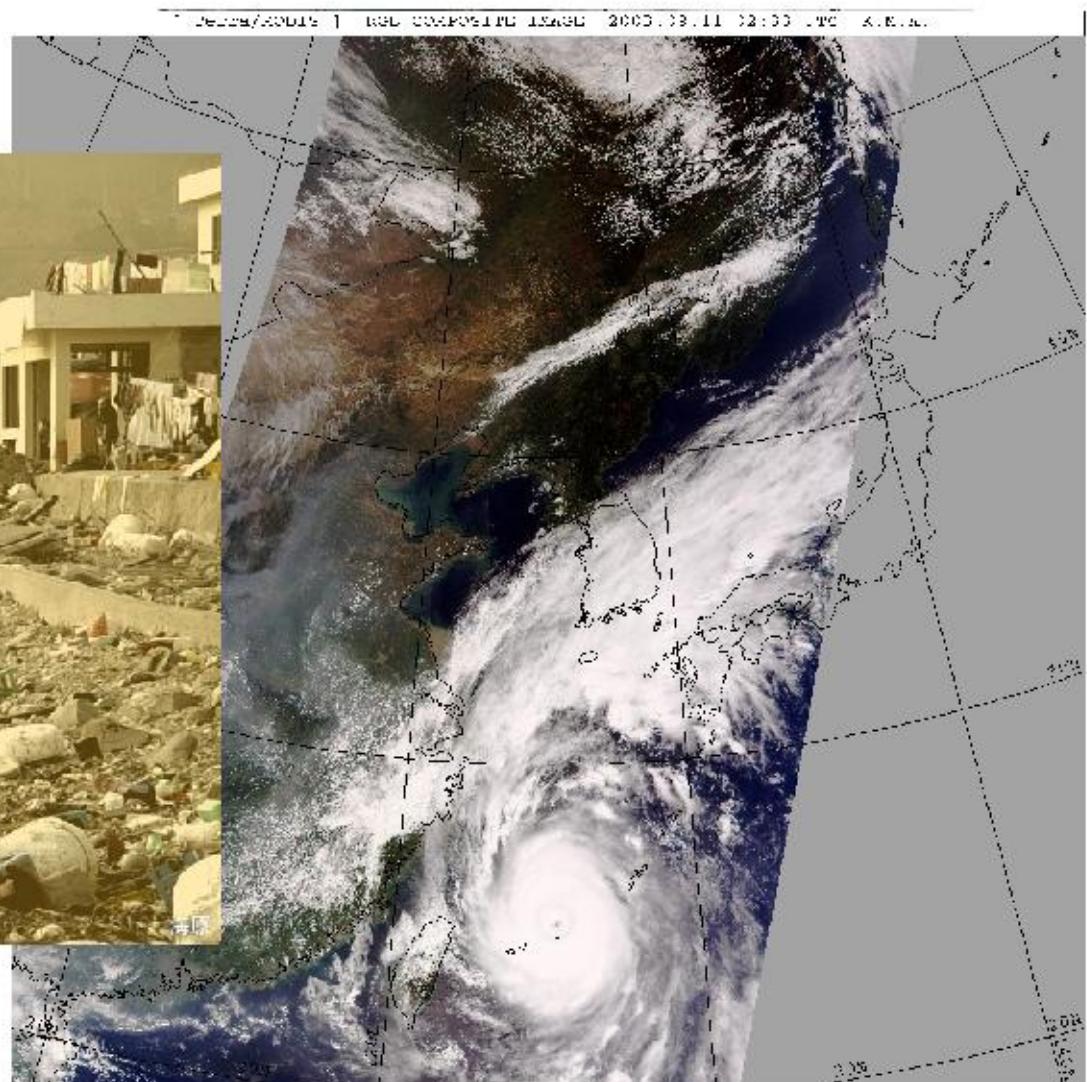
- 가장많인 내린 달(8월 평년값 288.2mm)의 3.3배



# Typhoon Maemi in 2003



<Wahyeon Beach, 9/20/03 >





# 우리나라에 영향을 미친 Typhoon



기간	105년 평균 1904~2008년	30년 평균 1971~2000년	10년 평균 1991~2000년
우리나라에 영향을 미친 태풍 수	3.1	3.5	3.9

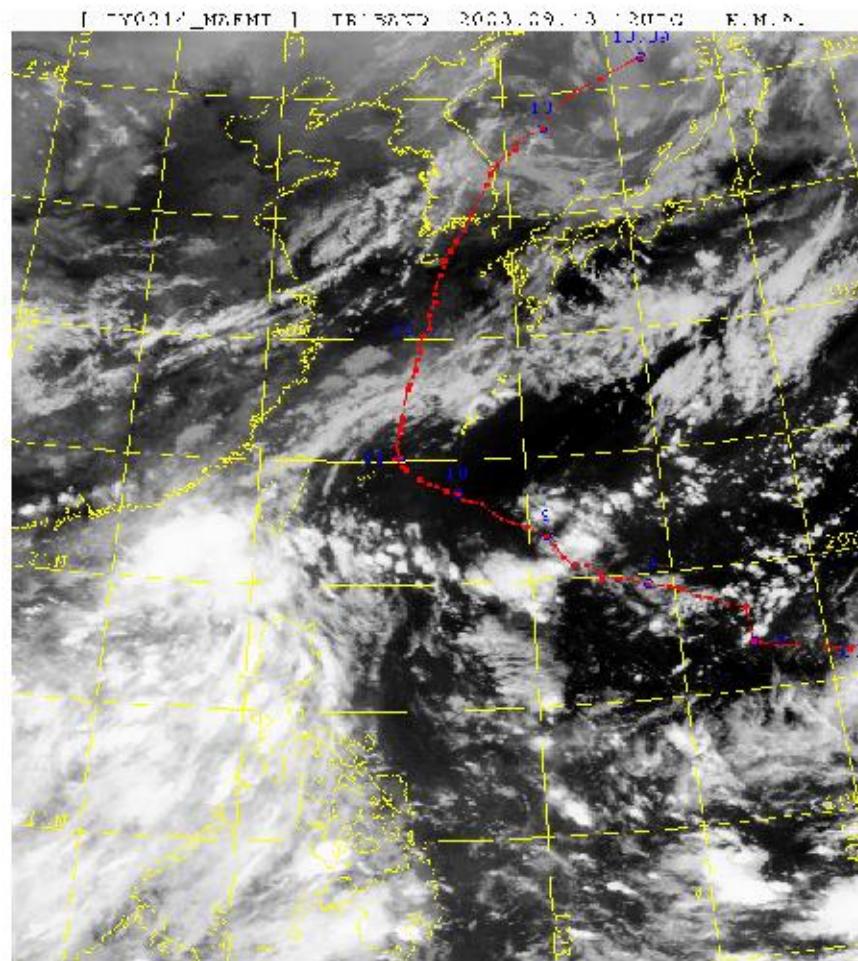
- 1904년 3월 근대적 기상관측을 시작한 이후 통계에 의하면 한 해에 평균 3개 정도의 태풍이 우리나라에 영향을 줌
- 태풍내습의 최다 월은 8월, 7월, 9월의 순서
- 최근 들어 우리나라에 영향을 주는 태풍의 수는 점차 증가하는 추세
- 또한 105년(1904~2008) 동안 태풍통과 시 일최다강수량 순위를 살펴보면 1위 부터 5위까지는 1981년 이후에 모두 나타남



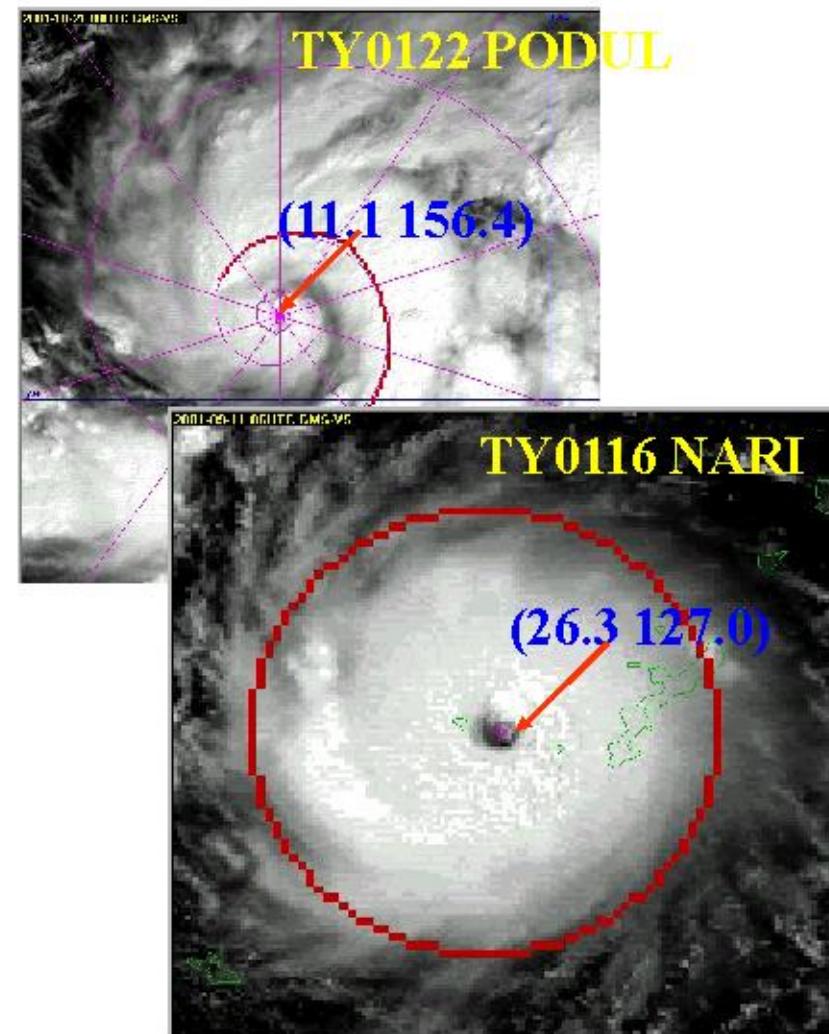
# Typhoon analysis



Typhoon track



AODT

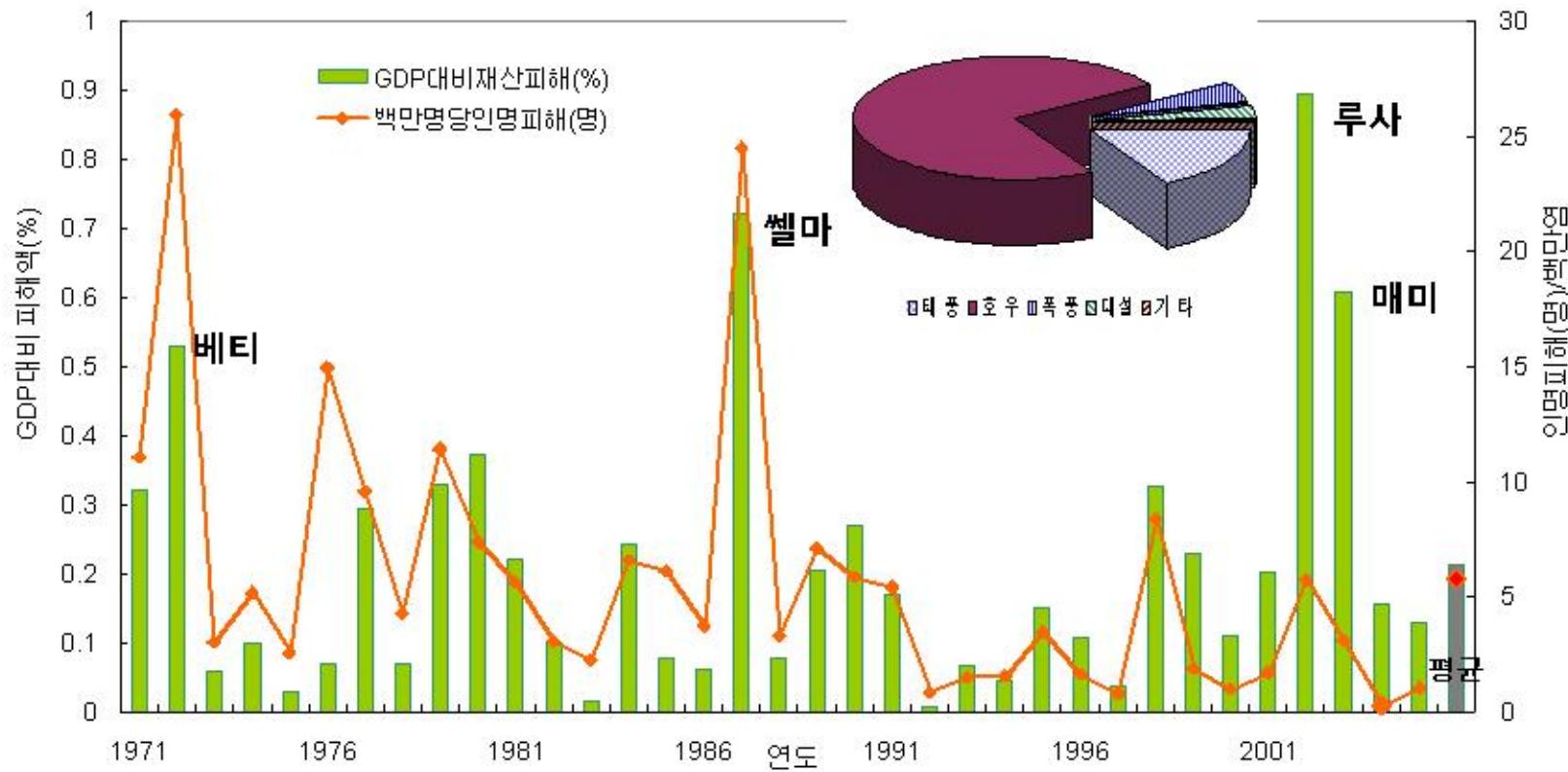




# 자연재해로 인한 인명 및 재산 피해



Korea Meteorological Administration



- 피해규모가 큰 해 ('72, '87, '02, '03)는 강한 태풍이 발생하였음
- 인명피해는 감소 추세이나 재산피해는 증가 추세임

