Climate extremes in Thailand: Past records, Future trends and their Implications

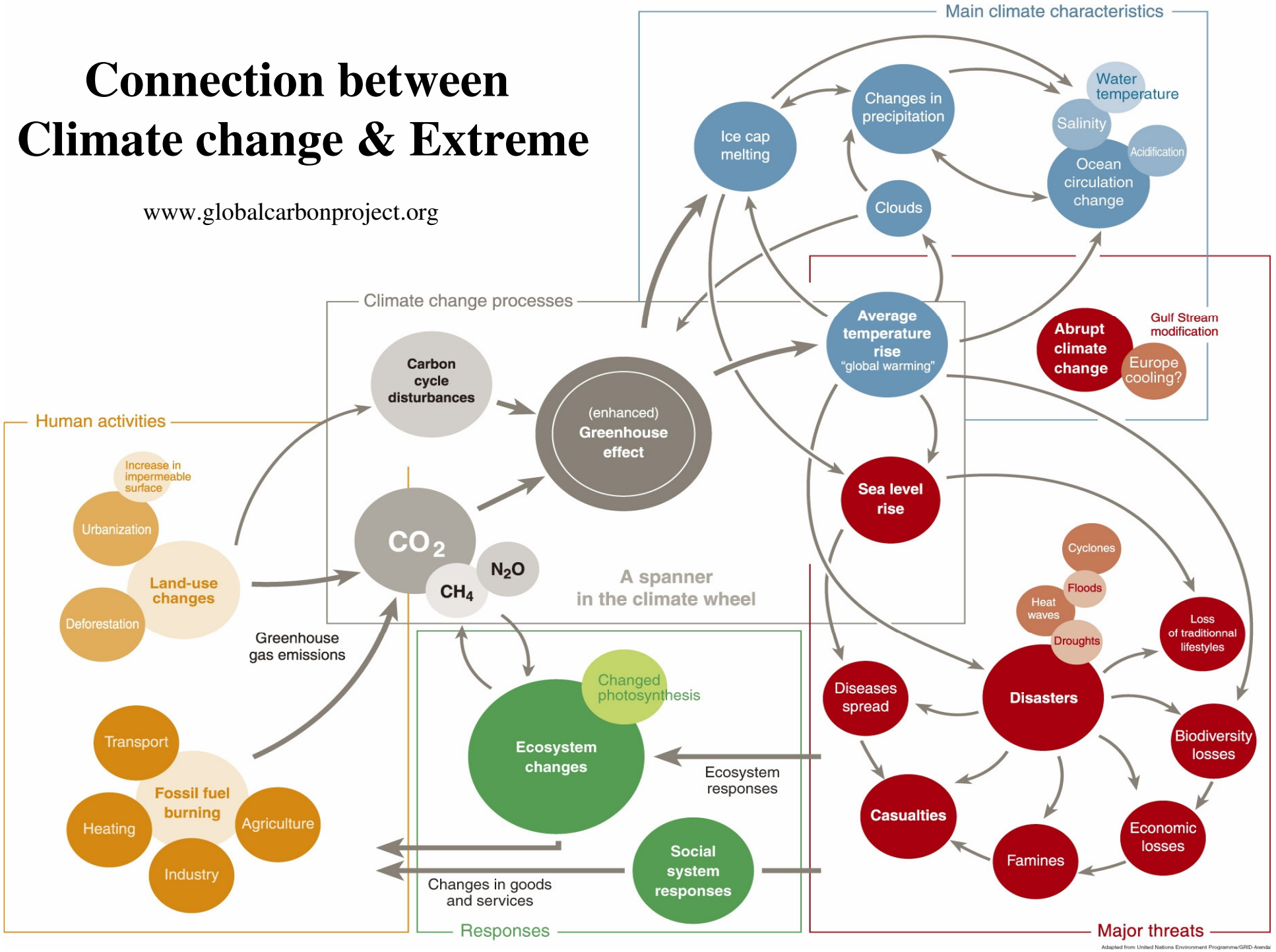
Amnat Chidthaisong

อำนาจ ชิดไธสง

The Thailand Research Fund's Research Development and Co-ordination Center for Global Warming and Climate Change-THAI-GLOB, The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mungkut's University of Technology Thonburi, Bangkok

Connection between Climate change & Extreme

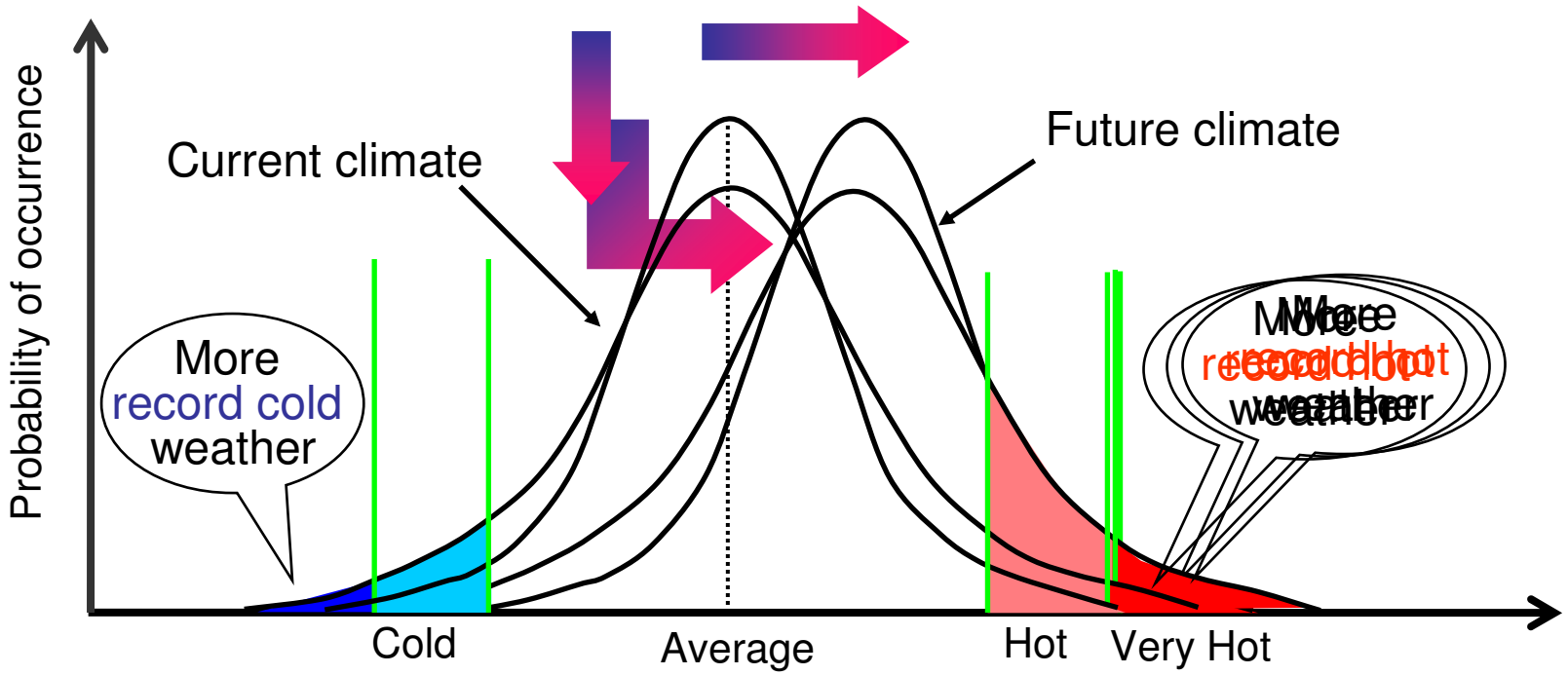
www.globalcarbonproject.org



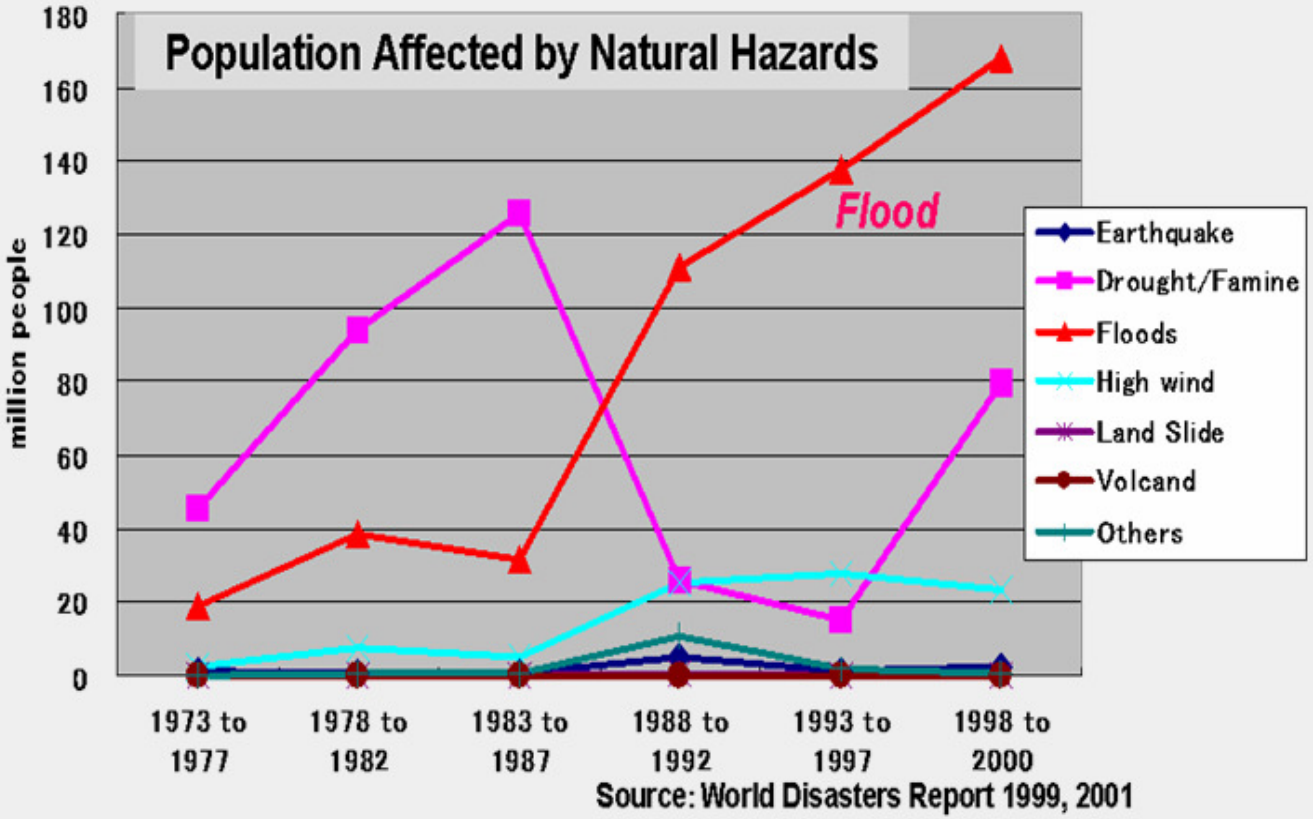
Climate change and extreme temperatures

- "mean" effect
- "variance" effect

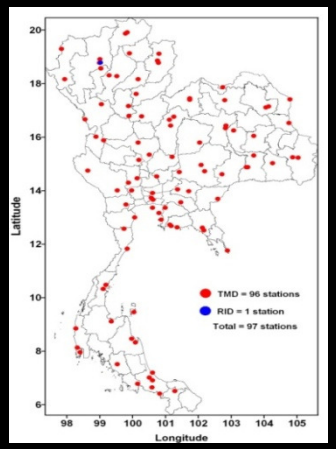
} combined "mean + variance"



Natural Disasters in the World



Among the causes of natural disasters, **flood disaster** is remarkably increasing in these two decades in the world. Especially in humid Asia, flood problems are crucial in their seriousness and frequency.

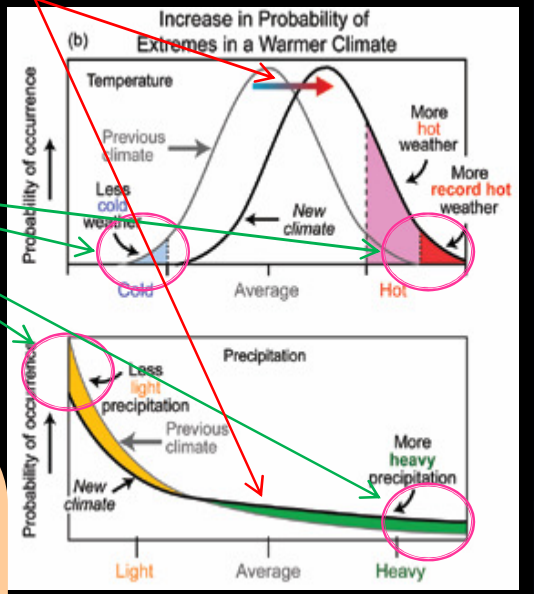


ข้อมูลภูมิอากาศผิวพื้น

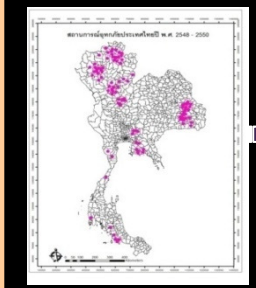
ตรวจสอบ/ควบคุมคุณภาพข้อมูล → วิเคราะห์ mean state of climate

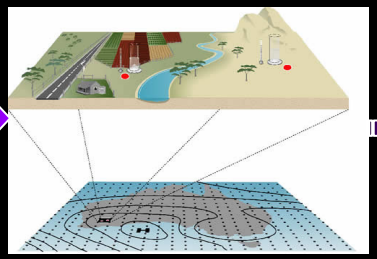
Tail behavior (extreme event) → Statistical-based extremes

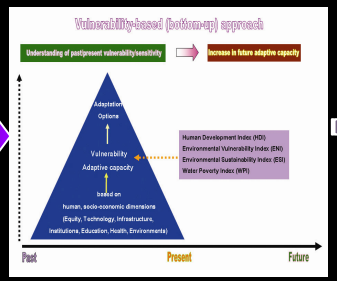
Event-driven extremes

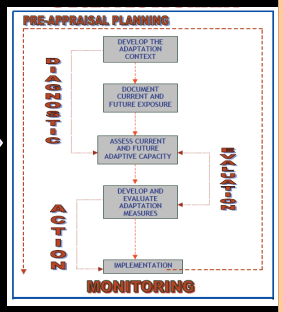


Climate change & extreme









Risk/Hazard Mapping

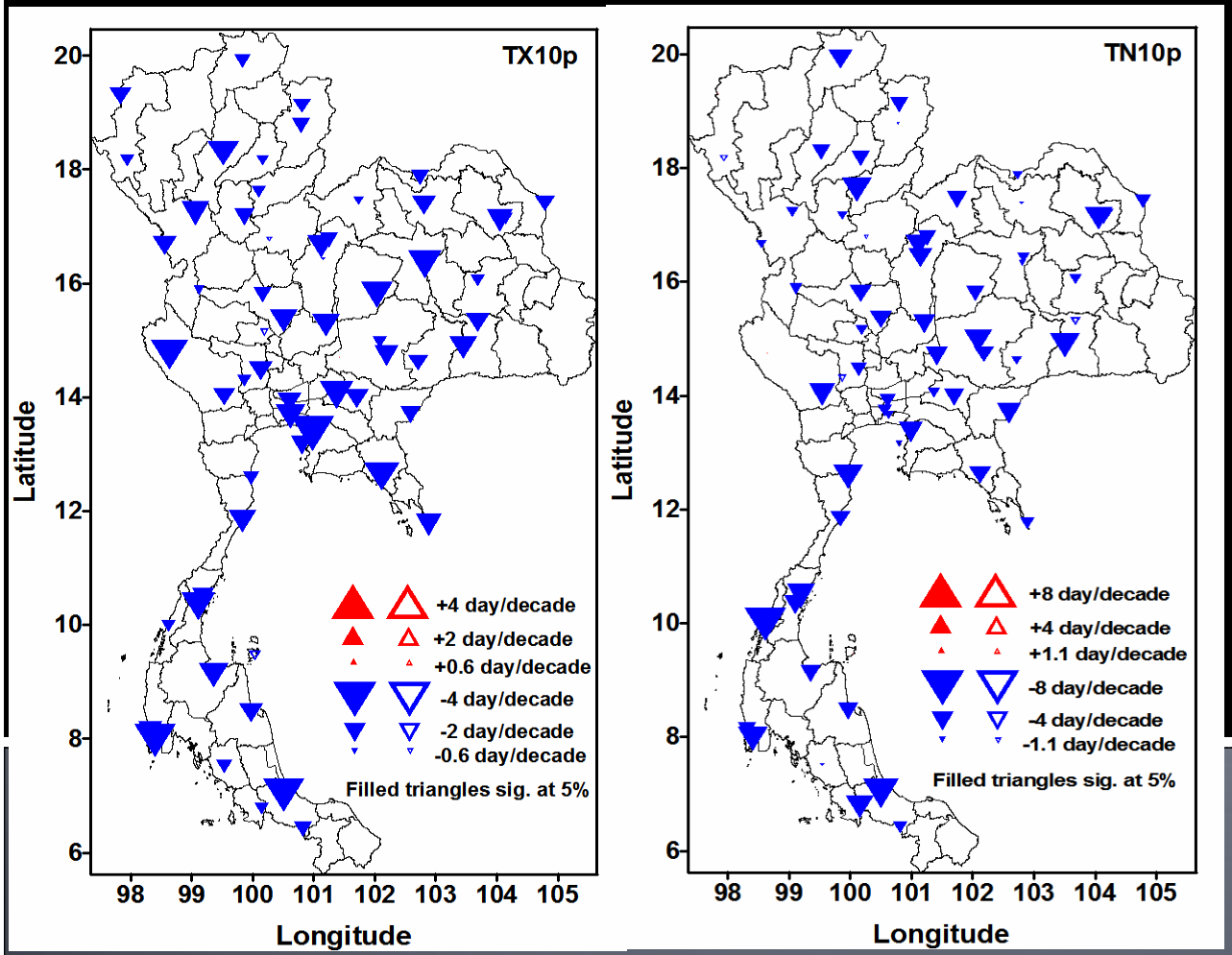
Hotspot identification

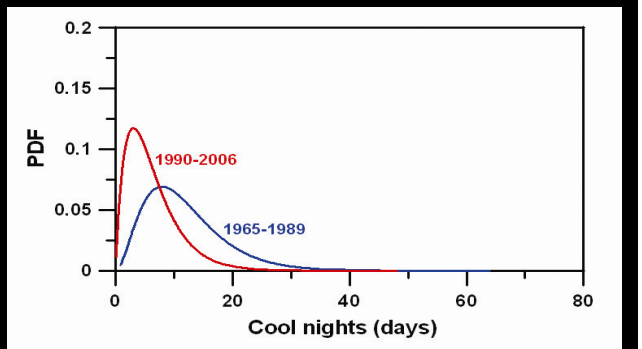
Vulnerability Analysis

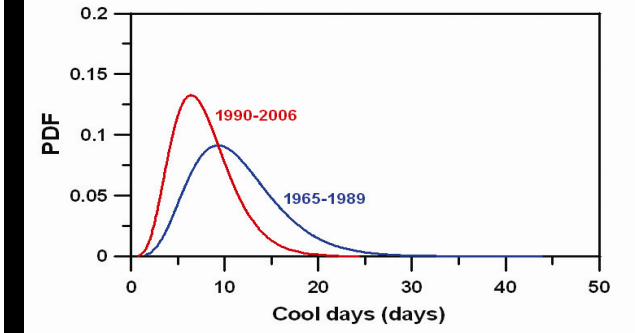
Community-based adaptation

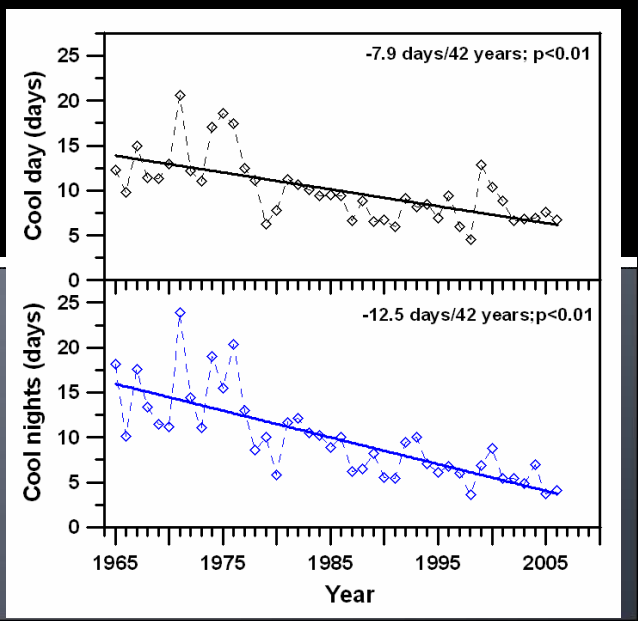
Temperature extreme

➢>85% decreases at 95% confidence





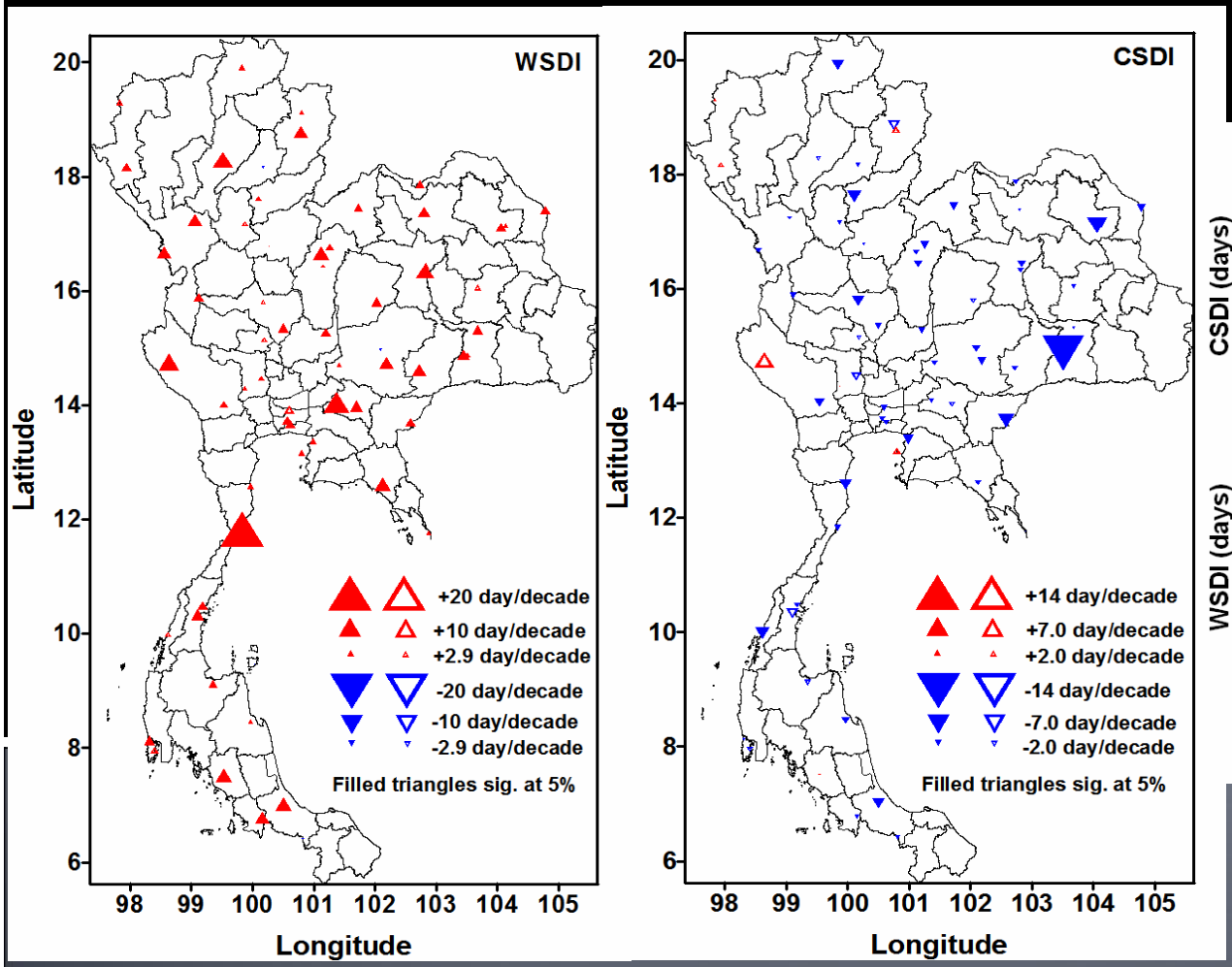


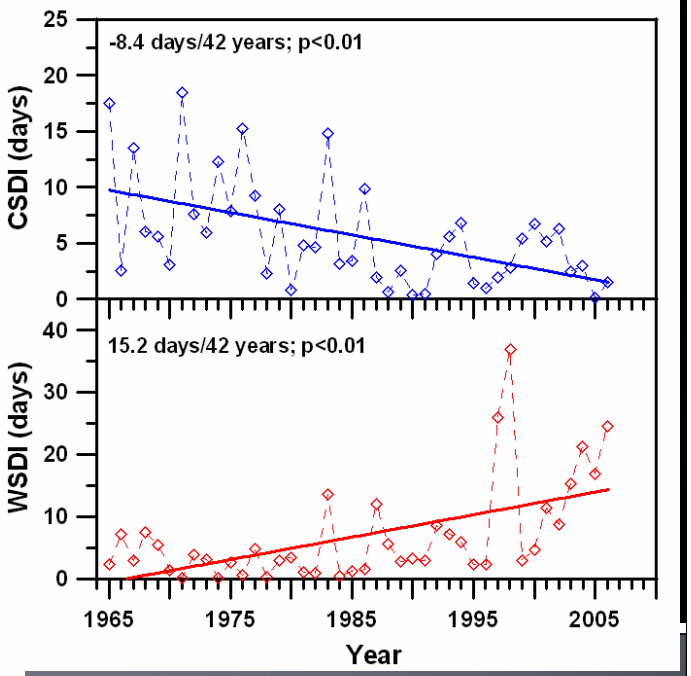


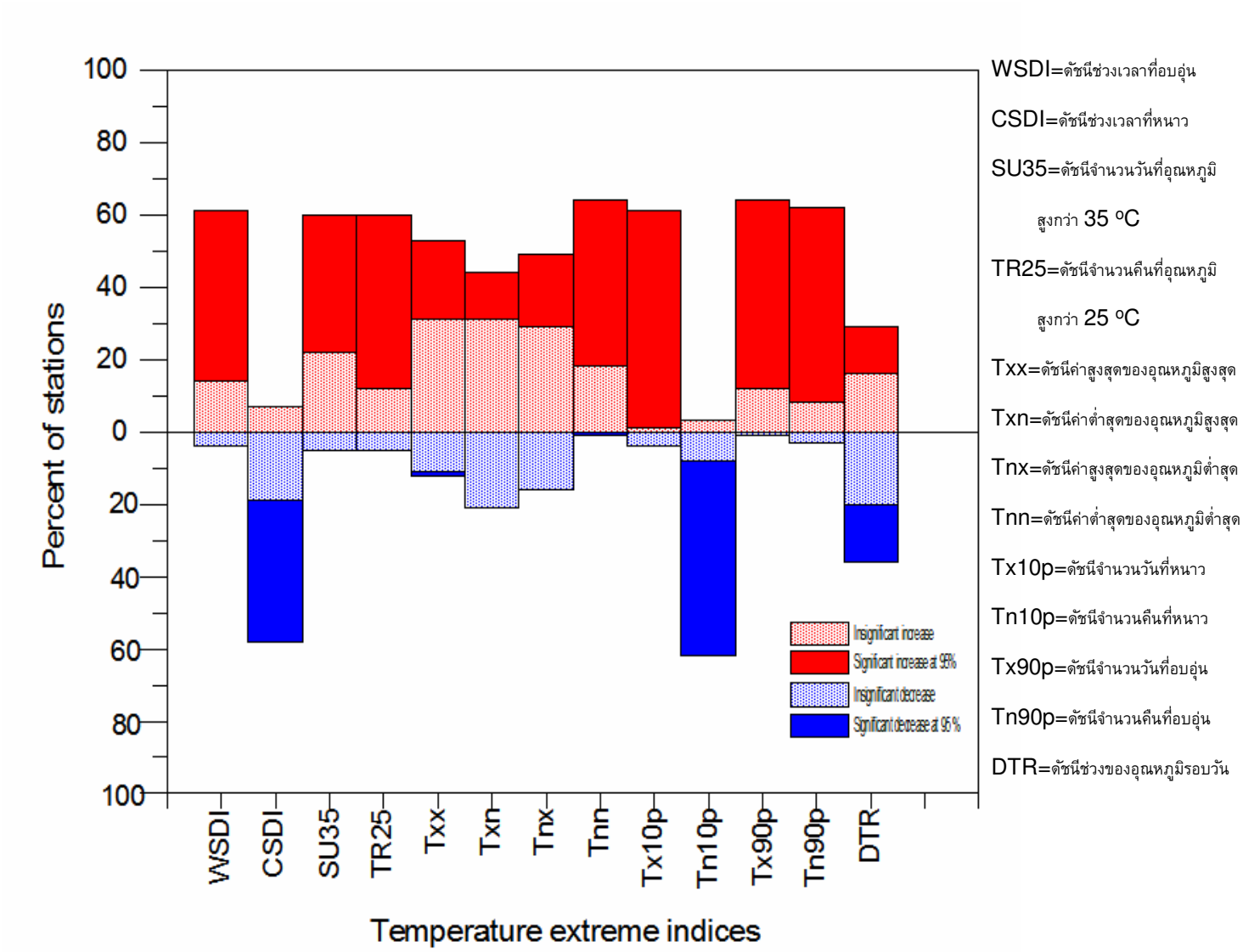
Cool nights/days (Tmax and Tmin <10th percentile)

Warm/Cold Spell Duration Indices

- CSDI >60% decreases significantly at 95% confidence but WSDI >73% increasess%







WSDI=ดัชนีช่วงเวลาที่อบอุ่น

CSDI=ดัชนีช่วงเวลาที่หนาว

SU35=ดัชนีจำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 ºC

TR25=ดัชนีจำนวนคืนที่อุณหภูมิสูงกว่า 25 ºC

Txx=ดัชนีค่าสูงสุดของอุณหภูมิสูงสุด

Txn=ดัชนีค่าต่ำสุดของอุณหภูมิสูงสุด

Tnx=ดัชนีค่าสูงสุดของอุณหภูมิต่ำสุด

Tnn=ดัชนีค่าต่ำสุดของอุณหภูมิต่ำสุด

Tx10p=ดัชนีจำนวนวันที่หนาว

Tn10p=ดัชนีจำนวนคืนที่หนาว

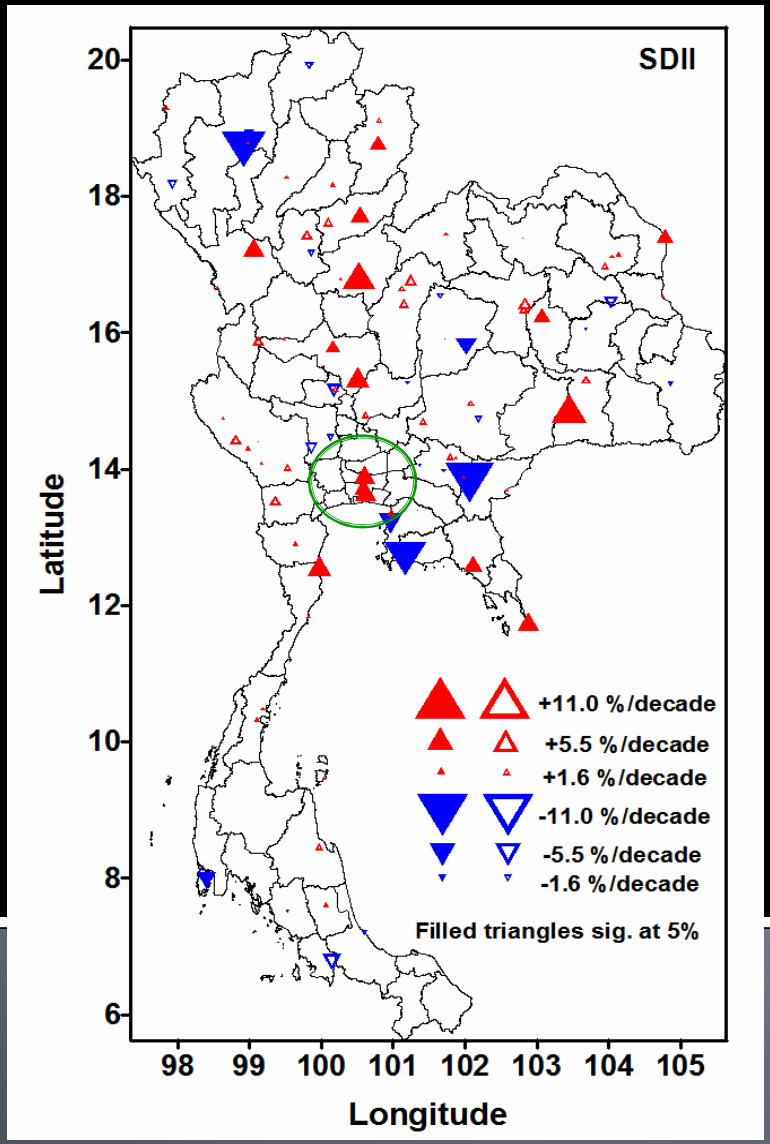
Tx90p=ดัชนีจำนวนวันที่อบอุ่น

Tn90p=ดัชนีจำนวนคืนที่อบอุ่น

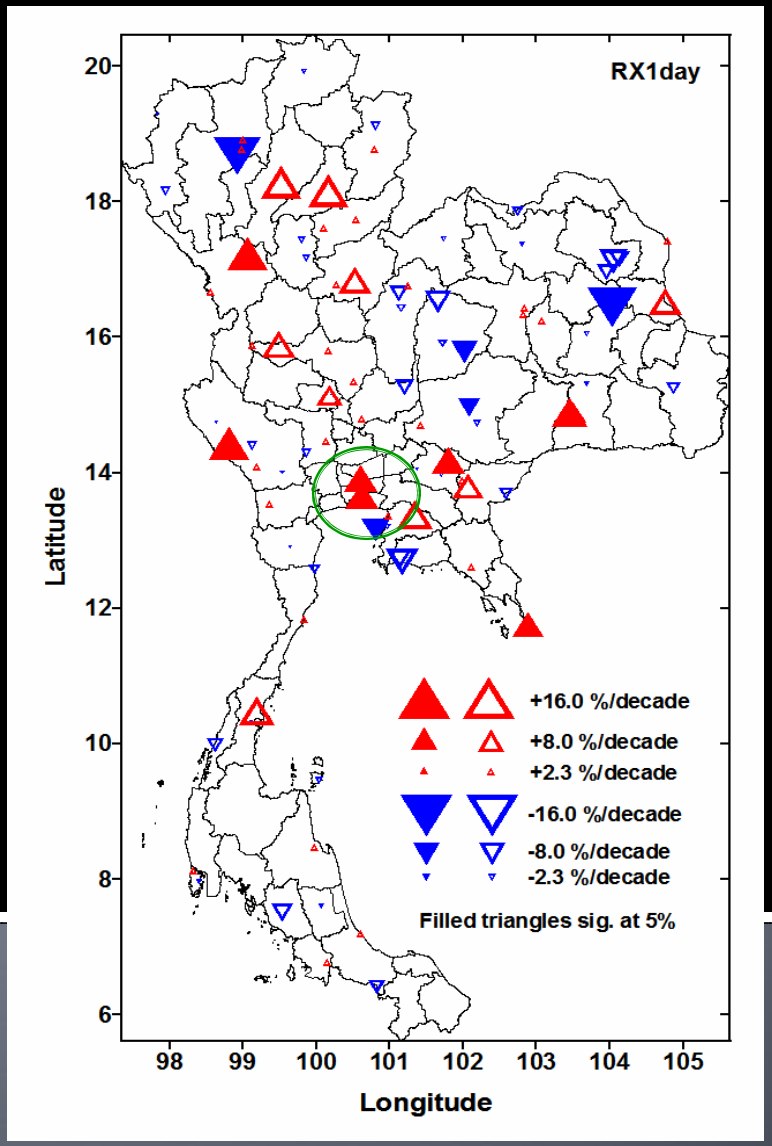
DTR=ดัชนีช่วงของอุณหภูมิรอบวัน

ดัชนีสภาวะสุดขีดของอุณหภูมิ	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระหว่างปี ค.ศ. 1970-2006
1. จำนวนวันที่อบอุ่น (วันต่อทศวรรษ) *สัดส่วนของวันที่อุณหภูมิสูงสุด สูงกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90*	-0.6 to 9.2 (3.4) ***80.0%***
2. จำนวนคืนที่อบอุ่น (วันต่อทศวรรษ) *สัดส่วนของวันที่อุณหภูมิต่ำสุด สูงกว่าค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่90*	-0.3 to 8.8 (3.5) ***83.1%***
3. จำนวนวันที่หนาว (วันต่อทศวรรษ) *สัดส่วนของวันที่อุณหภูมิสูงสุด ต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10*	-3.9 to 0.1 (-1.9) ***92.3%***
4. จำนวนคืนที่หนาว (วันต่อทศวรรษ) *สัดส่วนของวันที่อุณหภูมิต่ำสุด ต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10*	-7.5 to 0.9 (-3.0) ***83.1%***
5. ช่วงระยะเวลาที่หนาว (วันต่อทศวรรษ) *จำนวนวันต่อเนื่องอย่างน้อย 6 วันที่อุณหภูมิต่ำสุด ต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10*	-13.4 to 6.0 (-1.9) ***60.0%***
6. ช่วงระยะเวลาที่อบอุ่น (วันต่อทศวรรษ) *จำนวนวันต่อเนื่องอย่างน้อย 6 วันที่อุณหภูมิสูงสุด สูงกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90*	-0.5 to 19.5 (4.3) ***72.3%***
7. ค่าต่ำสุดเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน (องศาเซนเซียสต่อทศวรรษ) *ค่าต่ำสุดเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน*	-0.28 to 1.85 (0.64) ***72.3%***

Rainfall extreme

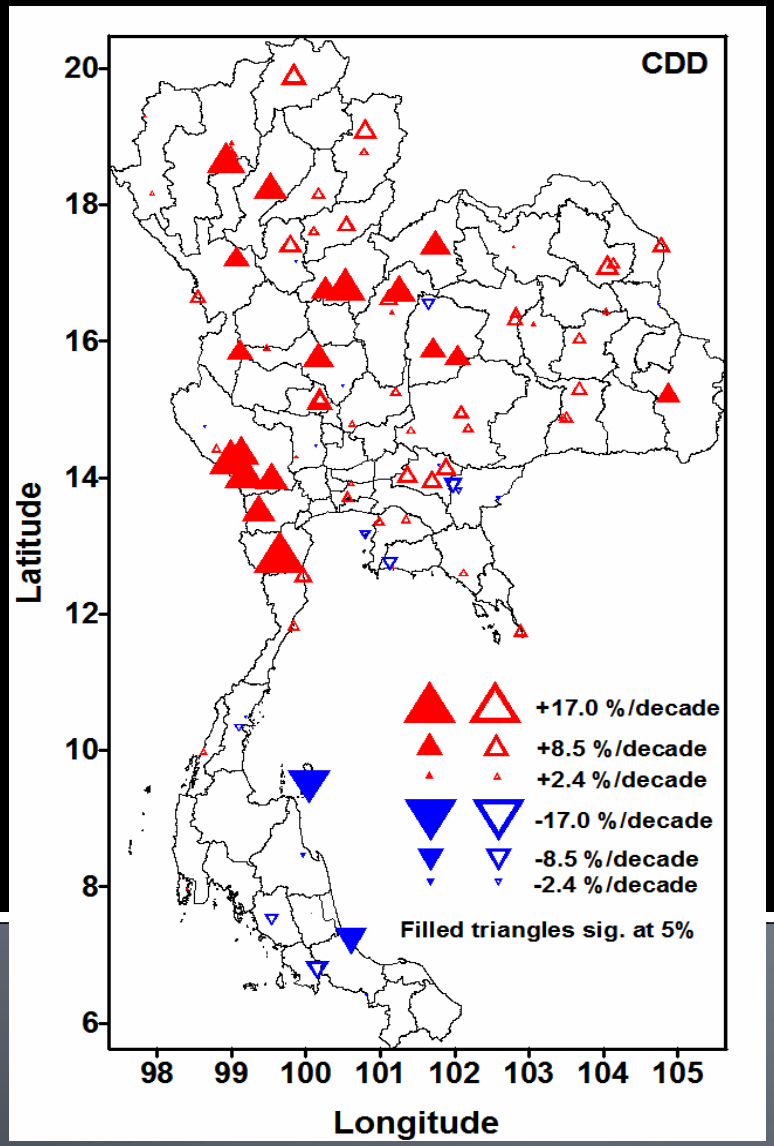


Simple daily intensity index (SDII)

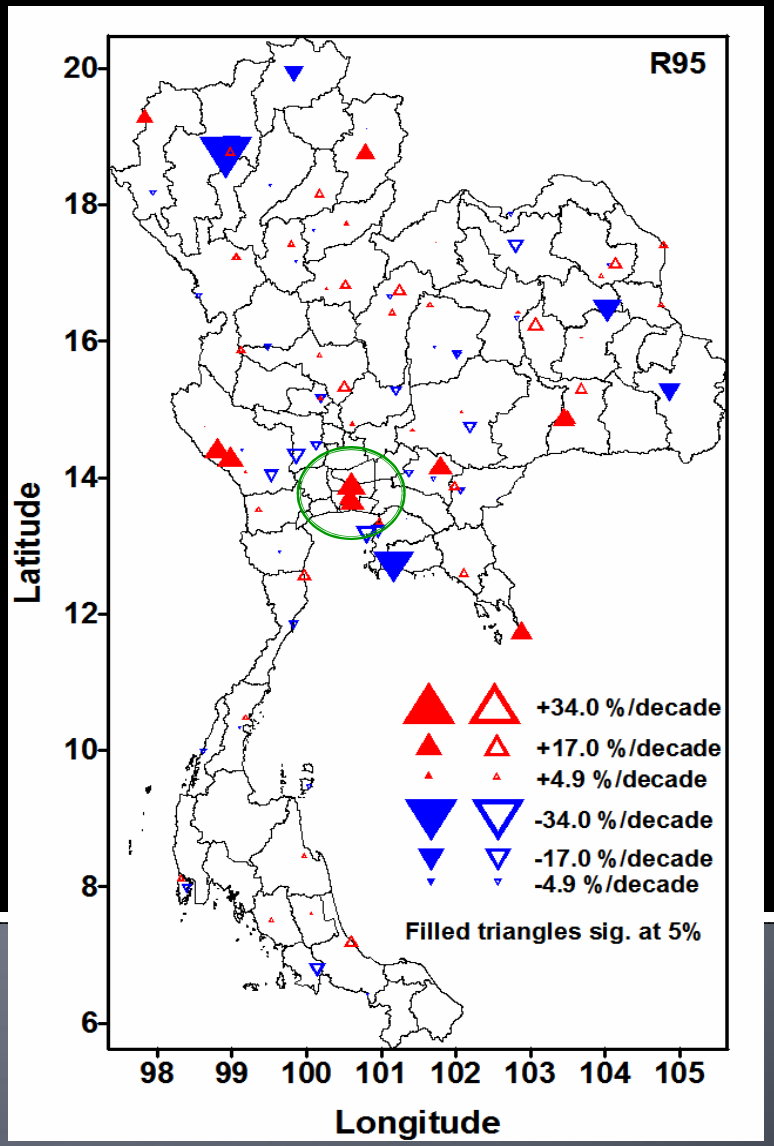


Maximum 1-day rainfall amount (RX1day)

Drought and Heavy Rain

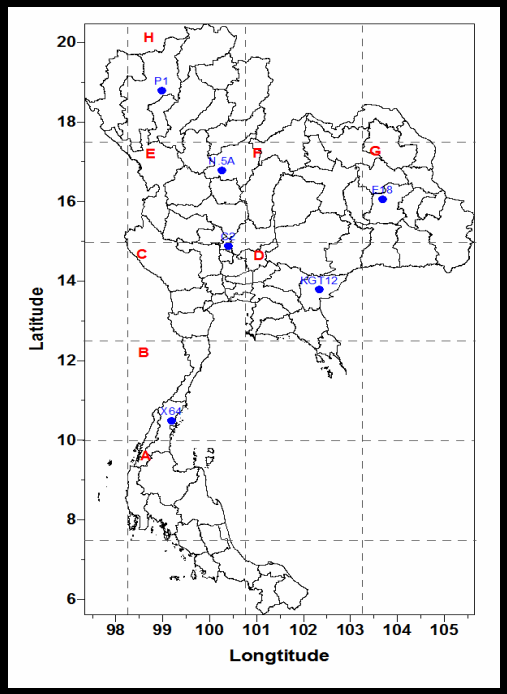


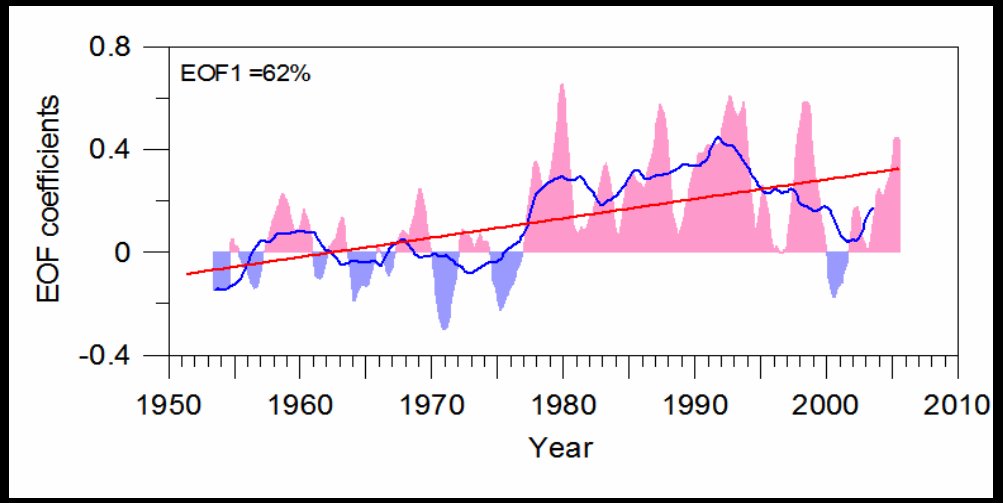
Consecutive dry day (CDD)

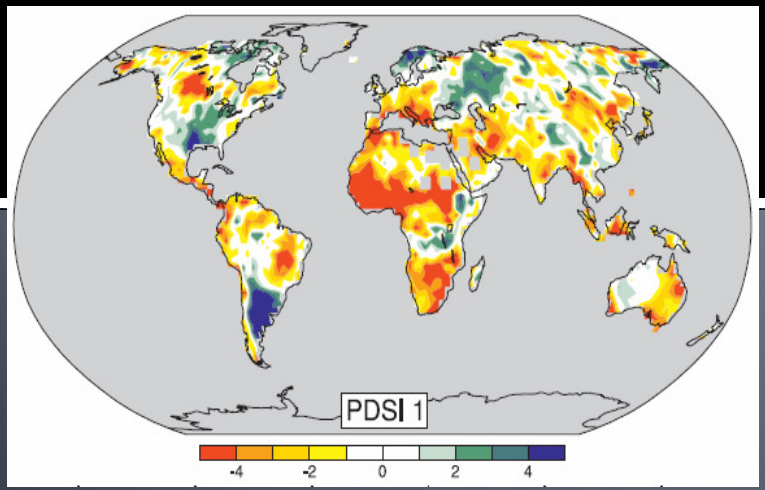


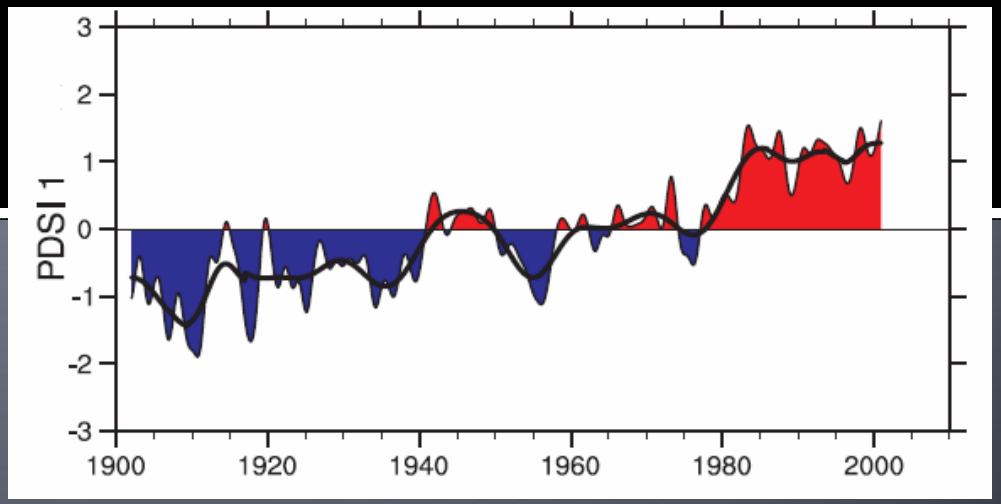
Heavy rainfall amount

PSDI(Palmer Severity Drought Index)



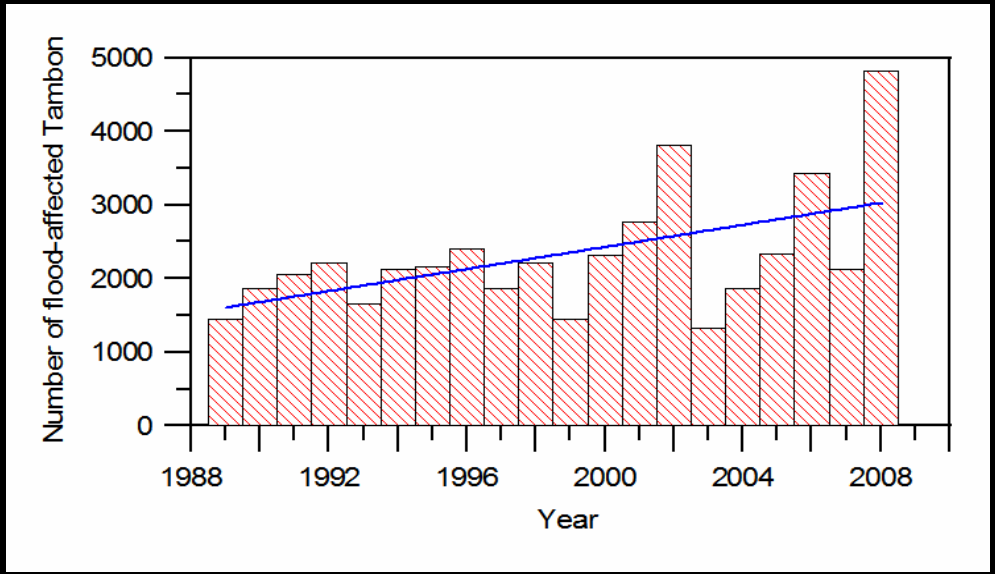


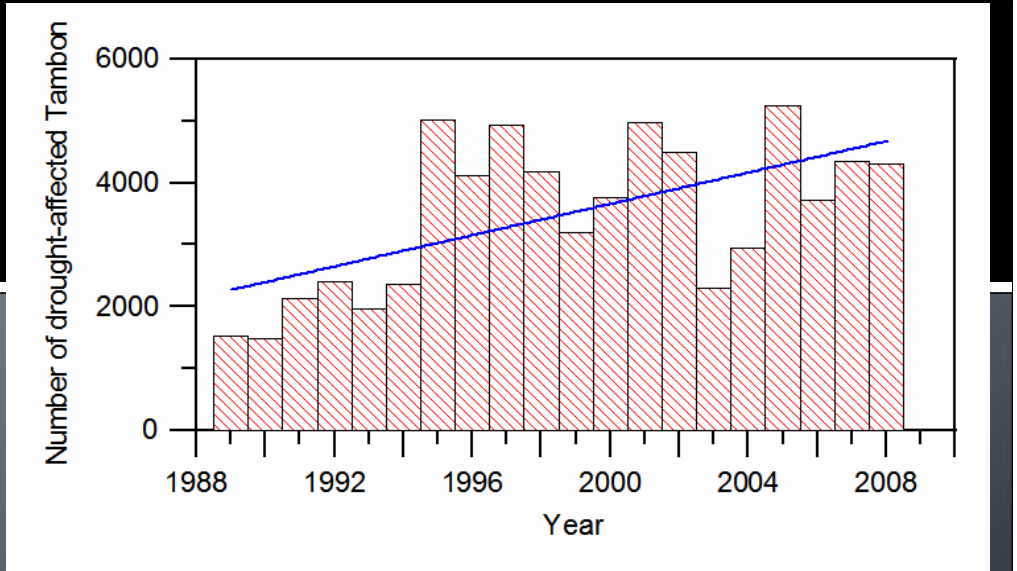




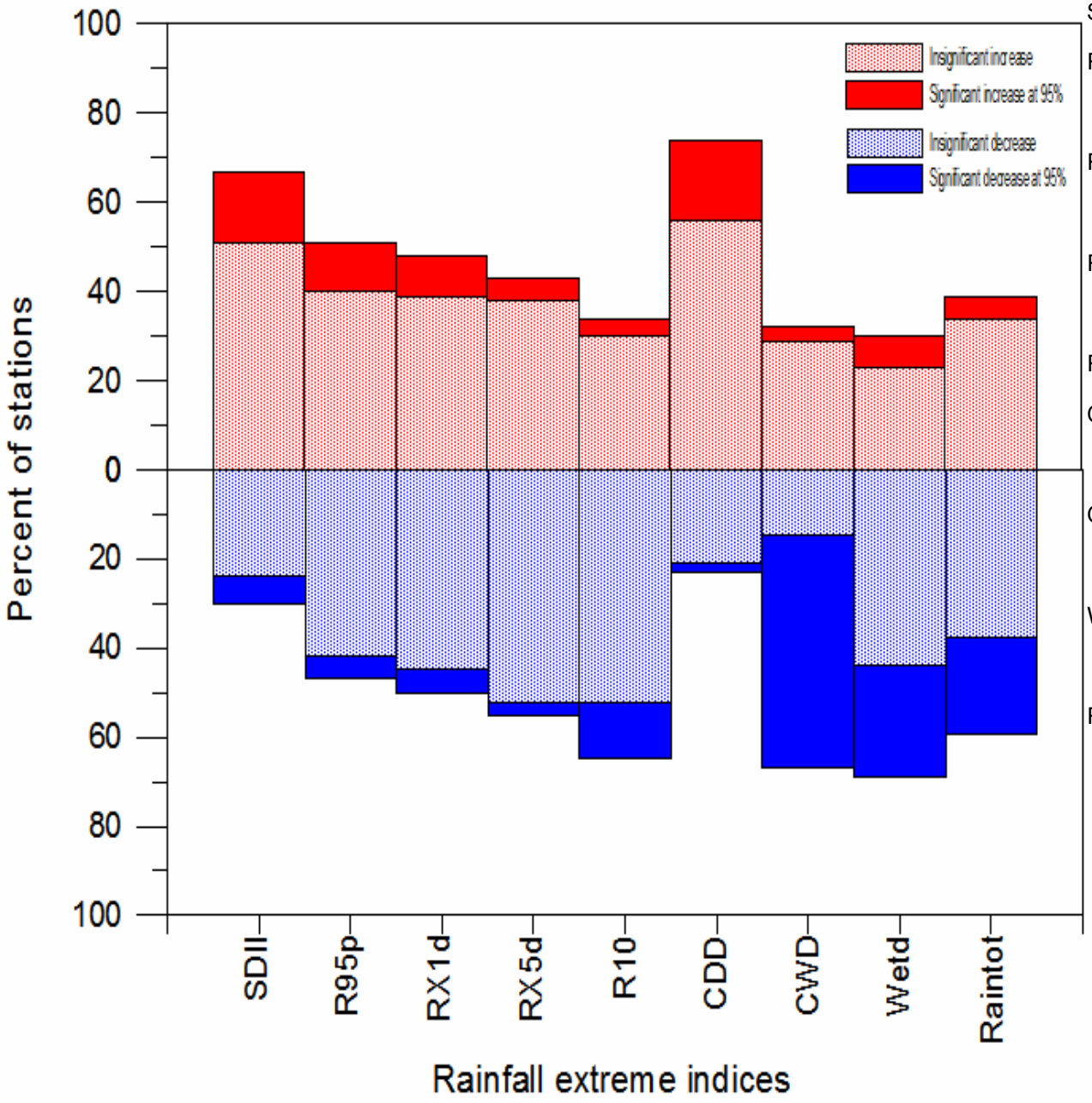
Effects on Thailand

อุทกภัย/ภัยแล้ง มีความถี่และรุนแรงขึ้น





ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย



SDII=ดัชนีความแรงฝนรายวัน

R95p=ดัชนีปริมาณฝนรวมของเหตุการณ์ฝนตกหนัก

RX1d=ดัชนีปริมาณฝนรวมสูงสุดในรอบ 1 วัน

RX5d =ดัชนีปริมาณฝนรวมสูงสุดในรอบ 5 วัน

R10=ดัชนีจำนวนวันฝนตกหนัก

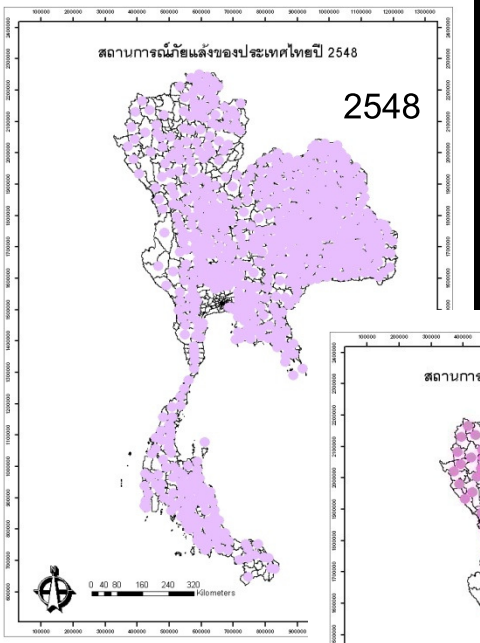
CDD=ดัชนีระยะเวลาฝนไม่ตกอย่างต่อเนื่อง

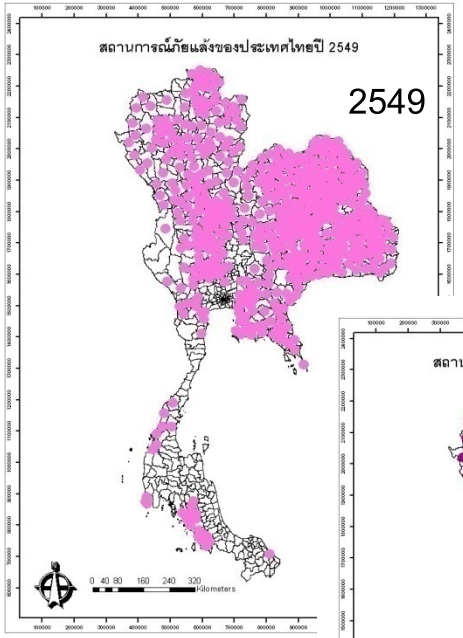
CWD=ดัชนีระยะเวลาฝนอย่างต่อเนื่อง

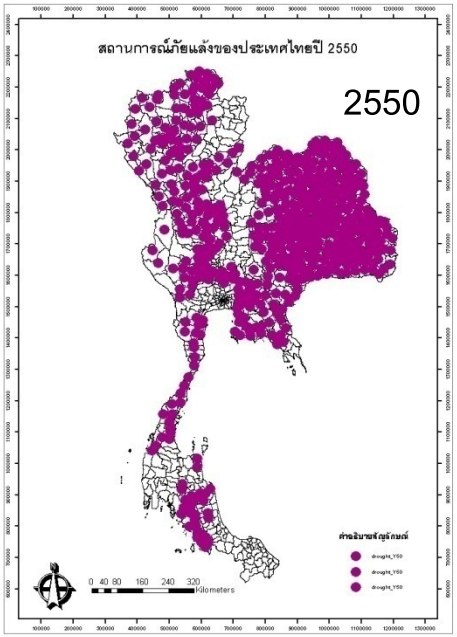
Wetd=ดัชนีจำนวนวันฝนตกรวมรายปี

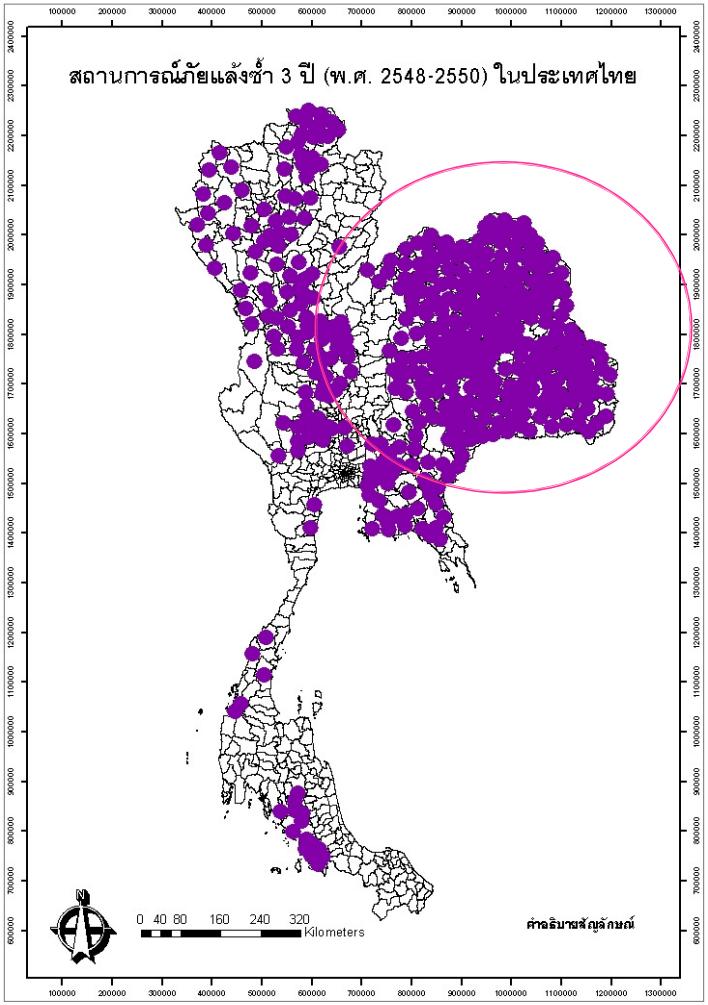
Raintot=ดัชนีปริมาณฝนรวมรายปี

Frequent drought-affected area



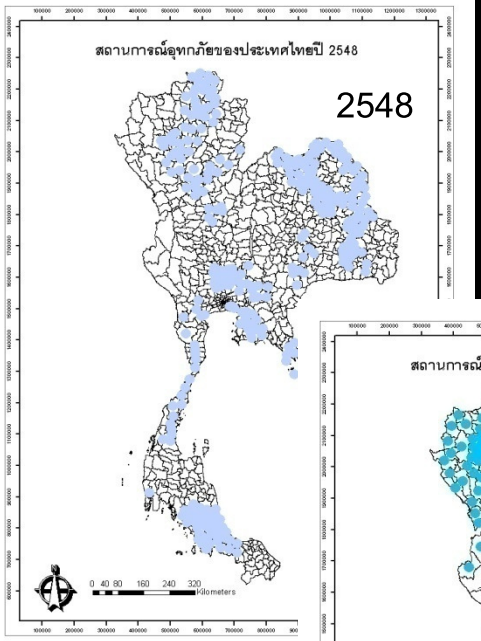


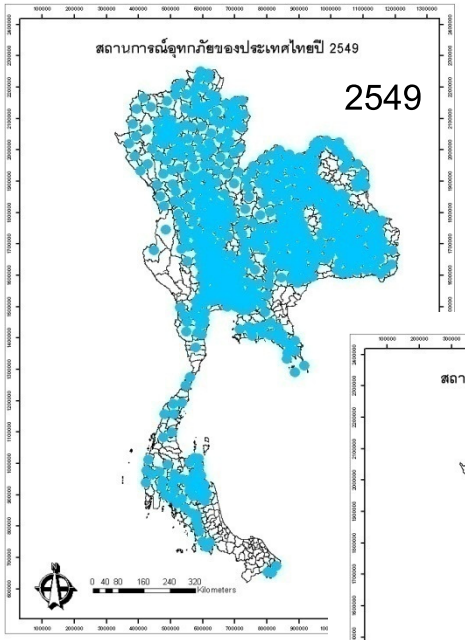


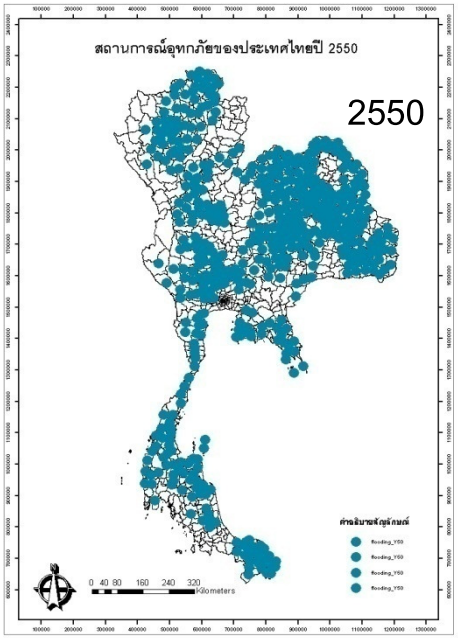


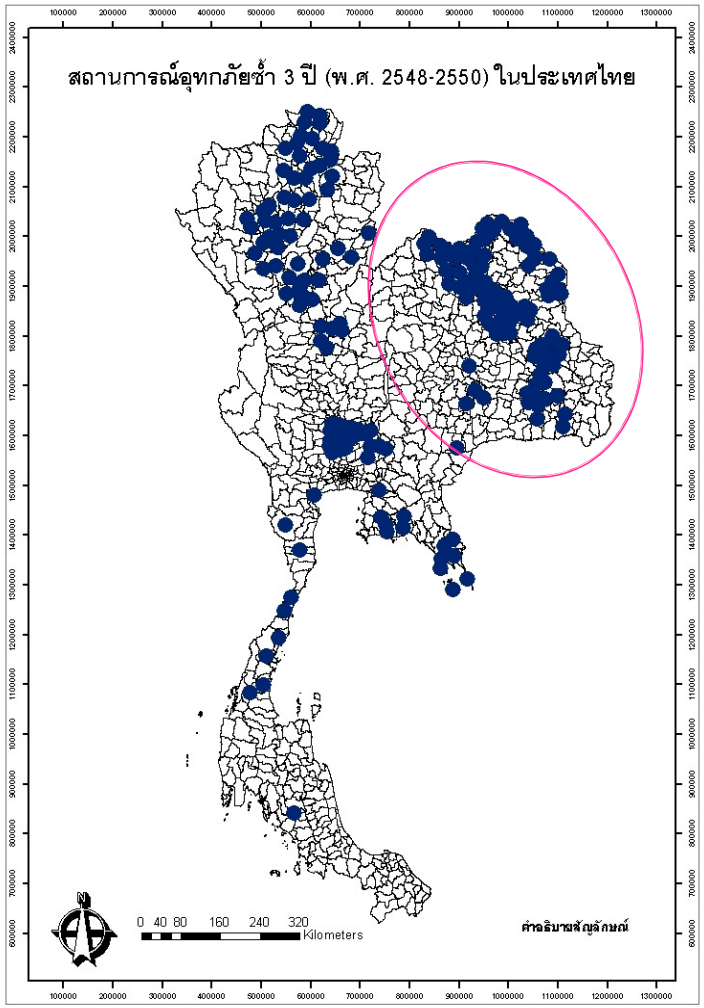
ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

Frequent flooded area



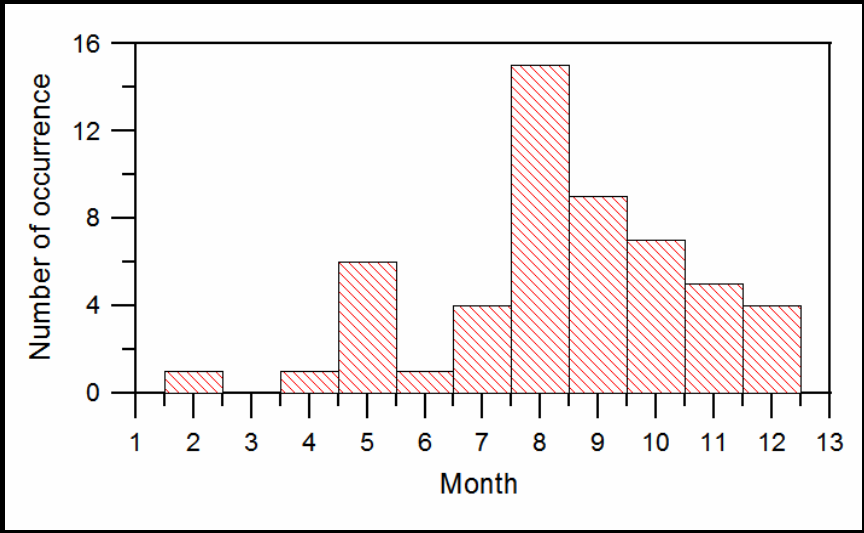






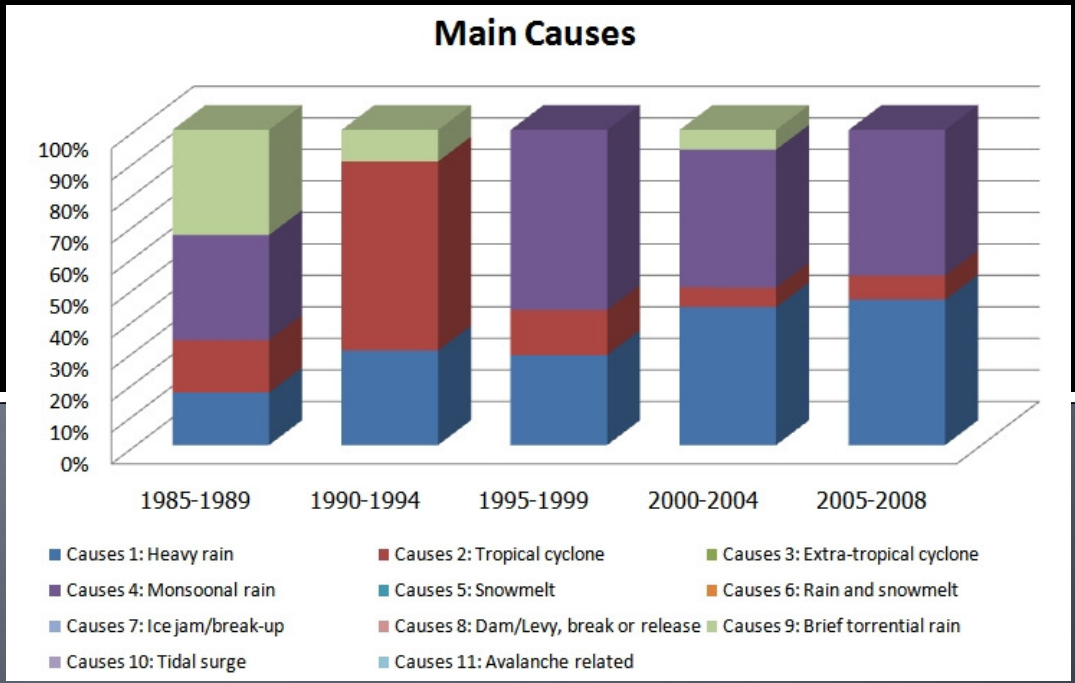
ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

Flood events ค.ศ. 1985 – 2008

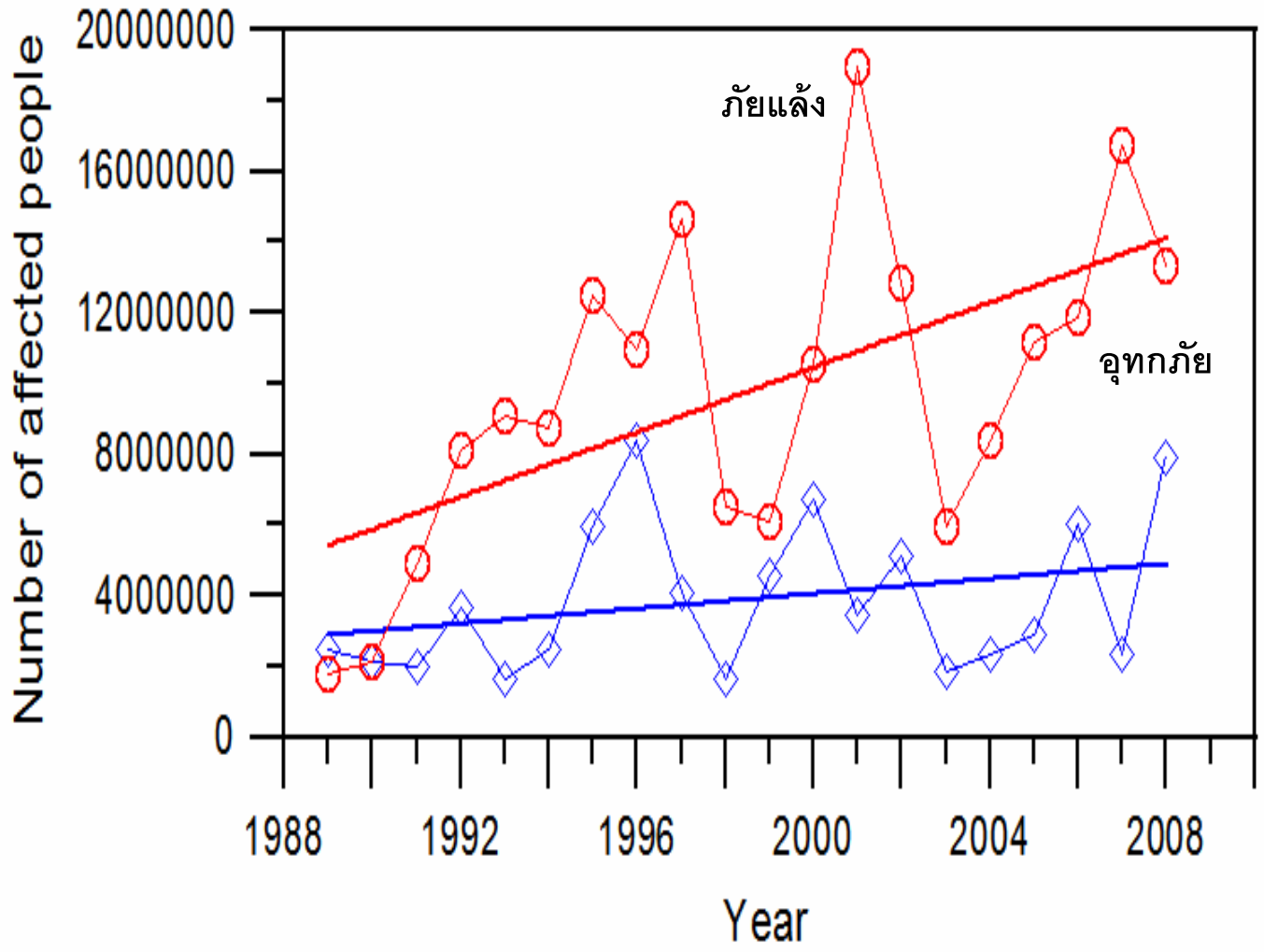


จำนวนเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่รายเดือนในประเทศไทย
ในระหว่างปี ค.ศ. 1985 – 2008

สาเหตุของเหตุการณ์น้ำท่วมในประเทศไทย
ในระหว่าง ปี ค.ศ. 1985 - 2008

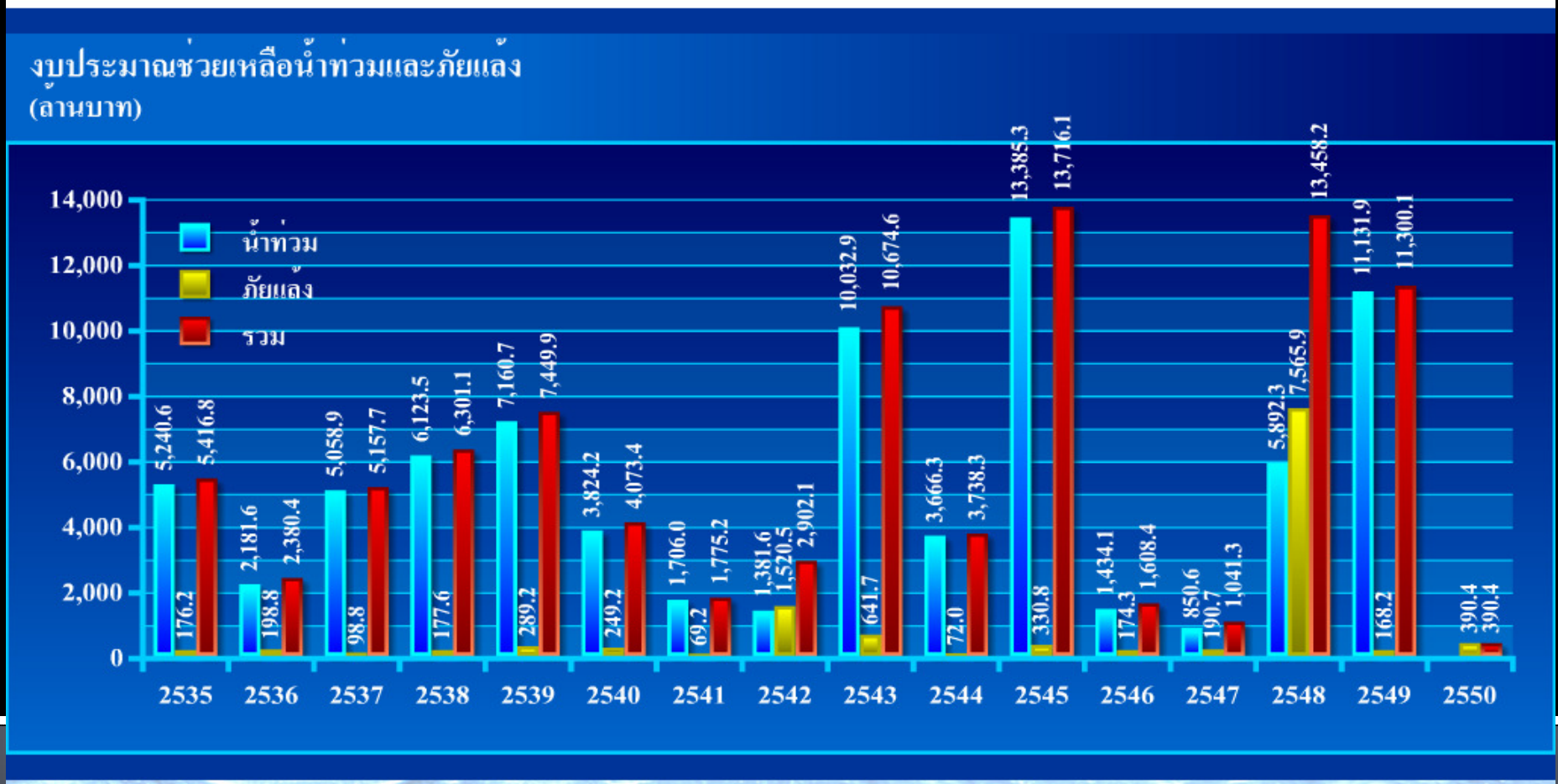


ที่มา: Dartmouth Flood Observatory



ที่มา: กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

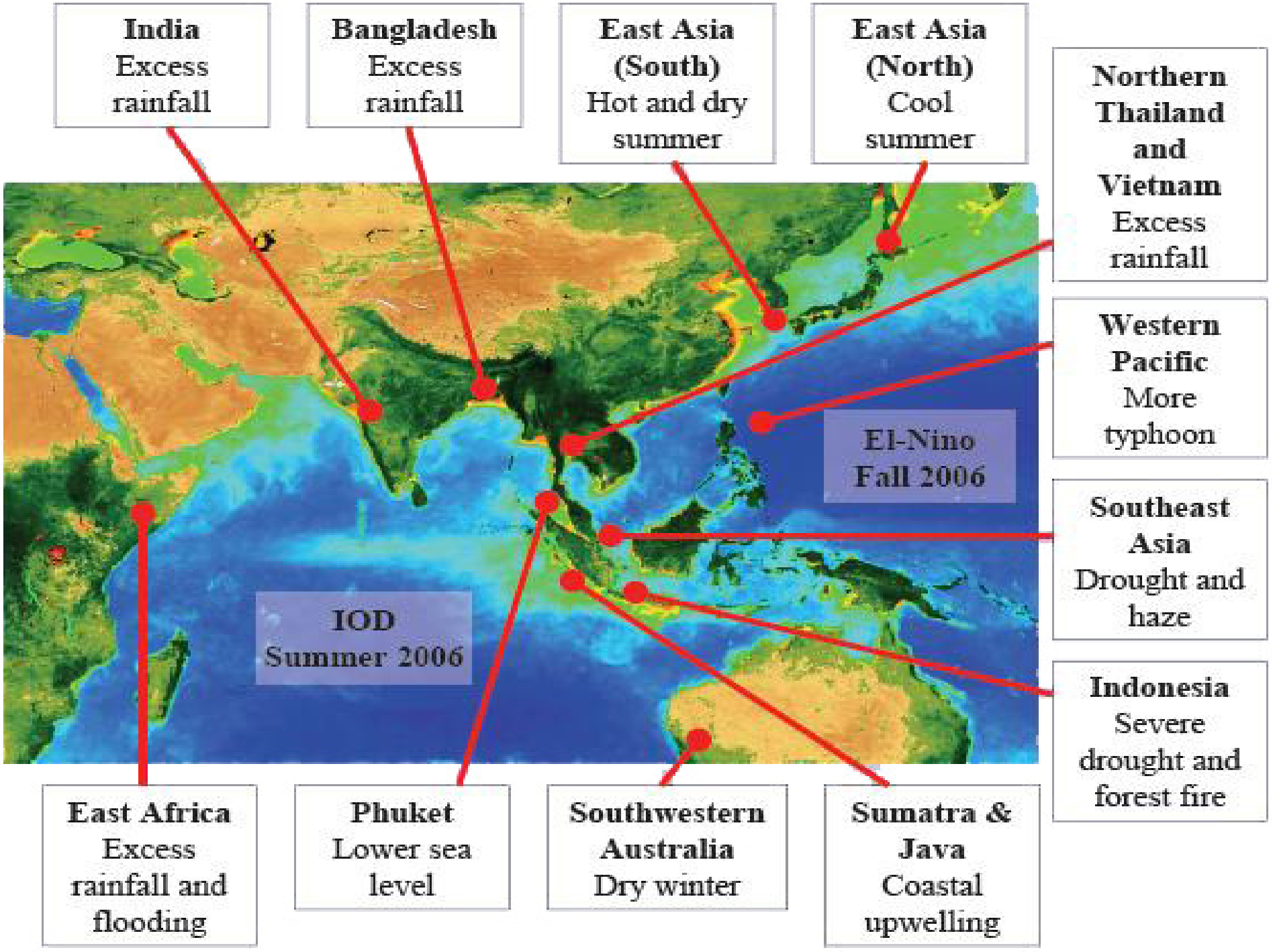
งบประมาณช่วยเหลือน้ำท่วมและภัยแล้ง

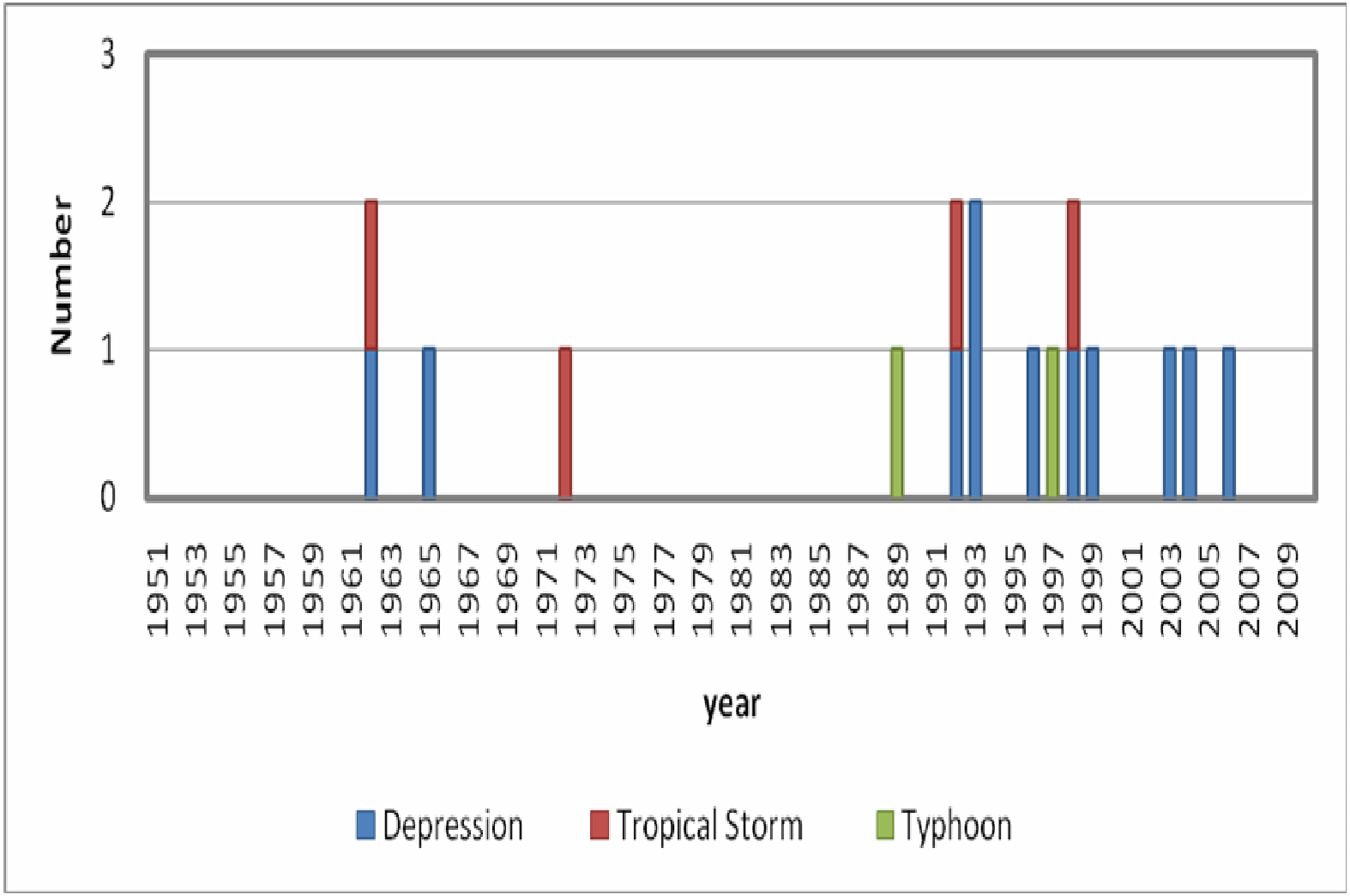


ที่มา : กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

Phenomena that affect extreme climate in Thailand

คาบเวลา	ปรากฏการณ์
ความแปรผันเชิงฤดูกาล (Seasonal Variation)	■ Monsoon System ■ Intertropical Convergence Zone ■ Subtropical Gyre
ความแปรปรวนภายในฤดูกาล(Intraseasonal Variability)	■ Madden Julian Oscillation (MJO) ■ Planetary Waves ■ Oceanic Instability
ความแปรปรวนระหว่างรอบปี(Interannual Variability)	■ El Niño Southern Oscillation (ENSO) ■ Indian Ocean Dipole (IOD)
ความแปรปรวนในคาบทศวรรษ (Decadal Variability)	■ Pacific Decadal Oscillation (PDO) ■ Decadal Modulation of IOD ■ Cross Equatorial Cell (CEC)
การแลกเปลี่ยนระหว่างแอ่งมหาสมุทร(Inter-basin Exchanges)	■ Indonesian Throughflow (ITF) ■ Deep Overturning Circulation

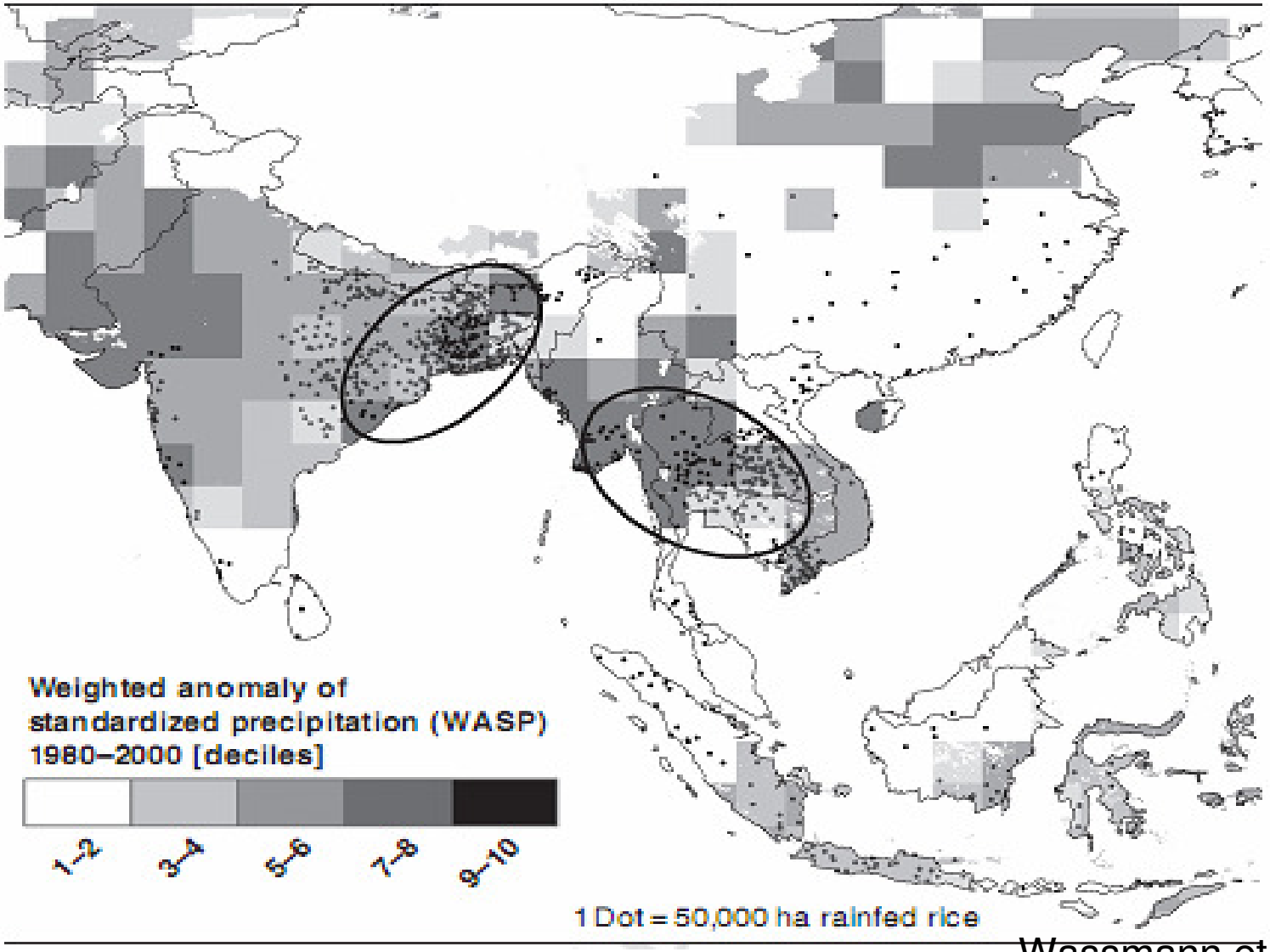

India
Excess rainfall
Bangladesh
Excess rainfall
East Asia (South)
Hot and dry summer
East Asia (North)
Cool summer
Northern Thailand and Vietnam
Excess rainfall
Western Pacific
More typhoon
El-Nino
Fall 2006
Southeast Asia
Drought and haze
IOD
Summer 2006
Indonesia
Severe drought and forest fire
East Africa
Excess rainfall and flooding
Phuket
Lower sea level
Southwestern Australia
Dry winter
Sumatra & Java
Coastal upwelling



แนวโน้ มการเปลี่ ยนแปลงของพายุ หมุ นเขตร้ อนในปั จจุ บั นและในอนาคตเฉพาะที่ เกี่ ยวข้ องกั บประเทศไทยนั้ นยั งไม่ มีการศึ กษาในเรื่ องดั งกล่ าวอย่ างเป็ นระบบ

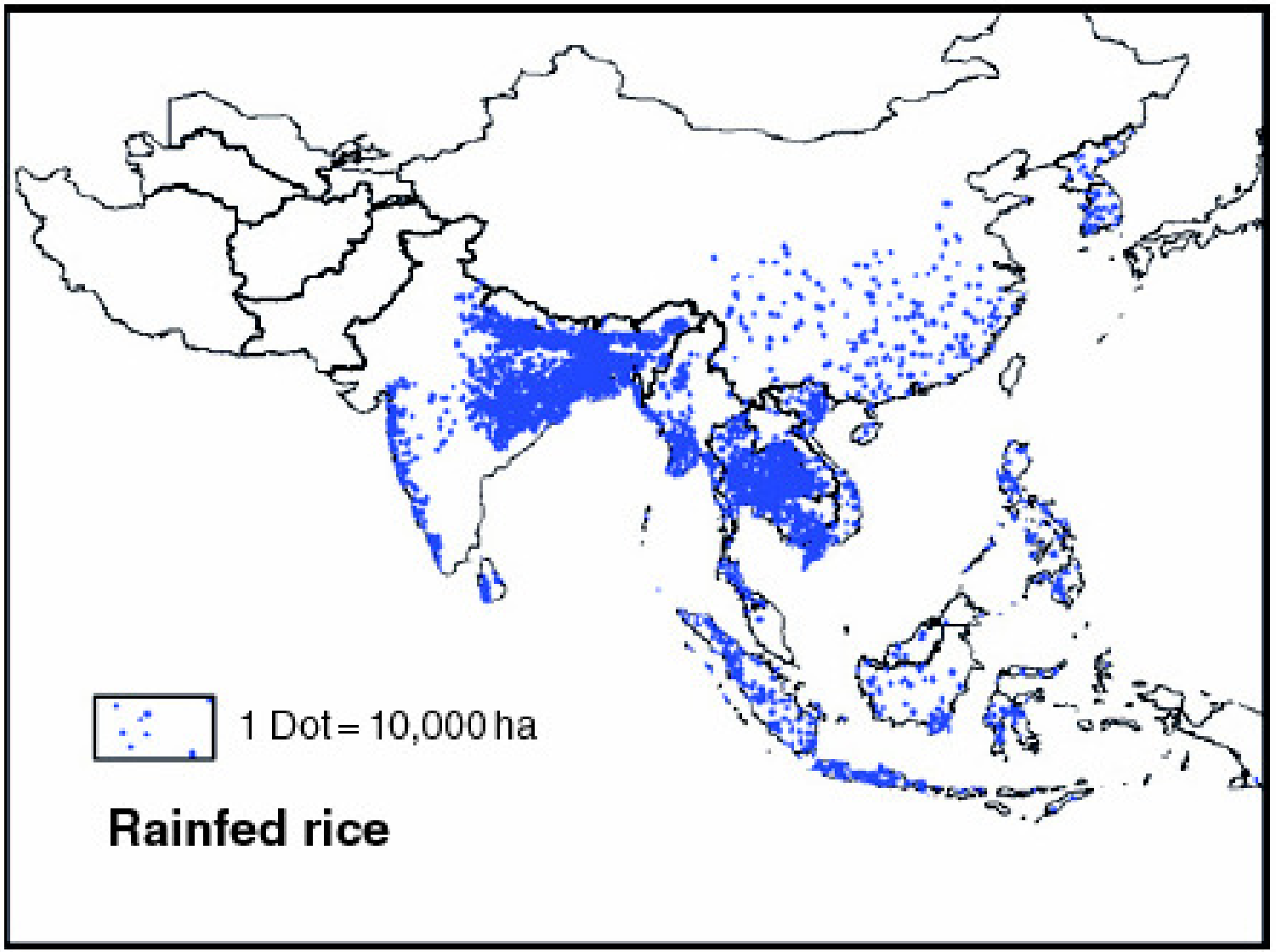
Climate extremes
vs.
Agriculture

Vulnerable to drought

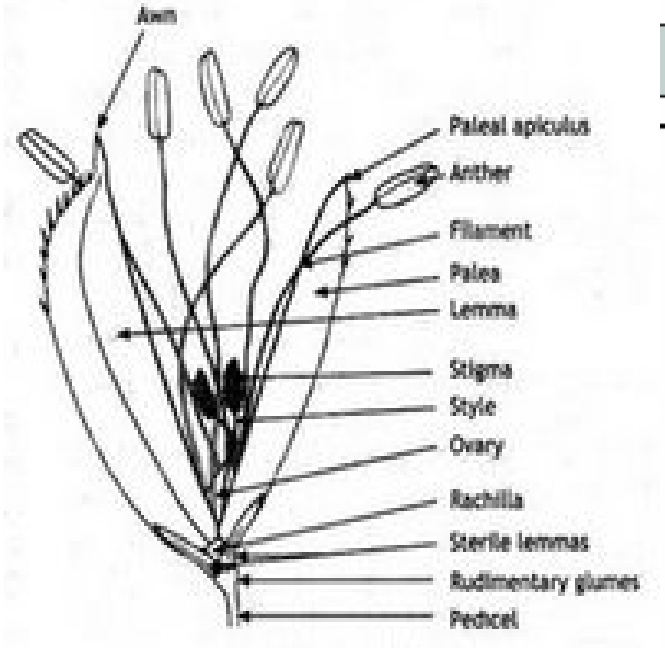


Wassmann et al., 2009b

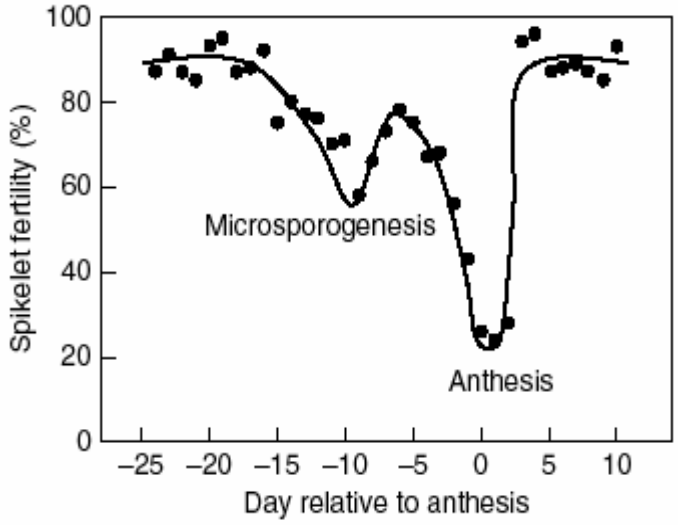
Rainfed rice

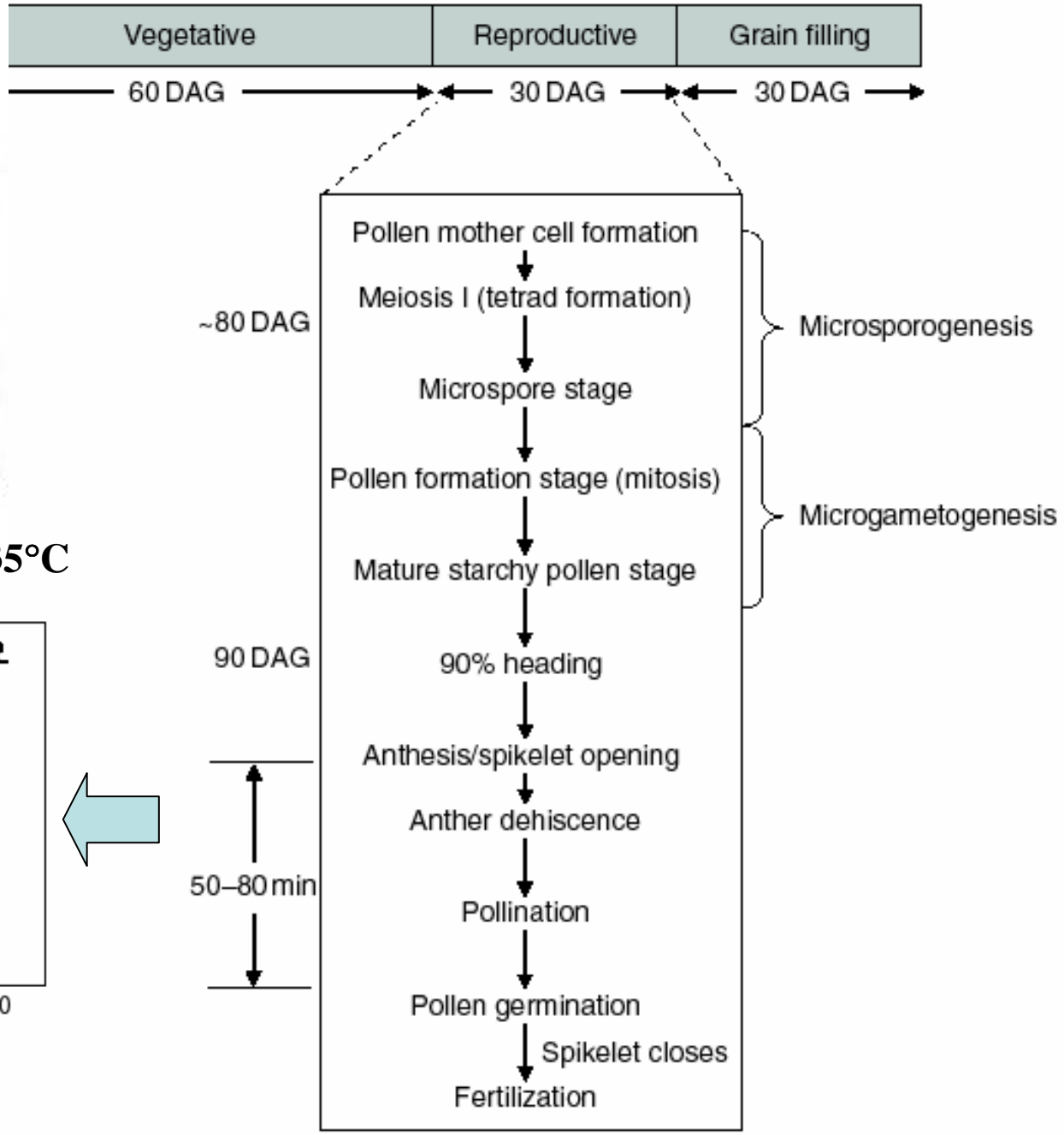


Wassmann et al., 2009b



BKN6624-46-2 exposed to 35°C





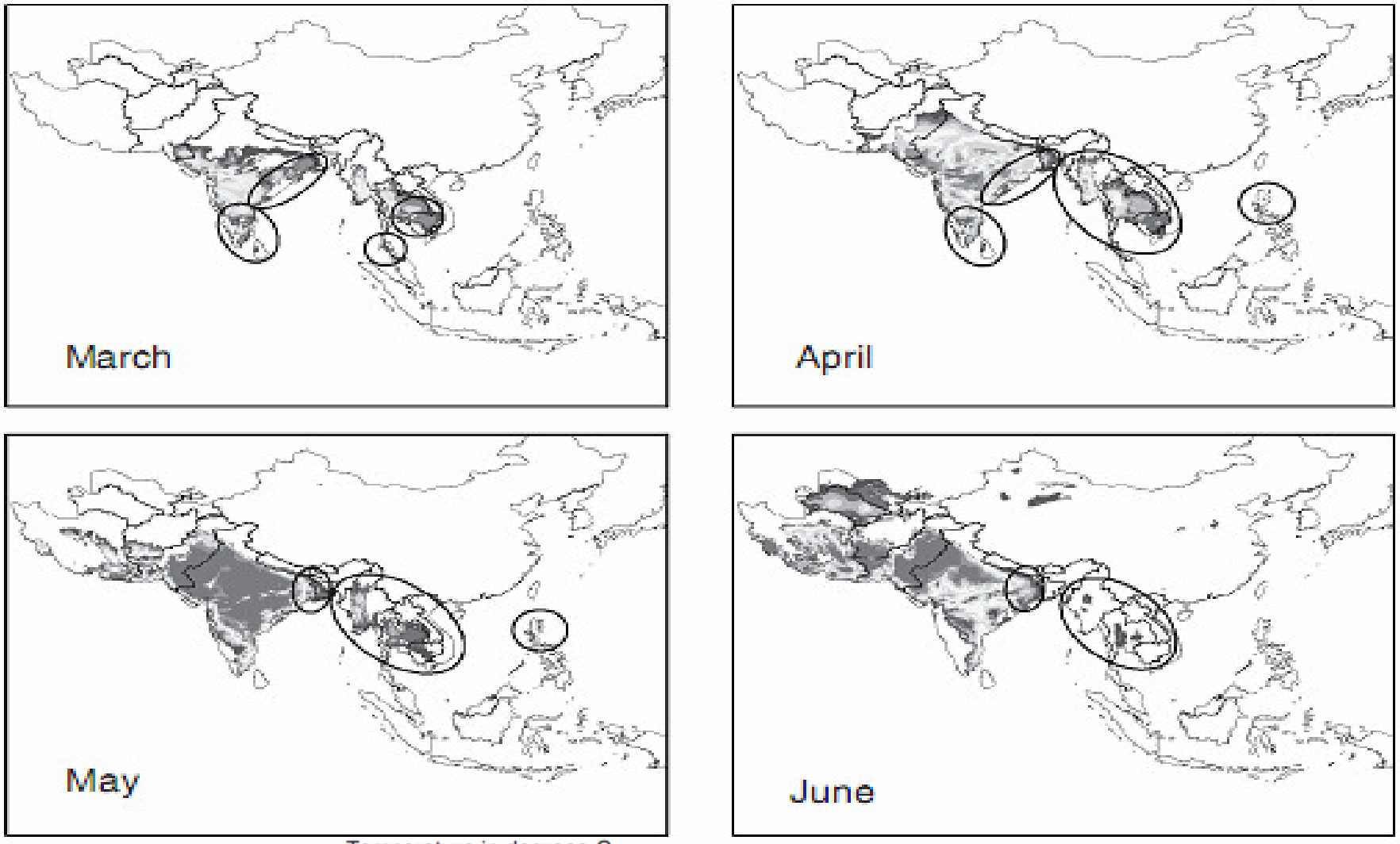
Wassmann et al., 2009

Threshold: **35/25 C**

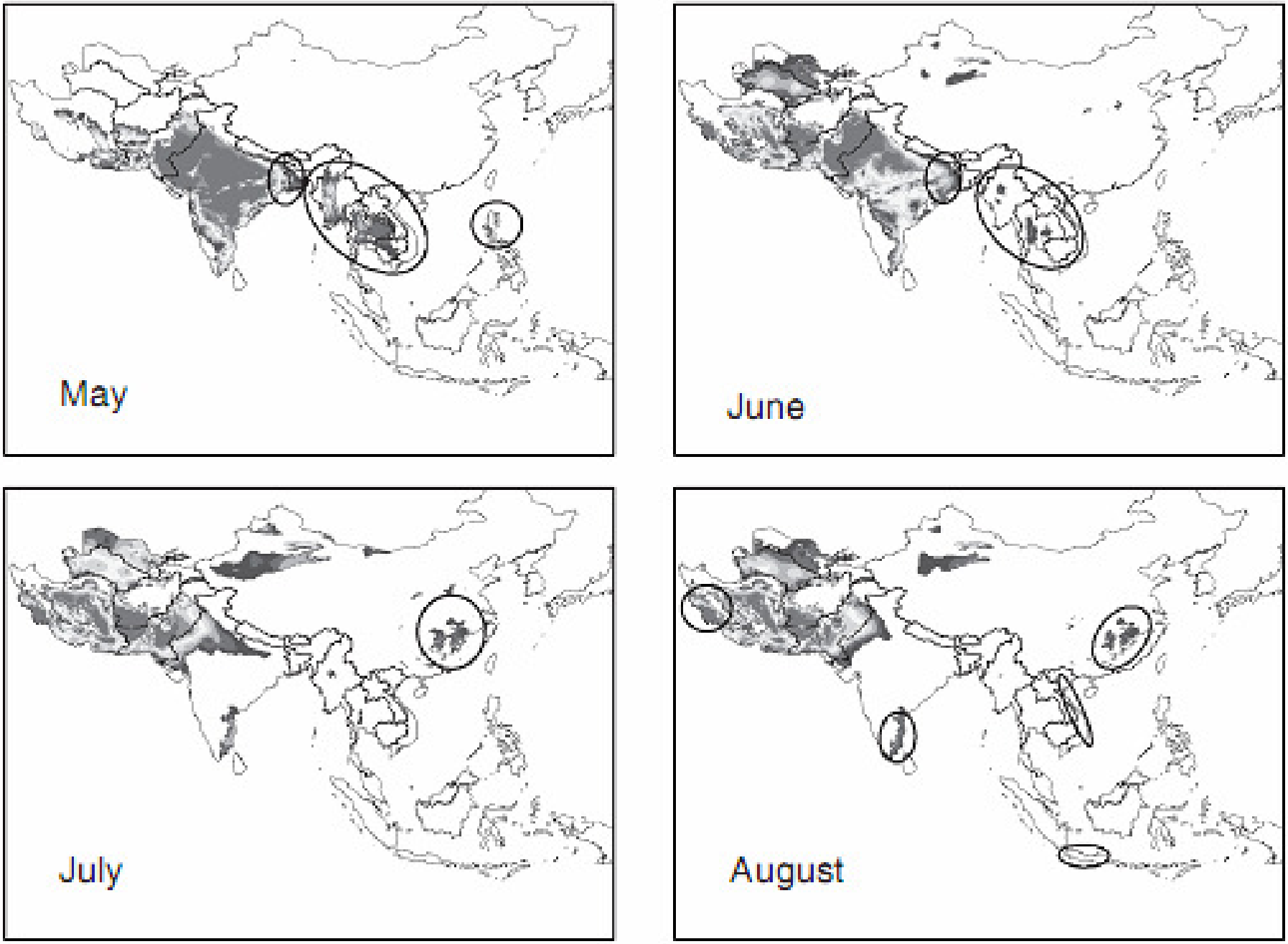
Low **High** **Medium**

Pictures modified from Watanabe et al., 2005

Where are the hot spots?



Wassmann et al., 2009b



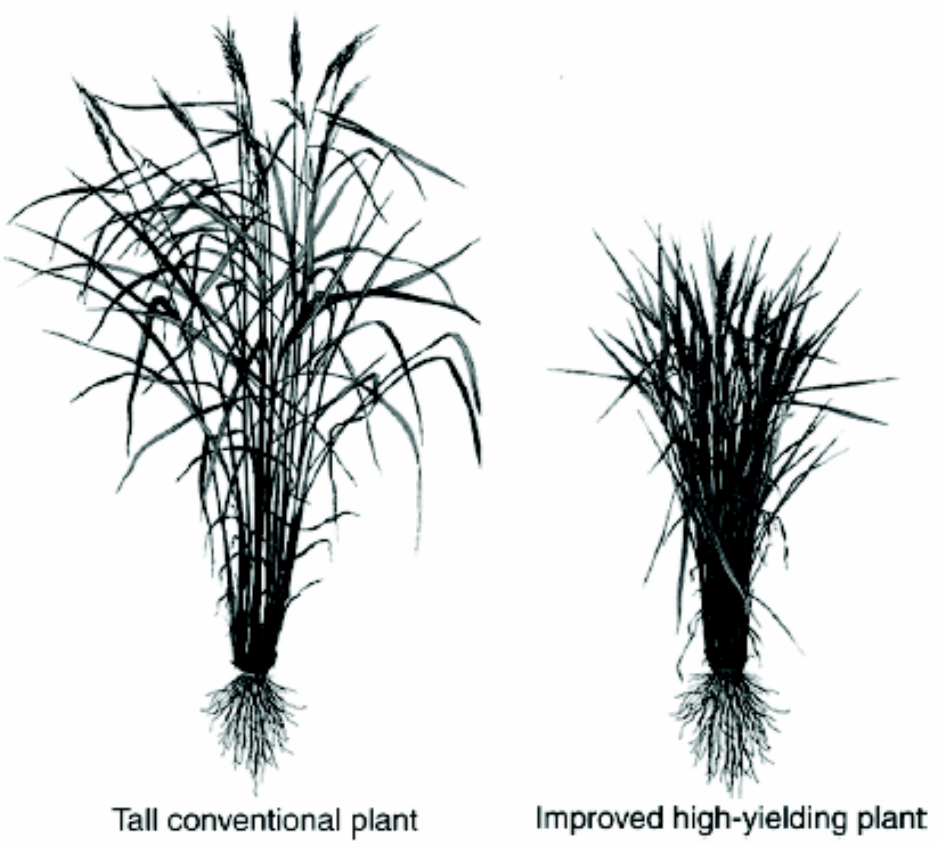
Wassmann et al., 2009b

What are needed?

- **The importance of temperature and duration interactions in actual field experiments and inclusion in future crop model.**
- **Present crop model have the genotypic difference in critical temperature thresholds causing sterility incorporated in them, the possibility of an interaction between temp and duration of exposure is assumed to be non significant**
- **Current modeling of response of rice to high temp: mean temperature, number of days with max and min temp, but anthesis is extremely sensitive to hourly time course of temperature—thus need flowering model**

Breeding & Genetic manipulation

- Transpiration cooling (cooling due to transpiration makes spikelet temperature lower than ambient temp—how much temp different depends on humidity (lower humidity, higher difference)
  - Better canopy architecture such as variety with panicles surrounded by plant leave canopy



Wassmann et al., 2009b

Response to drought

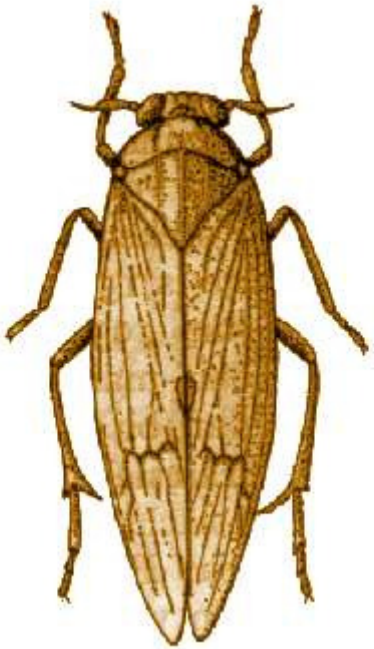
- Production of rice, maize, and wheat has declined in many parts of Asia;
  - Increasing water stress partly due to increasing temperature
  - increasing frequency of El Niño
  - Reduction in number of rainy days

- Decrease food security and increase vulnerability of poor rural farmers

- Rice relies on amply water supply, thus, more vulnerable to drought stress than other cropping systems—especially rainfed rice

IRRI, 2009

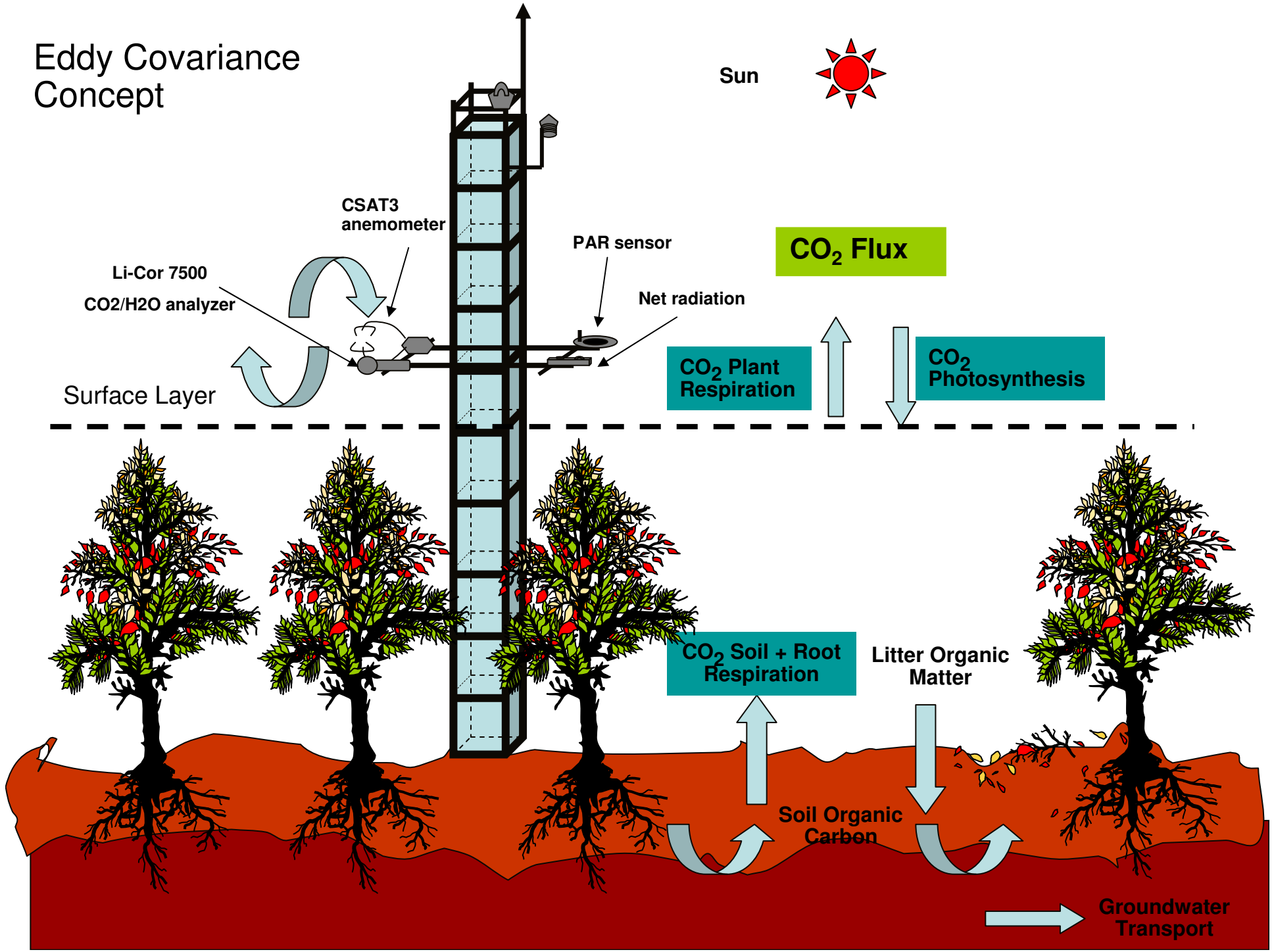
Pest/Insect



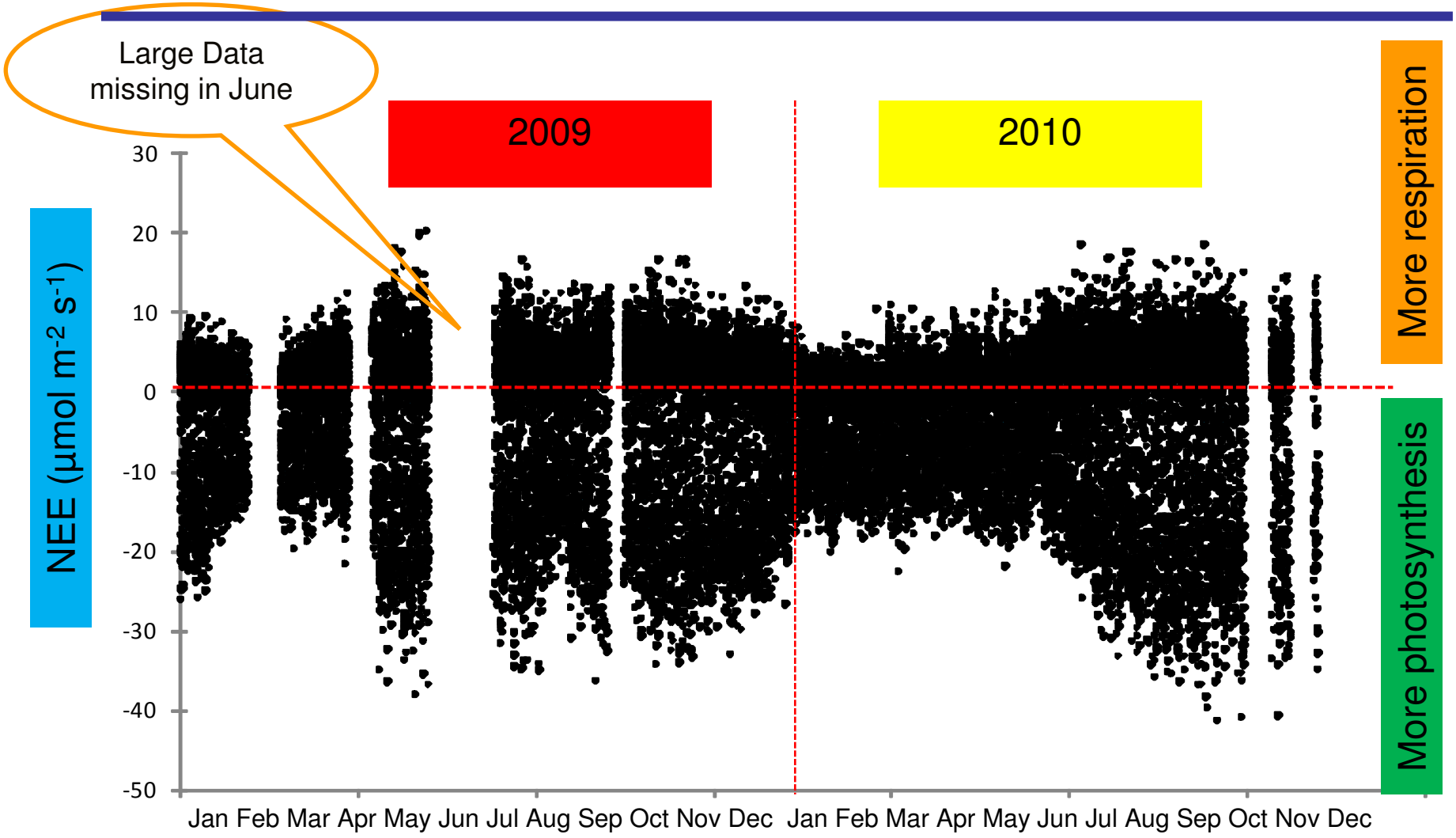
Climate extremes vs. Forest

Monitoring Tower

Installation of CO_2/H_2O analyzer (Licor-7500)


Eddy Covariance Concept
Sun
CSAT3 anemometer
PAR sensor
Li-Cor 7500
CO2/H2O analyzer
Net radiation
CO_2 Flux
Surface Layer
CO_2 Plant Respiration
CO_2 Photosynthesis
CO_2 Soil + Root Respiration
Litter Organic Matter
Soil Organic Carbon
Groundwater Transport

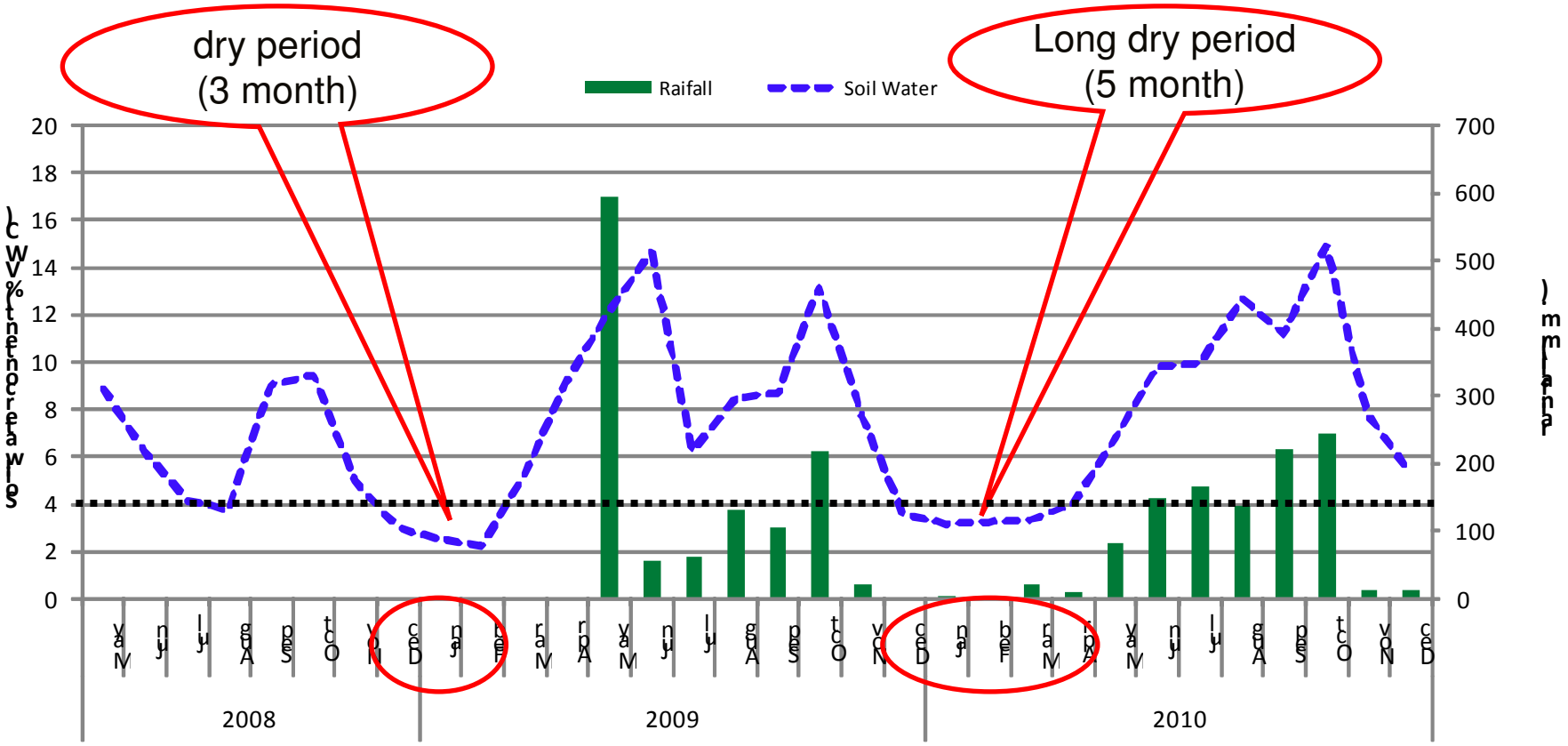
Seasonal patterns of net CO_2 exchange in Dry dipterocarp forest



n = 27718 half- hours data set (79% data set)

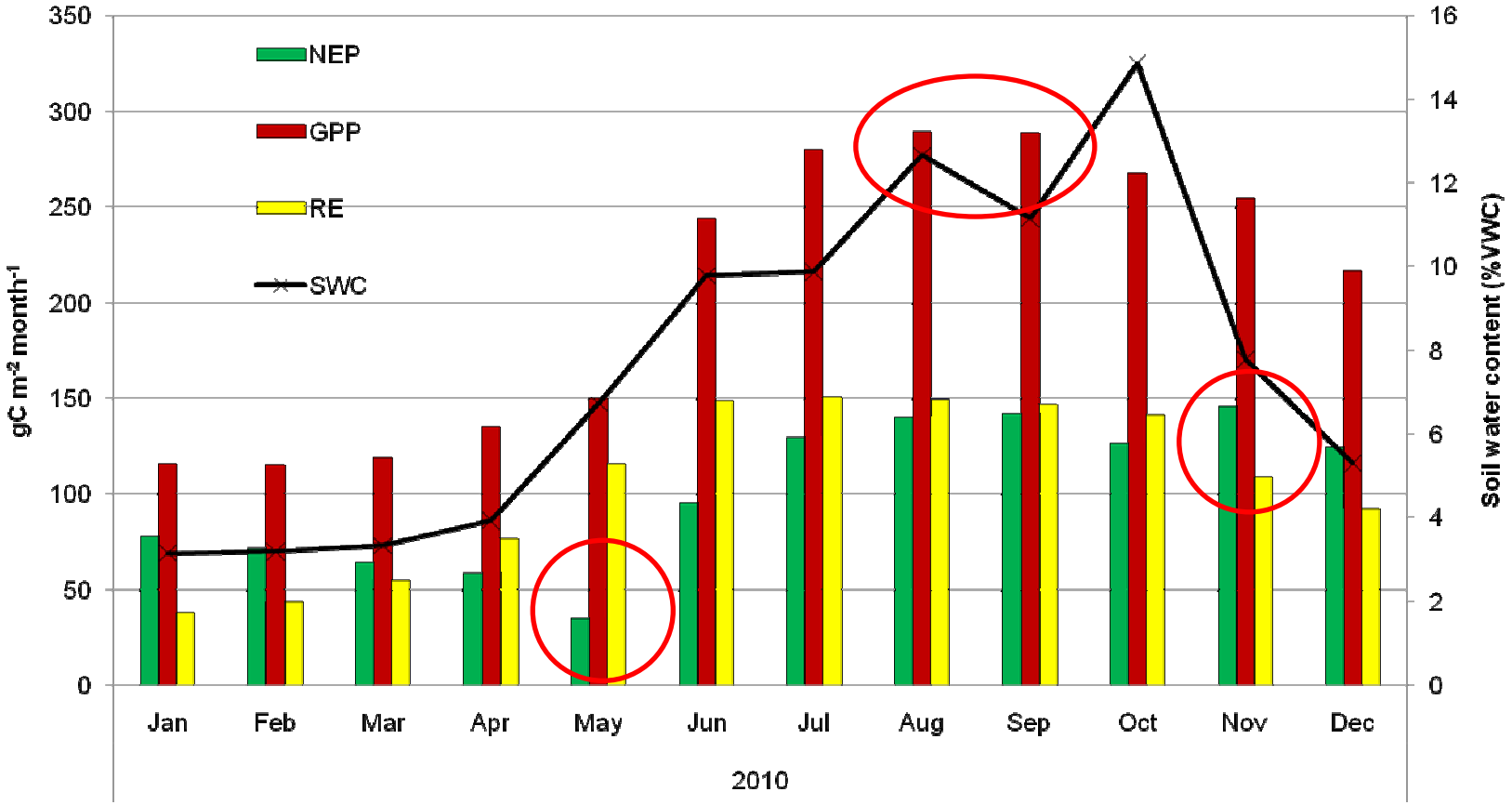
KMUTT SIIT-TU KMITNB CMU PSU JGSEE The Joint Graduate School of Energy and Environment

Seasonal patterns of rainfall distribution and soil water content

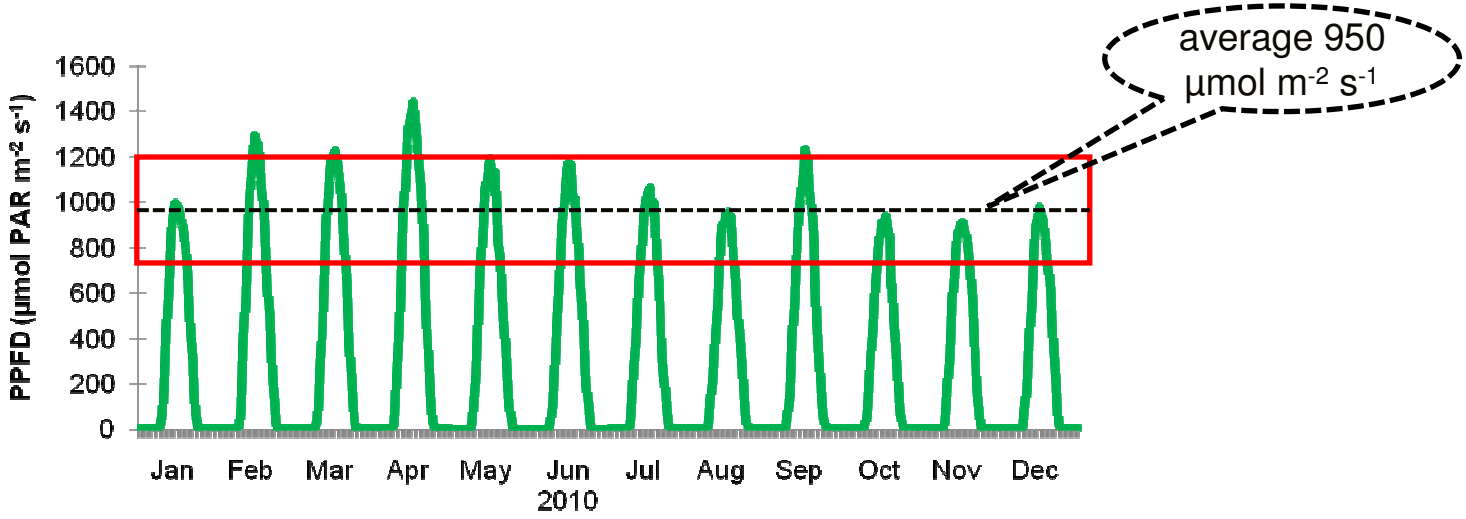


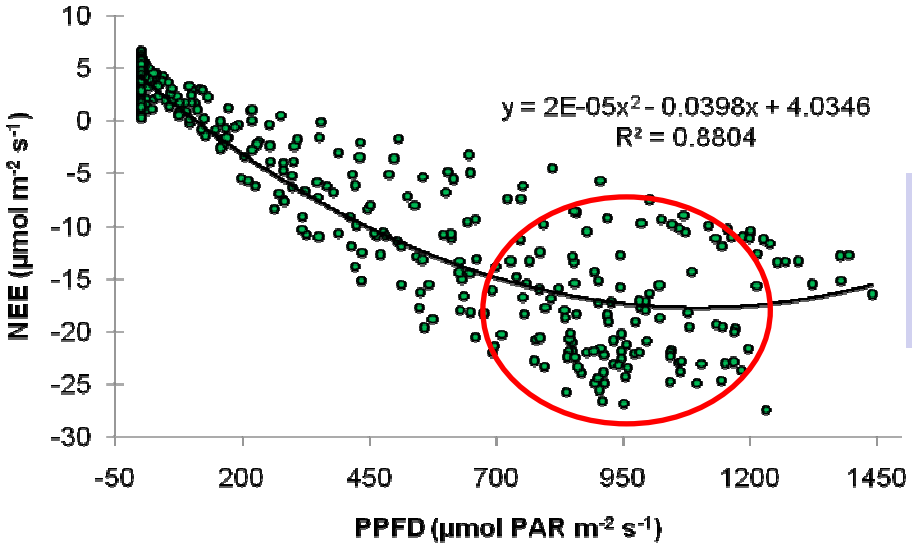
Soil water content
< 4%VWC

Monthly patterns of NEP, GPP, RE and Soil water content



Monthly patterns of photosyntheticall active radiation and relationship between PPFD and NEE

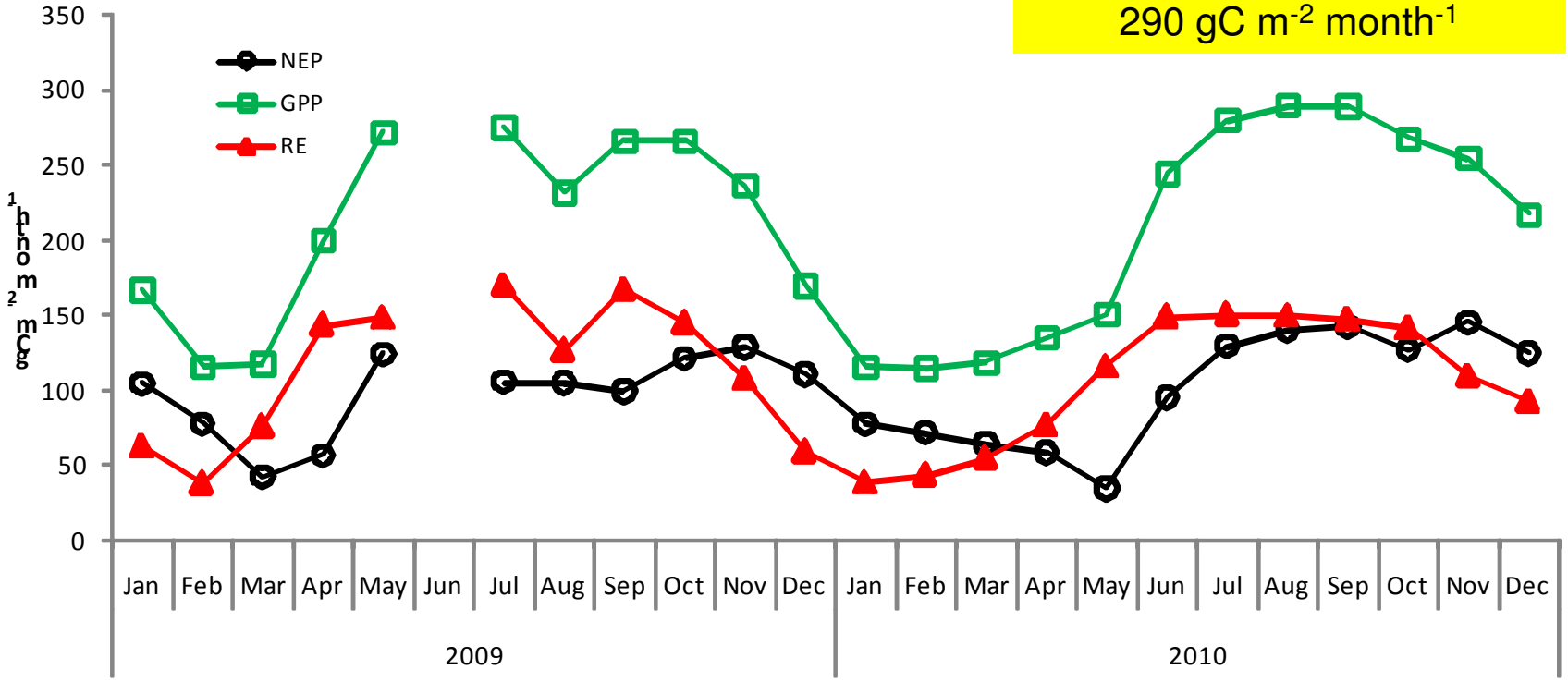




PPFD Optimum for high Carbon uptake
700-1200 µmol m^{-2} s^{-1}

KMUTT SIIT-TU KMITNB CMU PSU
JGSEE
The Joint Graduate School of Energy and Environment

Monthly totals of NEP, GPP and Re from January 2009 to the of 2010



GPP Maximum in August = 290 gC m^{-2} $month^{-1}$

GPP Minimum in February = 115 gC m^{-2} $month^{-1}$

NEP Maximum in November = 145 gC m^{-2} $month^{-1}$

Preliminary results

The annual NEP in Dry dipterocarp forest shows the net carbon sink

-3.14 µmol $m^{-2}s^{-1}$

or **11.89 $tCha^{-1}yr^{-1}$** in 2009

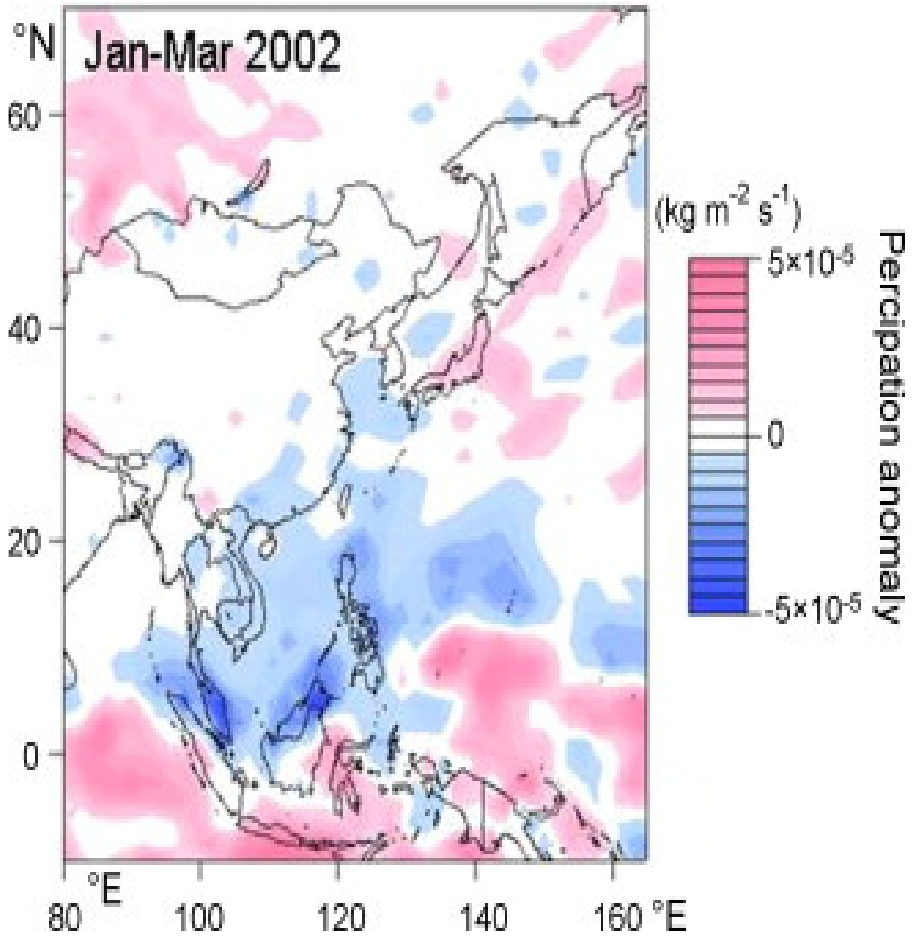
and

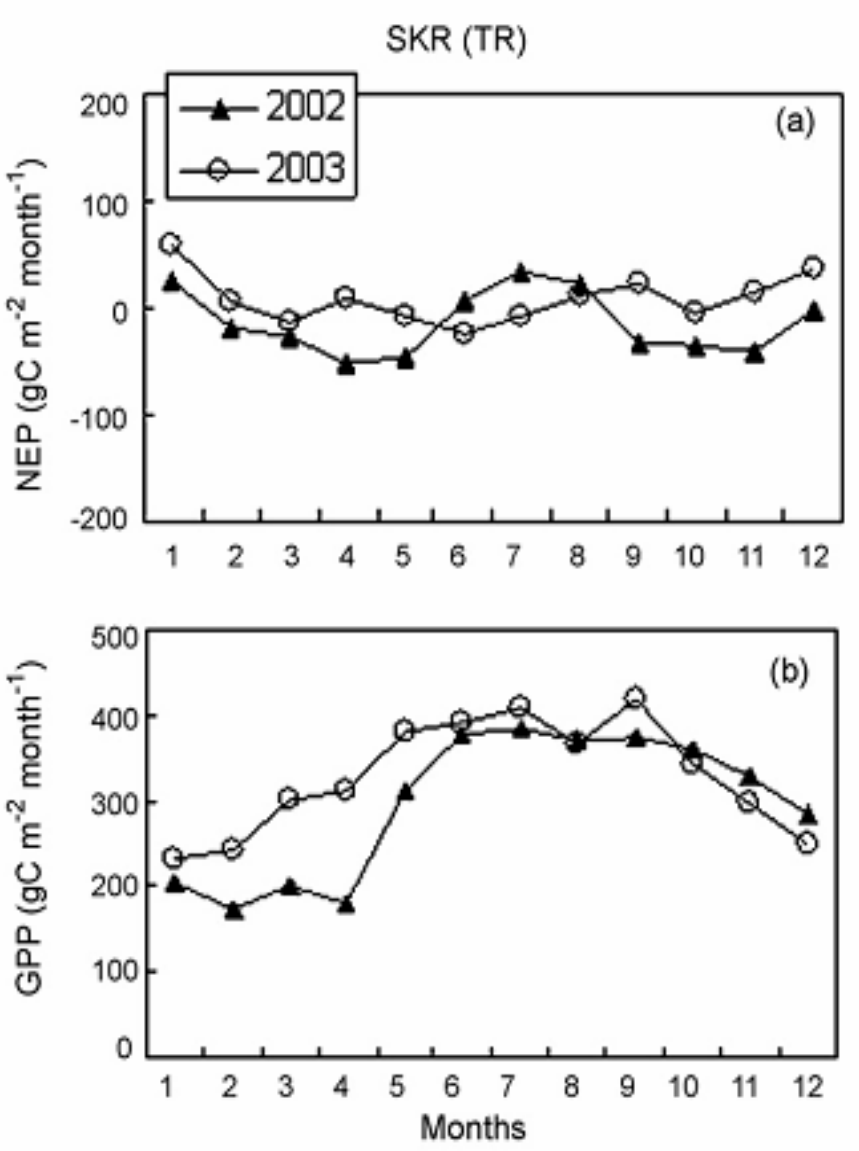
-3.24 µmol $m^{-2}s^{-1}$

or 12.26 $tCha^{-1}yr^{-1}$ in 2010

NEP in Dry dipterocarp forest increasing 0.37 tonnes C ha^{-1} yr^{-1}

Carbon exchange vs. Climate in Southeast Asia





Saigusa et al., 2008

What we should do?

1. Hazard identification

- Monitoring and observation.

- Future projection by GCMs/RCMs and local process modeling.

- Research on the type, magnitude, frequency and characteristics of various hazardous events and resulting disasters.

2. Vulnerability description

Risk=func.(Hazard, vulnerability, deficiencies in preparedness)

The vulnerability is
a set of the conditions and processes resulting from physical, social, economical and environmental factors, and increase the susceptibility
of a community to the impact of hazards.

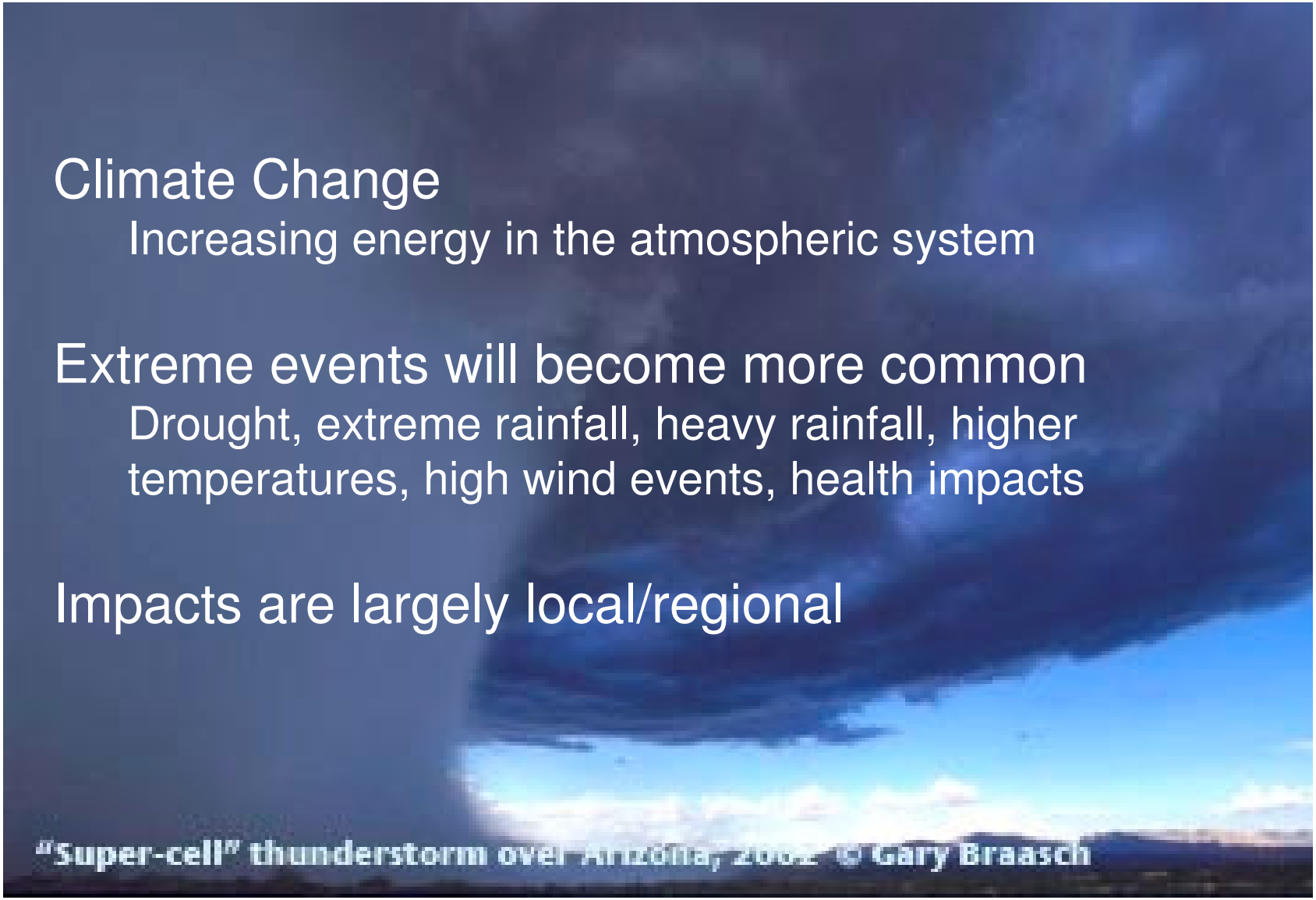
Changes in extreme events (temperature)

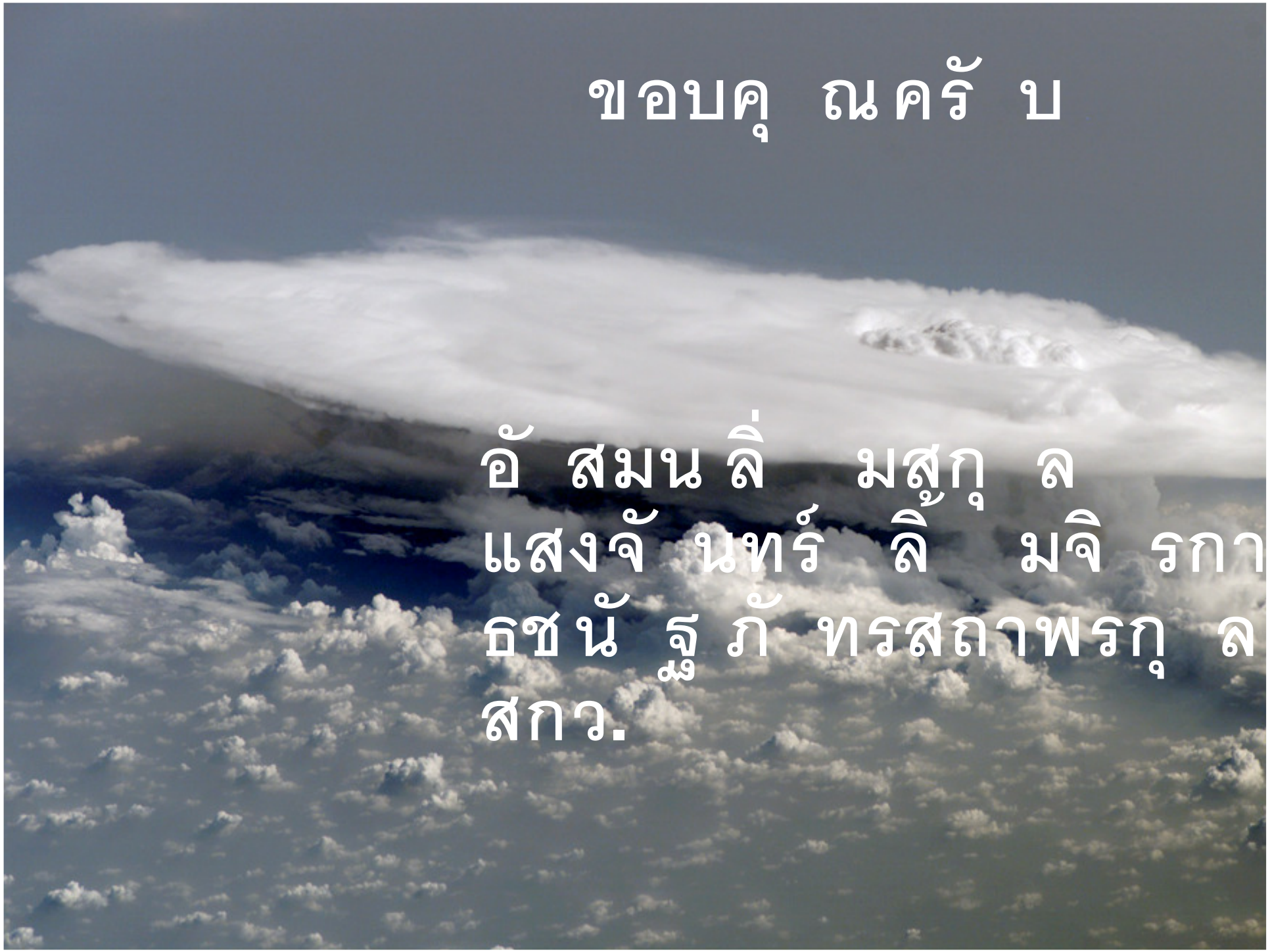
- Higher maximum temperatures, more hot days and heat waves over nearly all land areas *(Very likely)*
- Increased death and serious illness in older age groups and urban poor
- Increased heat stress in livestock and wildlife
- Shift in tourist destinations
- Increased risk of damage to a number of crops
- Increased electric cooling demand and reduced energy supply reliability

Increased summer drying over most mid-latitude continental interiors and associated risk of drought *(Likely)*

- Decreased crop yields
- Increased damage to building foundations caused by ground shrinkage
- Decreased water resource quantity and quality
- Increased risk of forest fire

Concluding Remarks




ขอบคุ ณครั บ
อั สมนลิ มสกุ ล
แสงจั นทร์ ลิ มจิ รกา
ธชนั ฐภั ทรสถาพรกุ ล
สกว.