



***Volcanic disaster mitigation  
programs in Japan  
with special reference to large-scale eruptions***

**14 November, 2013**

**The 1st Asia Parks Congress**

**Shigeo Aramaki**

**Yamanashi Institute of Environmental Sciences**

# JAPAN

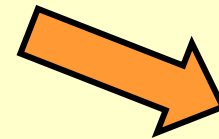
Total number of national parks	30
Parks in volcanic area	22
Number of active volcanoes	110

# DEFINITION OF ACTIVE VOLCANOES

*by JMA (Japan Meteorological Agency)*

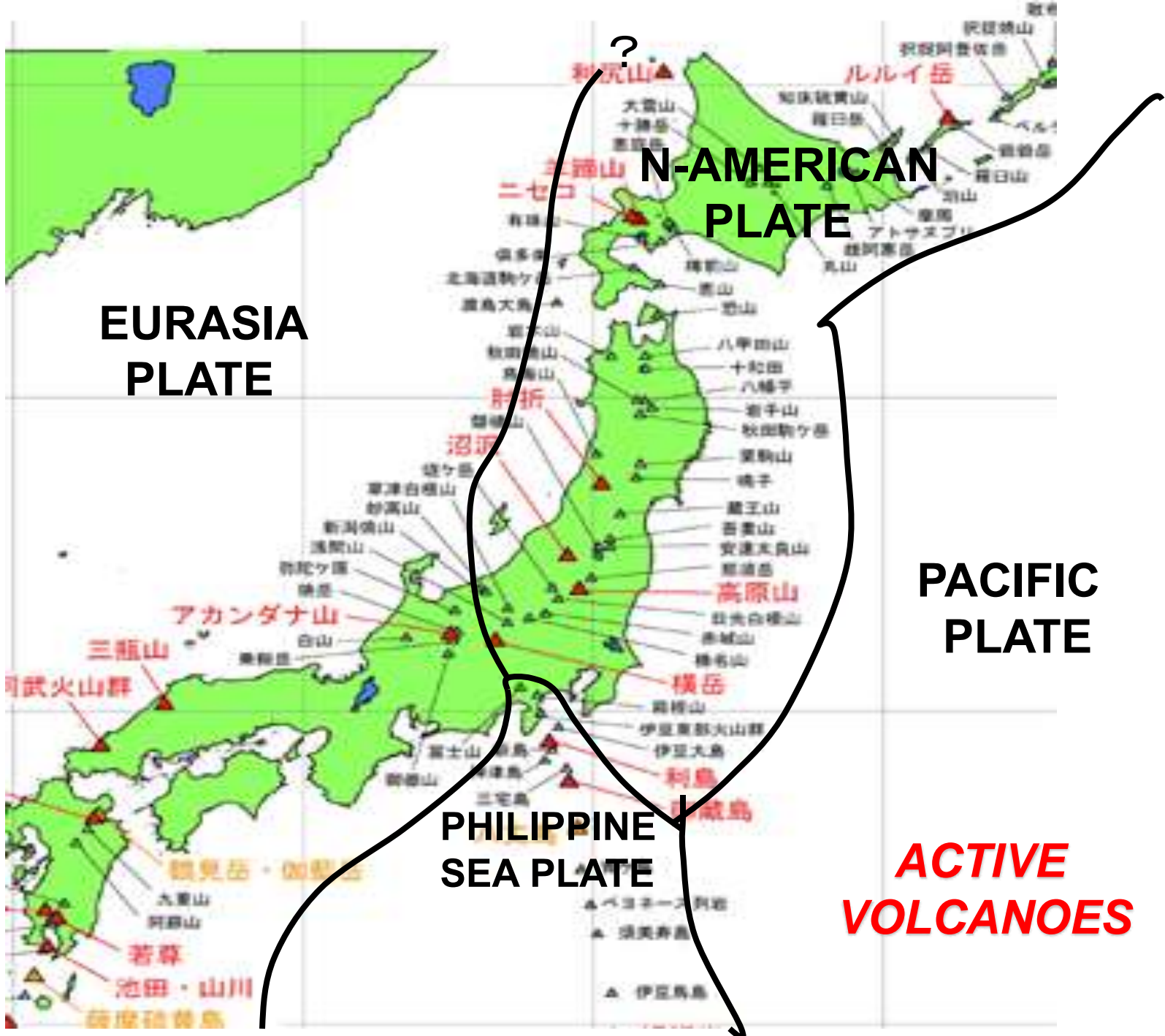
- 1. Volcano currently erupting**
- 2. Volcano with record of eruption in last 10,000 years**
- 3. Volcano with active solfatara and fumarolic fields**

*Note: Academic definition is not at all clear-cut.*



**110**  
**volcanoes**

**Quaternary volcanoes 350 (0-1.7 Ma)**



**EURASIA  
PLATE**

**N-AMERICAN  
PLATE**

**PACIFIC  
PLATE**

**PHILIPPINE  
SEA PLATE**

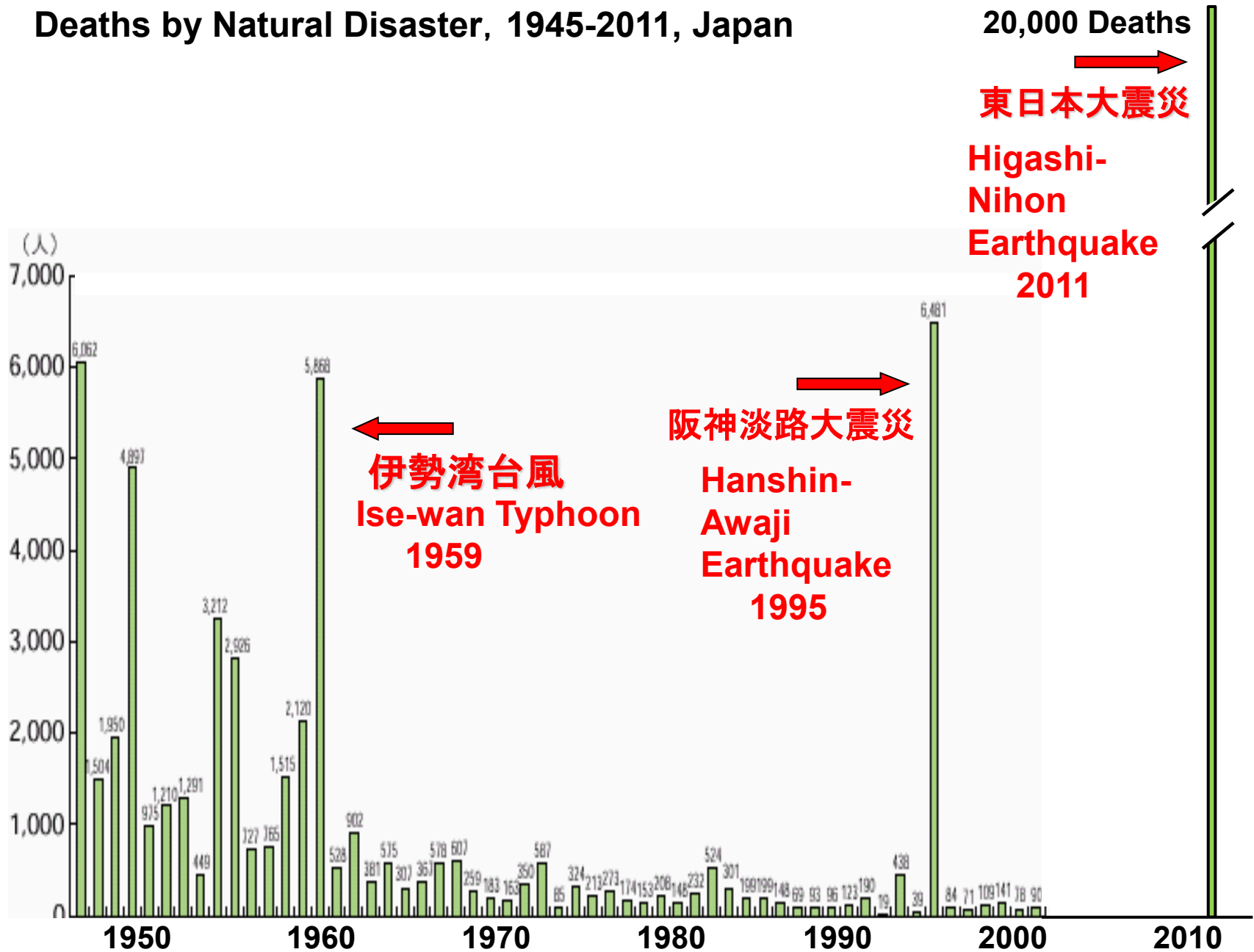
**ACTIVE  
VOLCANOES**

# Volcanic Eruptions in Japan 1977-2011

## 日本の火山噴火 1977-2011

- No of active volcanoes 活火山の数 ca約 **110**
  - No of volcanoes erupted 噴火した火山の数 **30**
  - Eruptions (Year) 噴火回数(年数) **134**
  - Average **4+** eruptions / year 平均 **4+** 噴火/年
- Many more **crises** 異常活動はこのほか多数
- Casualties 死者
    - Usu 1977 有珠1977 **3**
    - Unzen 2001 雲仙普賢岳2001 **44**
  - People evacuated 避難者数 ca約 **42000**  
in **8** events **8** 噴火で

# Deaths by Natural Disaster, 1945-2011, Japan



**有珠噴火, 1977**  
**Usu Eruption , 1977**

**プリニー式噴火を4回**  
**Four Plinian eruptions**



**火砕流噴火の危険性が大きかった**  
**Grave danger of pyroclastic flows**



**火砕流を口に出すことに強い反対**  
**Strong opposition against public declaration of  
pyroclastic flow**







## 有珠1977噴火の前後 During-after Usu 1977 Eruption

・プリニー式噴火の後、火砕流の発生が危惧された。

After Plinian eruption, possibility of pyroclastic flows was feared by scientists.

・防災担当者内部でも「火砕流」という語を公表することによい抵抗があった。

Strong opposition to publicly announcing “pyroclastic flow” was wide held among mitigation specialists.

・研究者の意見は地域住民・当局者に無視された。

Scientists advice was ignored by local authority.

# 伊豆大島 Izu-Oshima 1986

1986年11月 November 1986

中規模な**ストロンボリ式噴火**. 溶岩が火口を埋める.  
溶岩流がカルデラ床に溢流.

Moderate **Strombolian eruption**, filling of old pit, overflow the crater, lava flows spill over caldera floor.

突然**2kmの長さの噴火割れ目**が生じる. 激しい**溶岩噴泉**.  
火砕成溶岩流. 外輪山斜面の溶岩流が元町へ接近.

Sudden formation of **fissure 2 km long**,

Vigorous **fire fountains**, clastogenic lava flows

One flow threatens the largest town on island.

**全島の避難命令**. 5時間以内に10000人が島を脱出.

**Evacuation** of the whole island ordered.

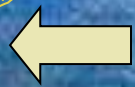
10000 people evacuated within 5 hours.

1ヵ月後に全島民が帰島.

Islanders returned home after 1 month.







Lava Flow







# 雲仙 Unzen 1991

1990年11月 水蒸気爆発

November 1990 Phreatic eruptions.

1991年5月19日 溶岩ドーム成長開始

May 19, 1991 Lava dome starts growing.

5月24日 最初の火砕流発生

May 24 Generation of first pyroclastic flow.

5月25日 気象庁, 火砕流発生を発表

May 25 JMA announces that pyroclastic flows occurred.

6月3日 火砕流により43名死亡

June 3 Pyroclastic flow killed 43.

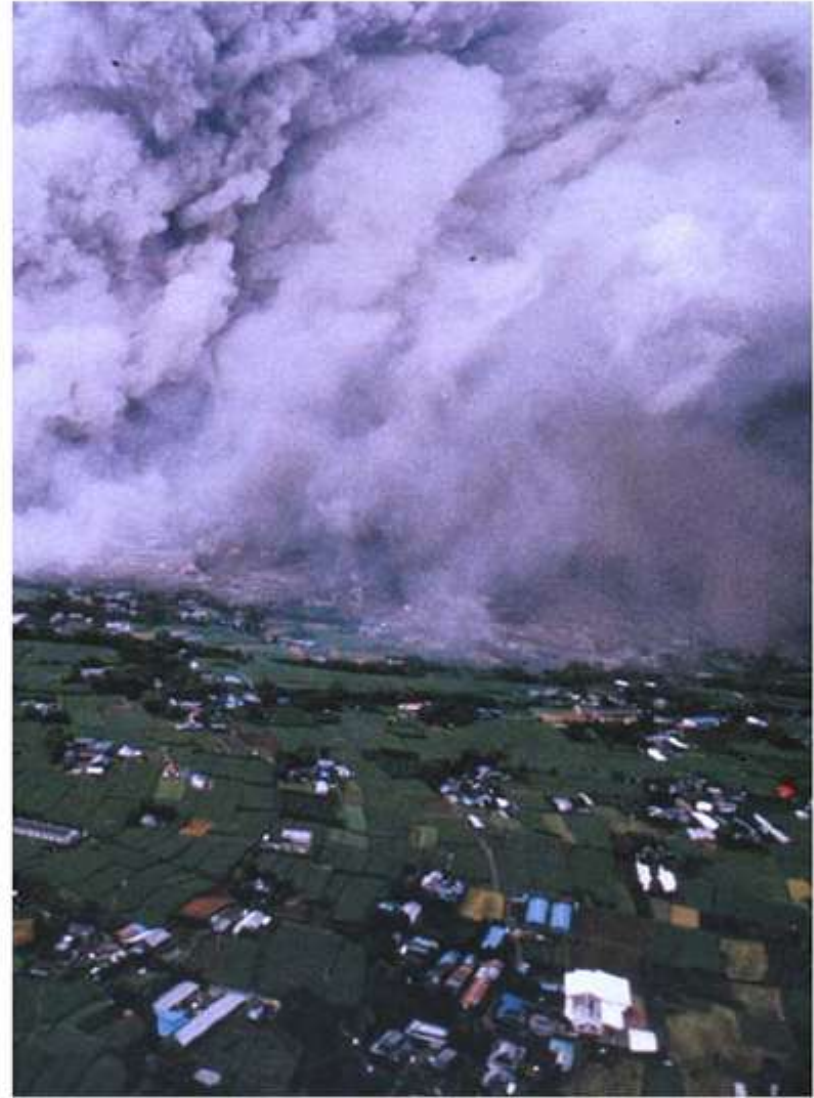
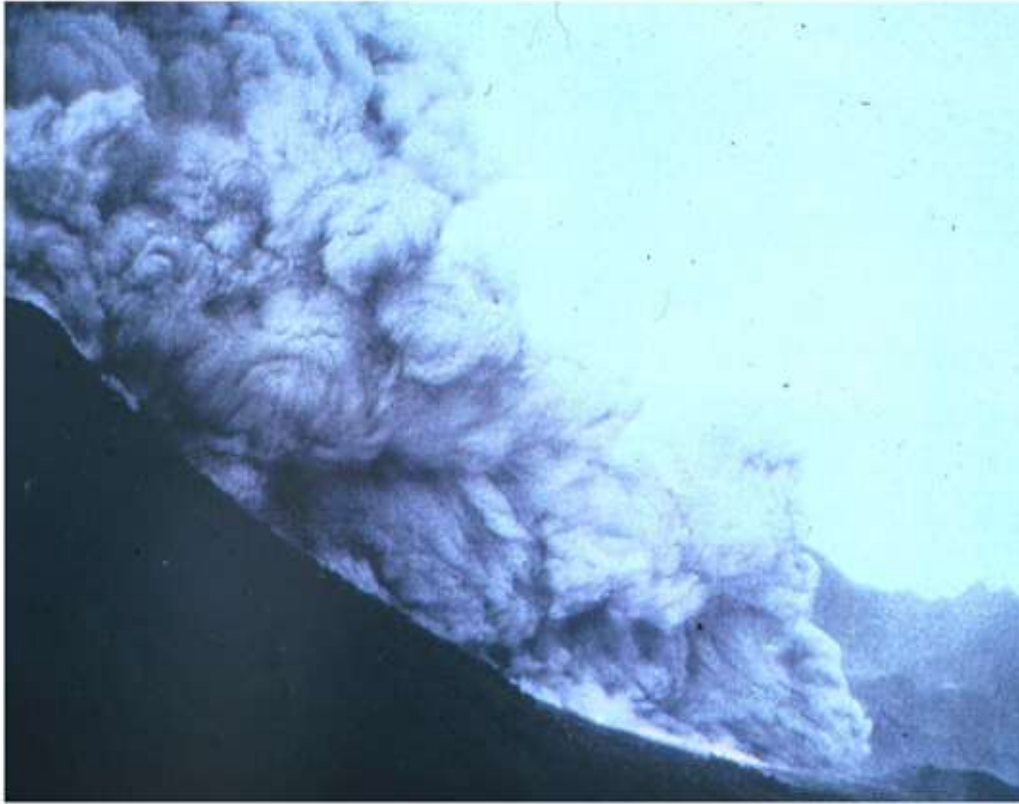
1995年まで 数千回の火砕流発生.溶岩ドームの成長.

Till 1995, thousands of pyroclastic flows occurred.  
Slow growth of lava dome.





雲仙普賢岳  
1991年6月3日  
火砕流





*ERUPTION OF USU VOLCANO*

*2000/03/31 14:30 (no.14)*

*by Asia Air Survey co.*



2000/03/31 14:30 by Asia Air Survey co.



no.18

# 新しい噴火警報・レベル

## New Volcanic Eruption Warning and Levels

### 噴火警戒レベル Warning Level

レベル1 Level 1 平常 Normal

レベル2 Level 2 火口周辺注意

Attention Close to Crater

レベル3 Level 3 注意 Advisory

レベル4 Level 4 避難準備

Prepare for Evacuation

レベル5 Level 5 避難 Evacuate

WARNING





# 三宅島2000 初期



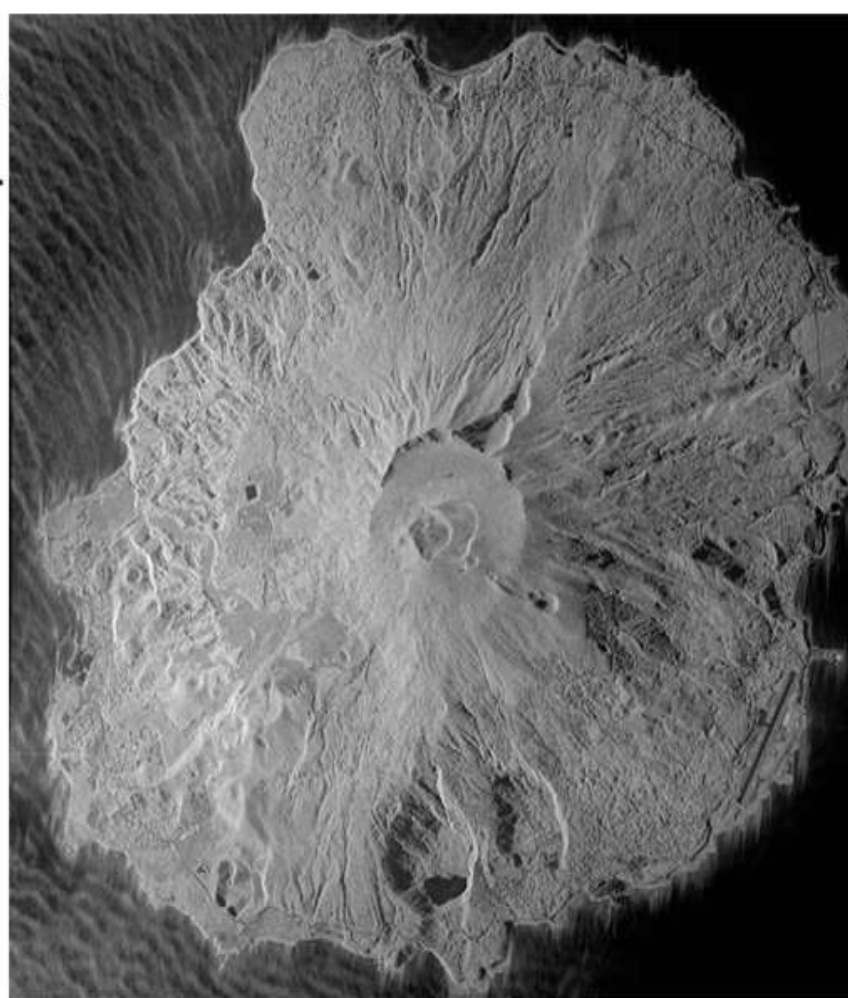
Early stage of collapse of the crater of Miyakejima. Taken on 7 July, 2000 by Asia Air

# 山頂火口の陥没 末期



Collapsed and enlarged crater of Miyakejima. Taken on 22 July, 2000 by Asia Air Survey.

# 三宅島山頂火口の陥没



July 6, 2000

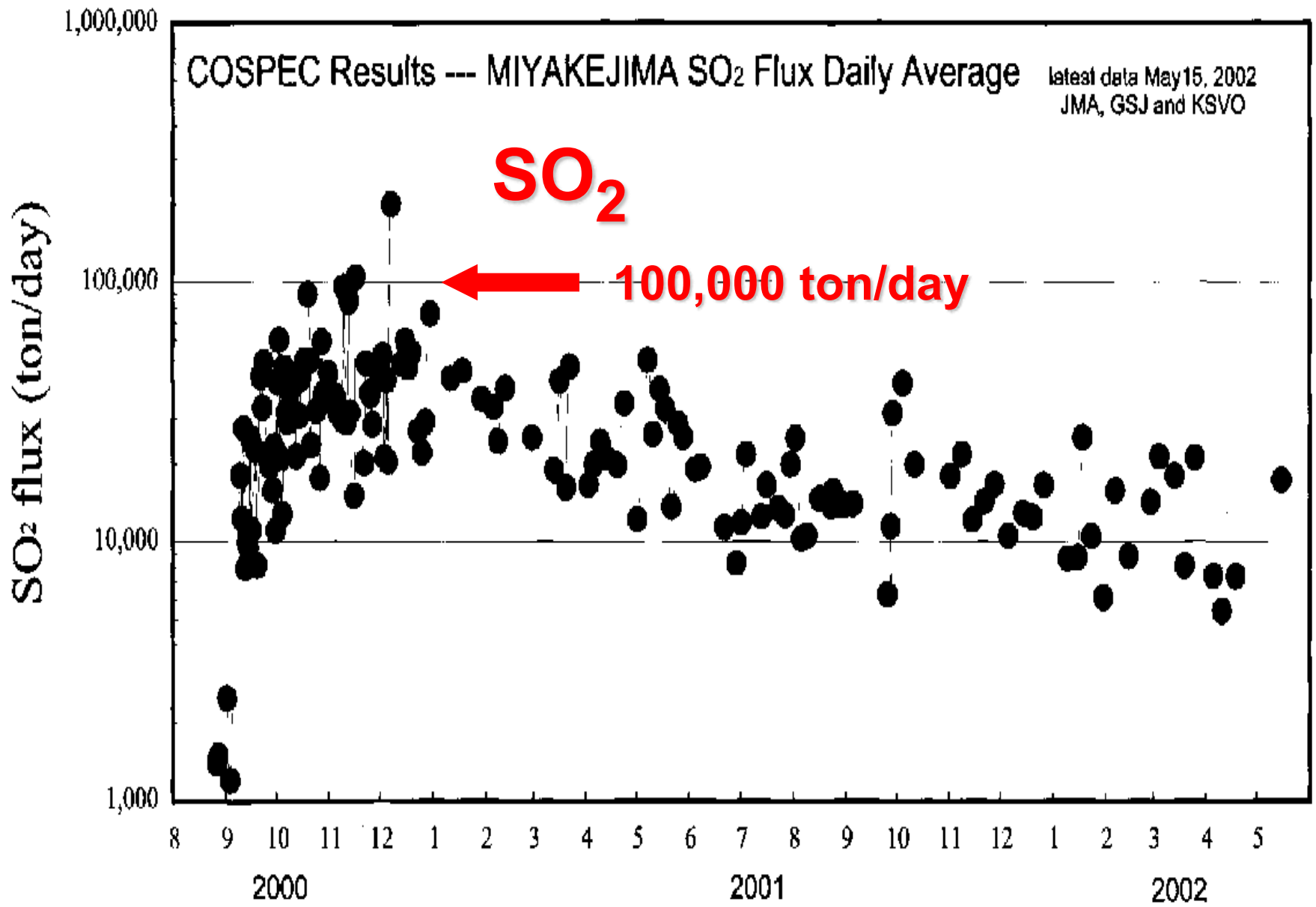


August 2, 2000

MIYAKEJIMA 2000 ERUPTION  
2000/08/29 05:50  
Miyake high school  
(c)Tatsuro CHIBA

PHOTO BY T. CHIBA





# ECONOMIC AND HUMAN LOSS ESTIMATES

## COMBINED TOKAI-NANKAI EARTHQUAKE $M > 8.5$

ca.  $8 \times 10^{13}$  Yen      12,500 dead  
(700 BILLION US\$)

## FUJI VOLCANO

(equivalent of 1707 eruption)

ca.  $2.5 \times 10^{12}$  Yen      NONE DEAD  
(20 BILLION US\$)

# **NATIONAL BUDGET SPENT FOR MITIGATION OF DISASTERS**

*JAPANESE GOVERNMENT WHITE PAPER 2003*

**FOR EARTHQUAKS, TSUNAMIS**

**16 BILLION US\$**

**FOR VOLCANIC ERUPTIONS**

**0.11 BILLION US\$**

# ECONOMIC AND HUMAN LOSS ESTIMATES

## COMBINED TOKAI-NANKAI EARTHQUAKE $M > 8.5$

ca.  $8 \times 10^{13}$  Yen      12,500 dead  
(700 BILLION US\$)

## FUJI VOLCANO

(equivalent of 1707 eruption)

ca.  $2.5 \times 10^{12}$  Yen      NONE DEAD  
(20 BILLION US\$)



# **NATURAL DISASTERS IN JAPAN**

***ECONOMIC LOSS + DEATH TOLLS***

## **METEOROLOGICAL DISASTERS**

**TYPHOONS, TORRENTIAL RAIN, FLOODS,  
DEBRIS FLOWS, SNOW, HEAT & COLD**



**EARTHQUAKES + TSUNIMIS**



**VOLCANIC ERUPTIONS**

***SIGNIFICANT SOCIAL IMPACTS!!***

# **MITIGATION of VOLCANIC DISASTERS -2**

## **FORTELLING VOLCANIC ERUPTIONS and RESULTANT DISASTERS**

- 1. ERUPTION FORECASTING** through  
**INSTRUMENTAL MONITOURNG**  
***DETERMINISTIC APPROACH***
- 2. CREATING HAZARD MAPS**  
***PROBABLISTIC APPROACH***

# HAZARDOUS VOLCANIC PHENOMENA

- BALLISTICS
- PYROCLASTIC FALL
- LAVA FLOW
- PYROCLASTIC FLOW, SURGE
- MUD, DEBRIS FLOW
- GROUND DEFORMATION
- DEBRIS AVALANCHE
- GROUNDWATER ANOMALY
- GEOTHERMAL ANOMALY
- TSUNAMIS
- GAS
- SHOCK WAVE
- EARTHQUAKE

# **Coordination Committee of Prediction of Volcanic Eruption**

**Cabinet Office**

**Ministry of Education, Culture, Sports, Science and  
Technology ← University Observatories**

**Sabo (Erosion and Sediment Control) Department,  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport**

**Geographical Survey Institute**

**Japan Meteorological Agency**

**Maritime Safety Agency**

**National Research Institute for Earth Science and  
Disaster Prevention**

**National Institute of Advanced Industrial Science and  
Technology**

**Person of learning and experience**

# **Volcanic Disaster Mitigation**

## **Cabinet Office (Disaster Mitigation)**

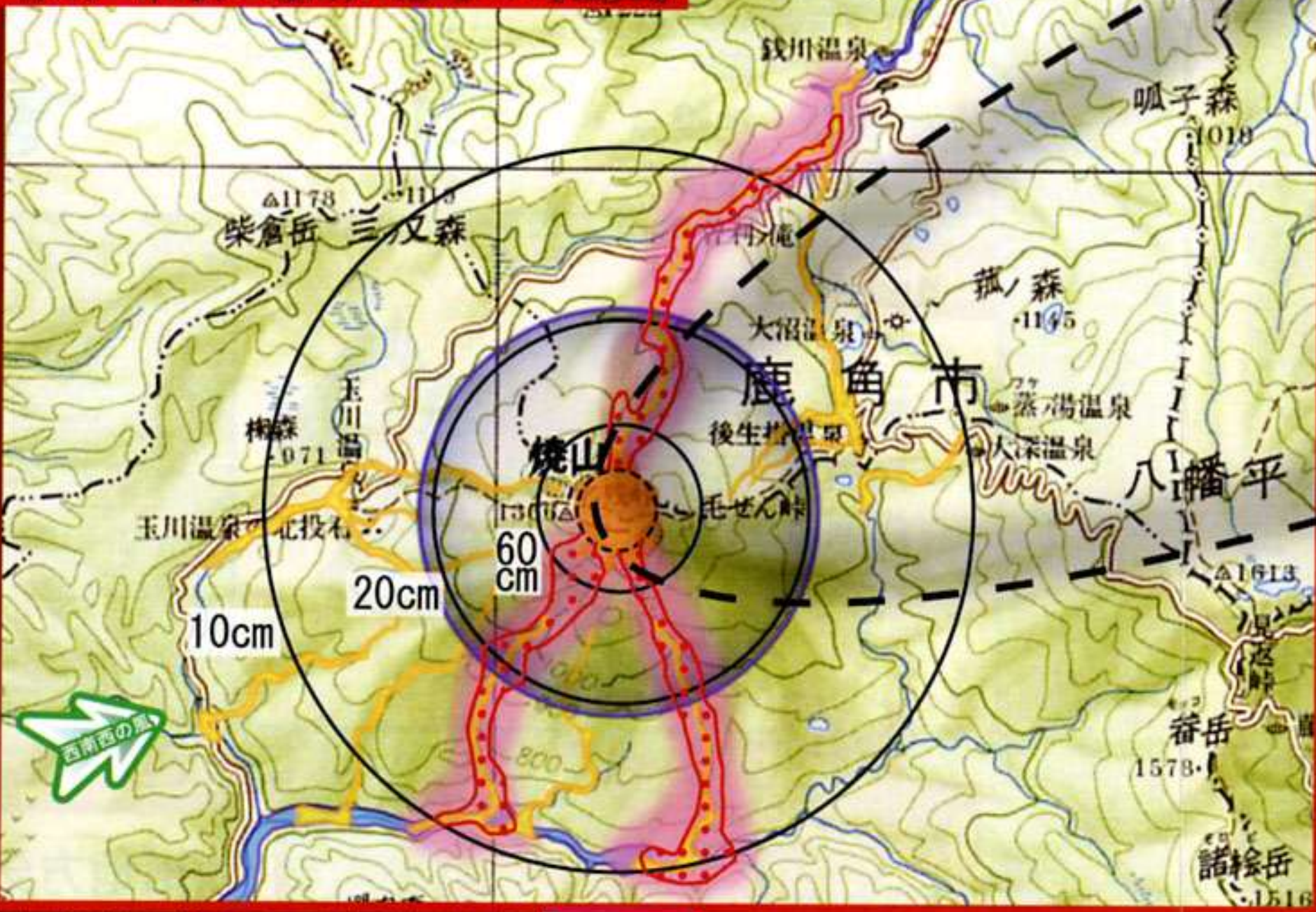
**Other Ministries incl. Japan Meteorological Agency**

## **Prefectural Governments**

## **Cities, Towns, Villages**

**Mayors have the right and responsibility of  
Ordering Evacuation, etc.**

# 焼山周辺拡大図の範囲



火山ガスは噴火の有無と関係なく、注意が必要です

火山ガスに特に注意すべき範囲

100年に1~2回、発生の可能性がある  
小規模噴火の場合

想定火口位置と噴石が飛んでくる範囲  
○この範囲内の別の場所から噴火する可能性もある

噴火した時やその後の  
火山泥流や土石流のとおり道

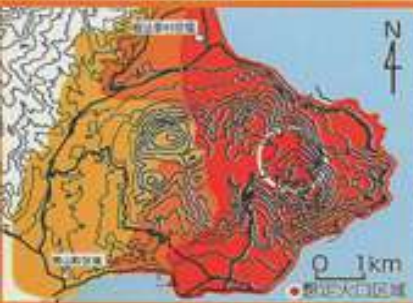
数千年に1~2回発生の可能性がある  
中規模噴火の場合

軽石や火山灰が10cm以上積もる範囲

積雪期の噴火や大きな噴火の後、  
噴火後の長雨の時などに泥流が広がる範囲

火砕流あるいは火砕サージの到達範囲

恵山の過去の噴火と現在の気象・地形条件をもとに  
噴火を想定して作成しています。



1万年に1回発生している大規模噴火で  
火砕流が到達する恐れがある区域  
(色の濃い範囲ほど到達の可能性が高い)

できるだけ脱われないようにしましょう。風の少ないときに  
火口や噴気孔の近くの沢や凹地に立ち入るのは危険です。

火砕流あるいは火砕サージが  
発生した時の到達範囲

### 榎法華村

- 鏡子生活館
- 榎法華中学校
- 榎法華村役場
- 総合センター
- 榎法華小学校
- 榎法華駐在所

- 榎法華消防署
- 浜町一会館
- 八幡町  
コミュニティーセンター
- 島泊会館
- 富浦会館

国道278号

道道榎法華港線

榎法華港

元村生活館

道道元村恵山線

恵山神社

ホテル恵里

水無海浜温泉

海向山

林道恵山線

榎山

恵山高原

恵山

直径約30cmの  
噴石が飛んでくる範囲  
(1000m以内)

### 恵山町

恵山駐在所

生活改善センター

古武井小学校

恵山高校

道の駅  
なとわ・えさん

恵山町役場

山背泊漁港

恵山小学校

恵山消防署出張所

東光中学校

恵山温泉

恵山町民センター

御崎露天風呂

御崎地区漁民センター

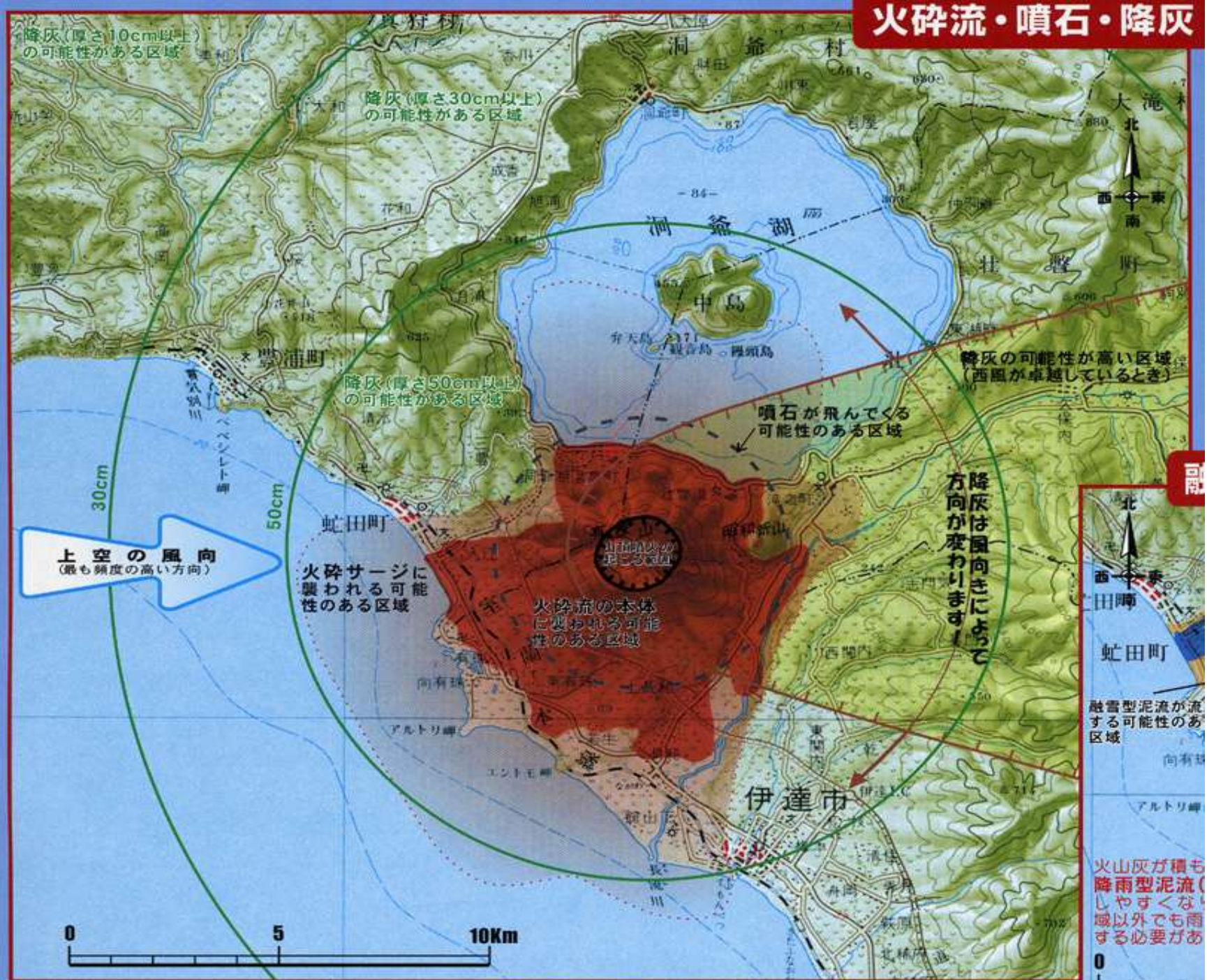
恵山漁港

道道元村恵山線

火山灰が10cm以上降り積もる範囲  
(想定火口から約2kmの範囲)

# 恵山防災マップ

# 火砕流・噴石・降灰

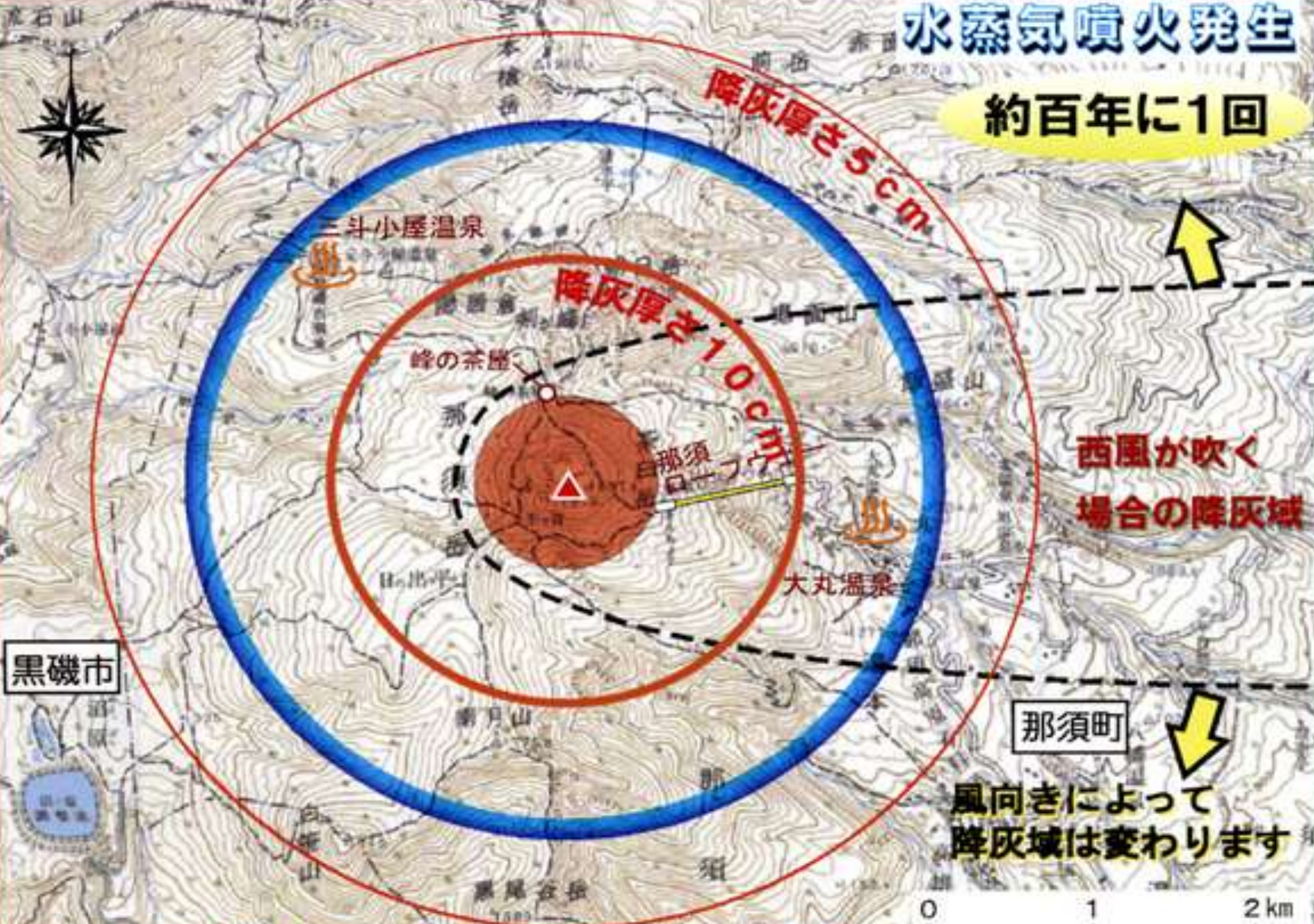


「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分の1の地勢図を複製したものである。(承認番号)平13道複第663号」



# 水蒸気噴火発生

約百年に1回



水蒸気噴火の危険区域予測図（降灰・噴石のみ）

# 岩手山ハザードマップ



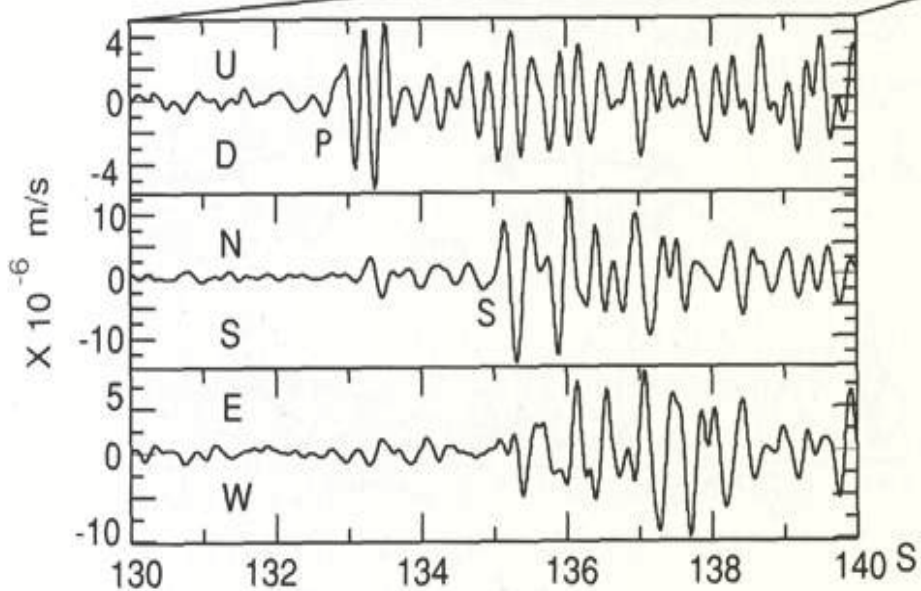
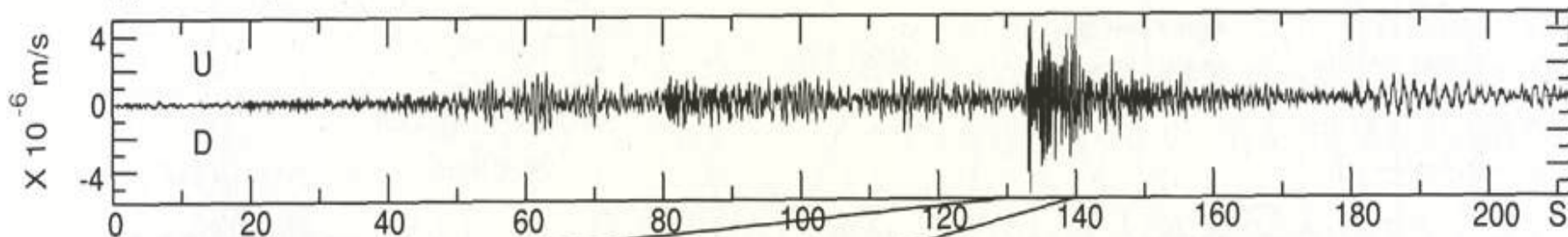
# Mt. Fuji





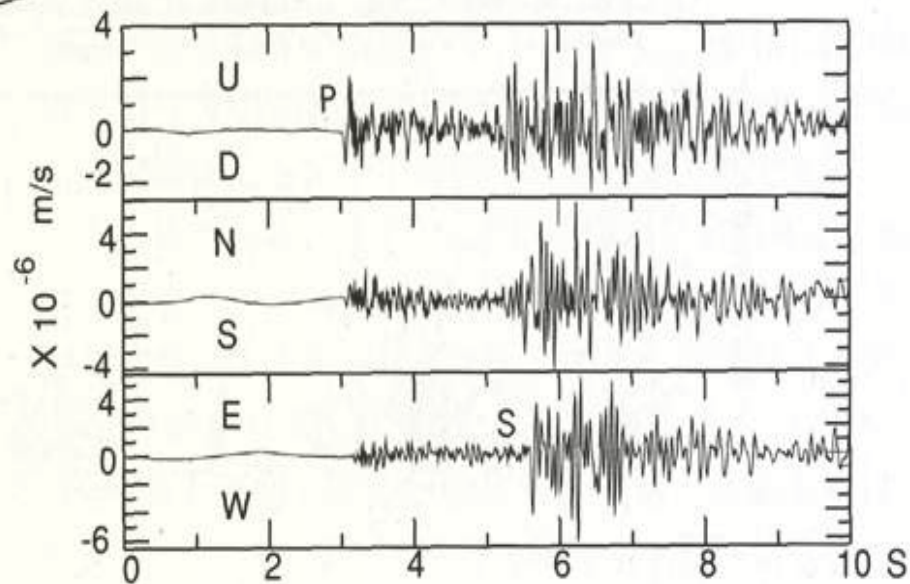
# 富士山の火山性地震

(a) LF earthquake 2000/11/12 FJN



(b) LF earthquake 2000/11/12 FJN

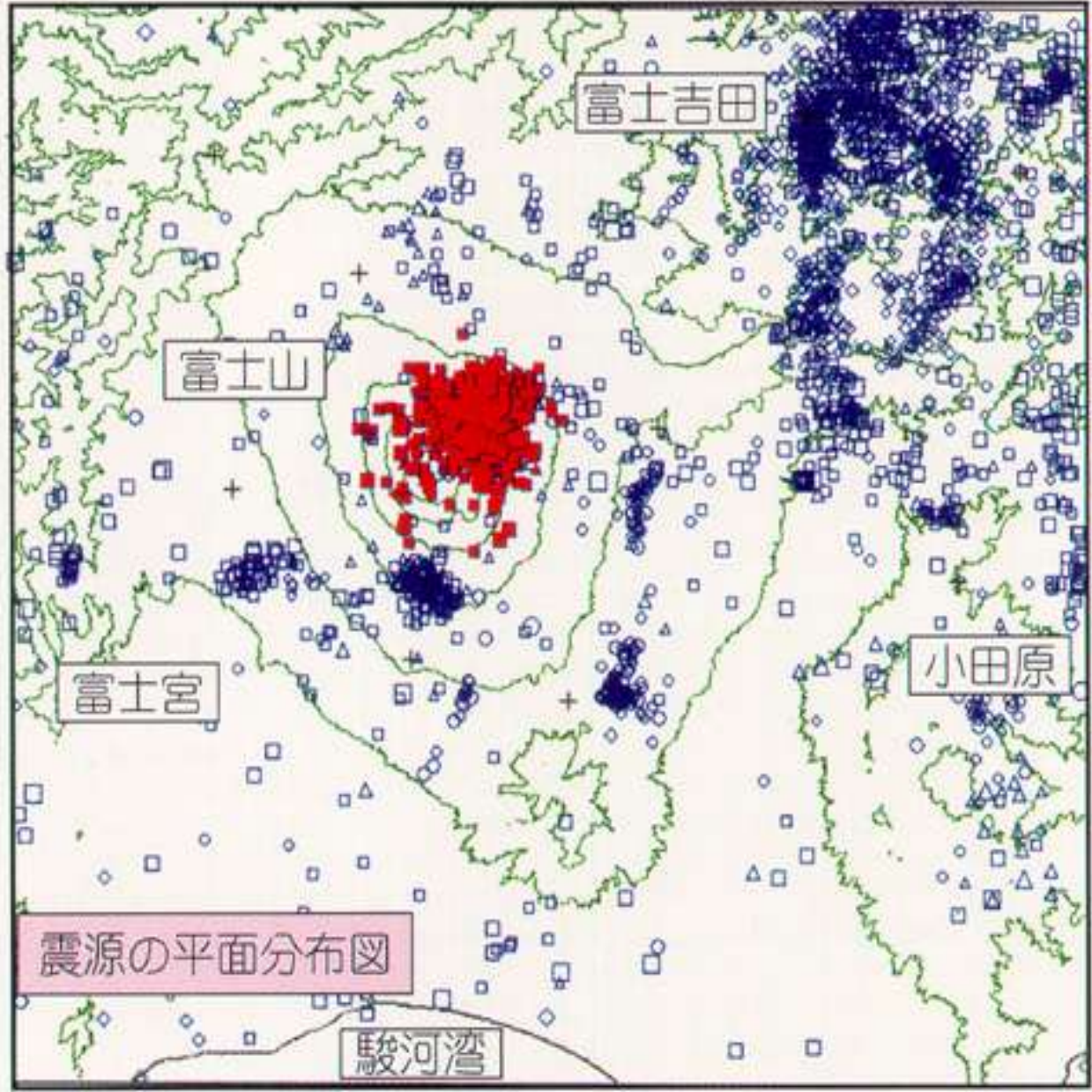
**Low Frequency Earthquakes**



(c) Tectonic earthquake 2001/2/17 FJN

**High Frequency Earthquakes**

35.50

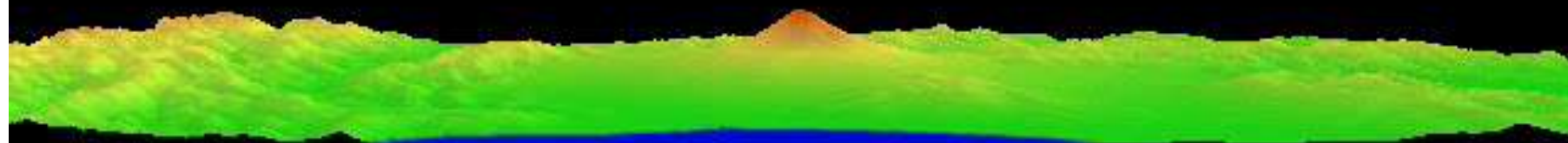


震源の平面分布図

138.50

139.00

1995/01



# PEOPLE AT RISK

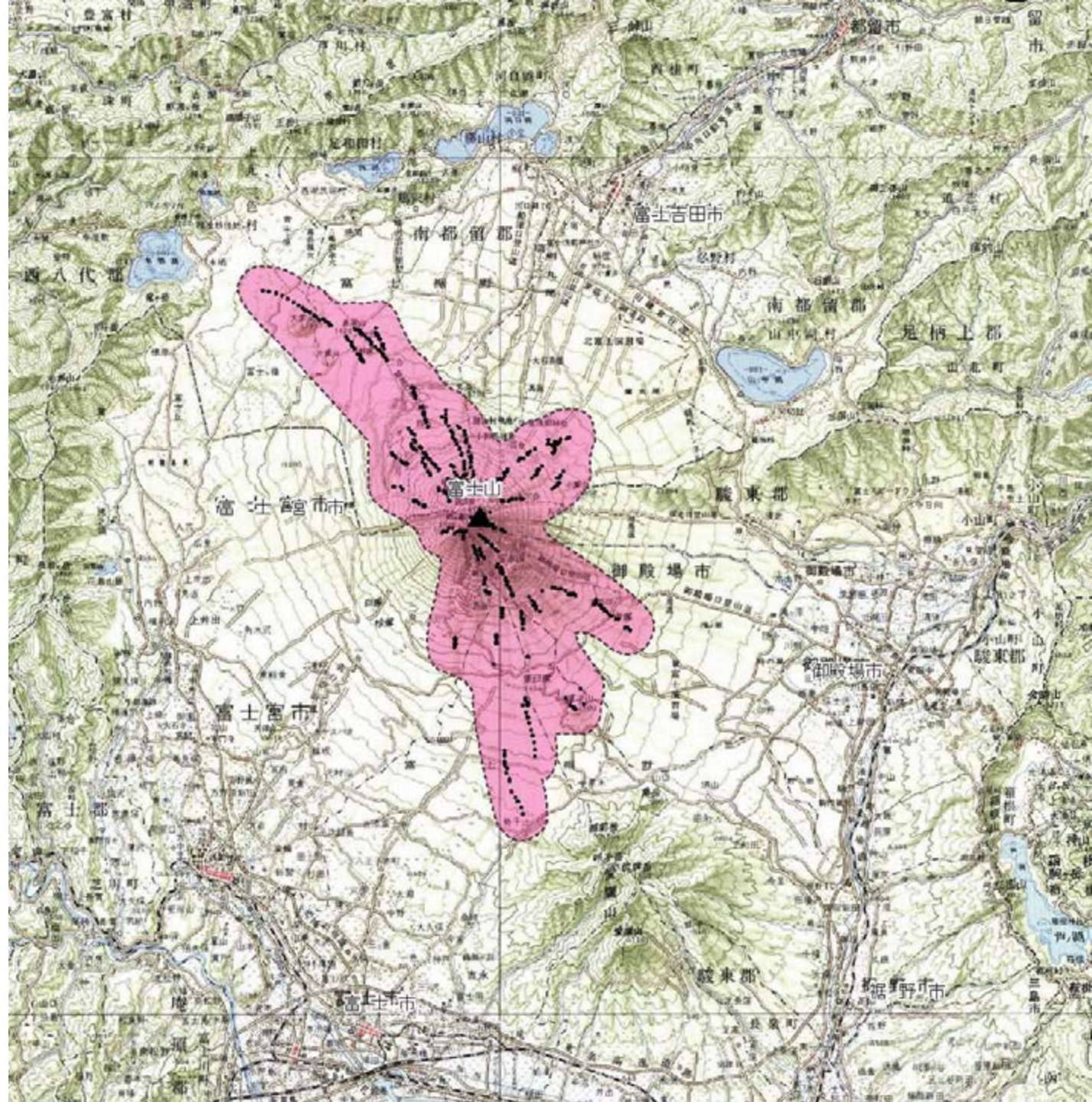
## *AROUND FUJI VOLCANO*

**0.7** MILLION RESIDENTS

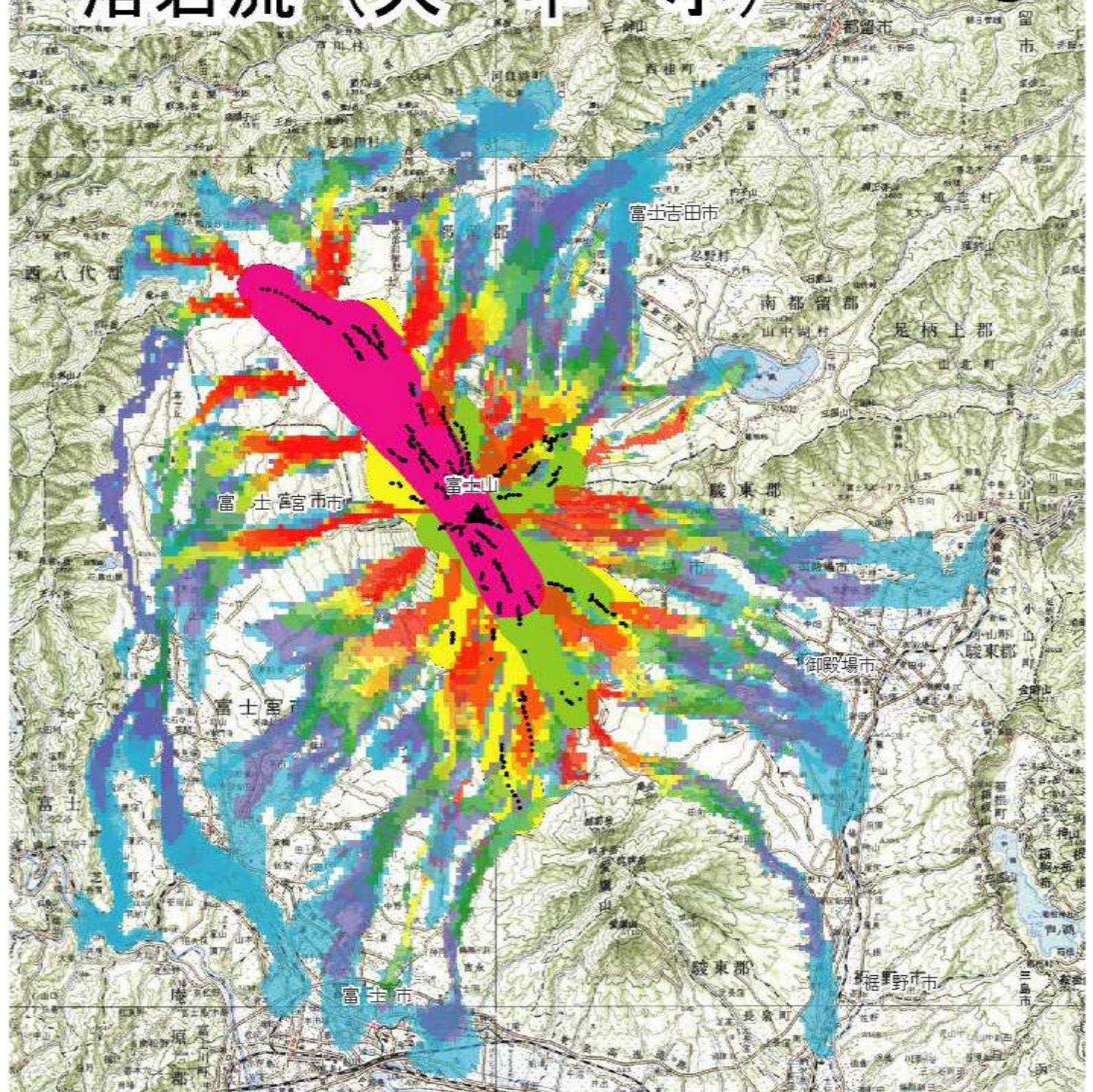
**30** MILLION VISITORS/YR

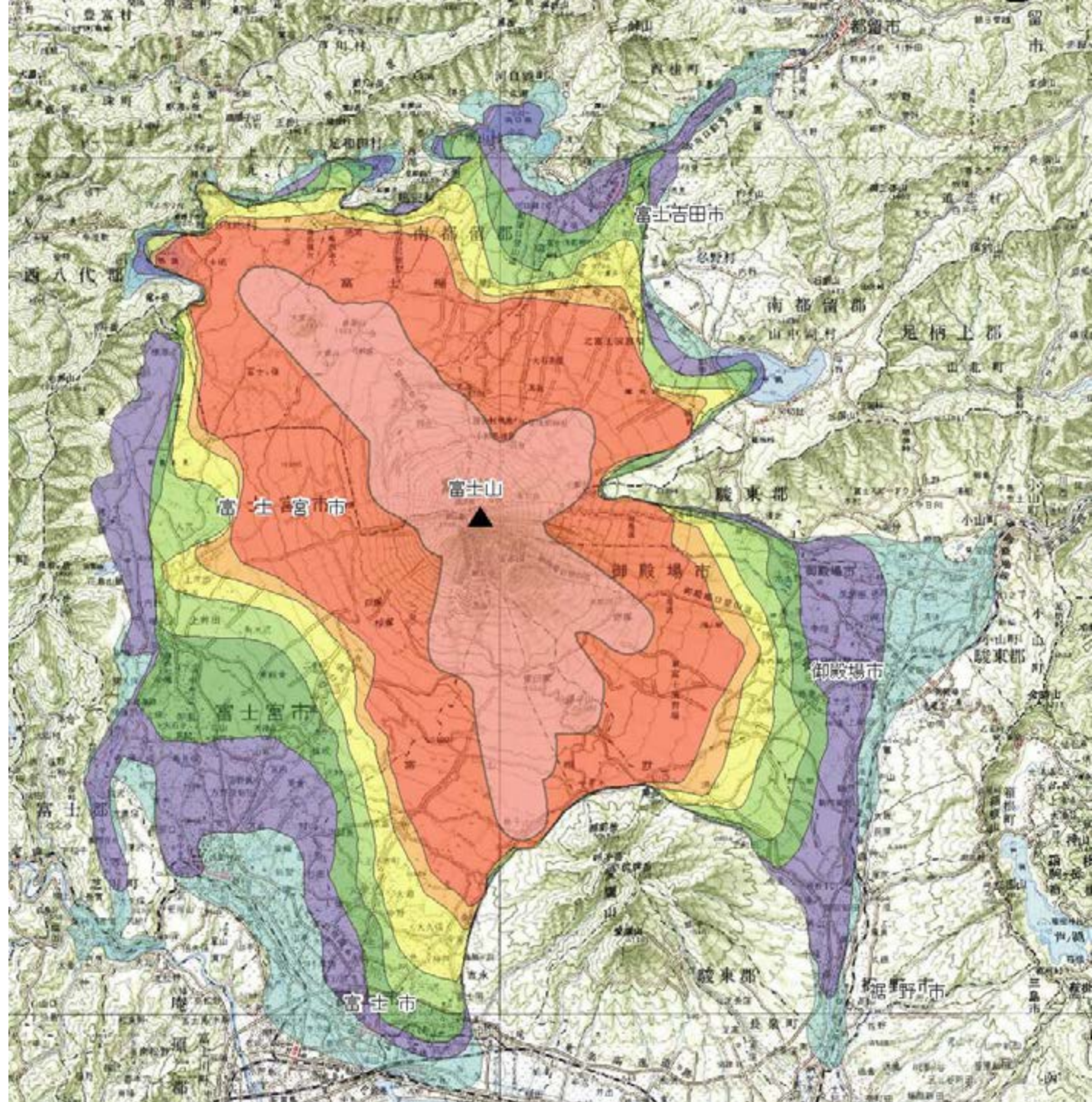
(SIGHTSEEING, CLIMBING, CAMPING,  
VACATIONING, WATER SPORTS...)





# 活石流(大規模)





# LIMITS OF HAZARDS

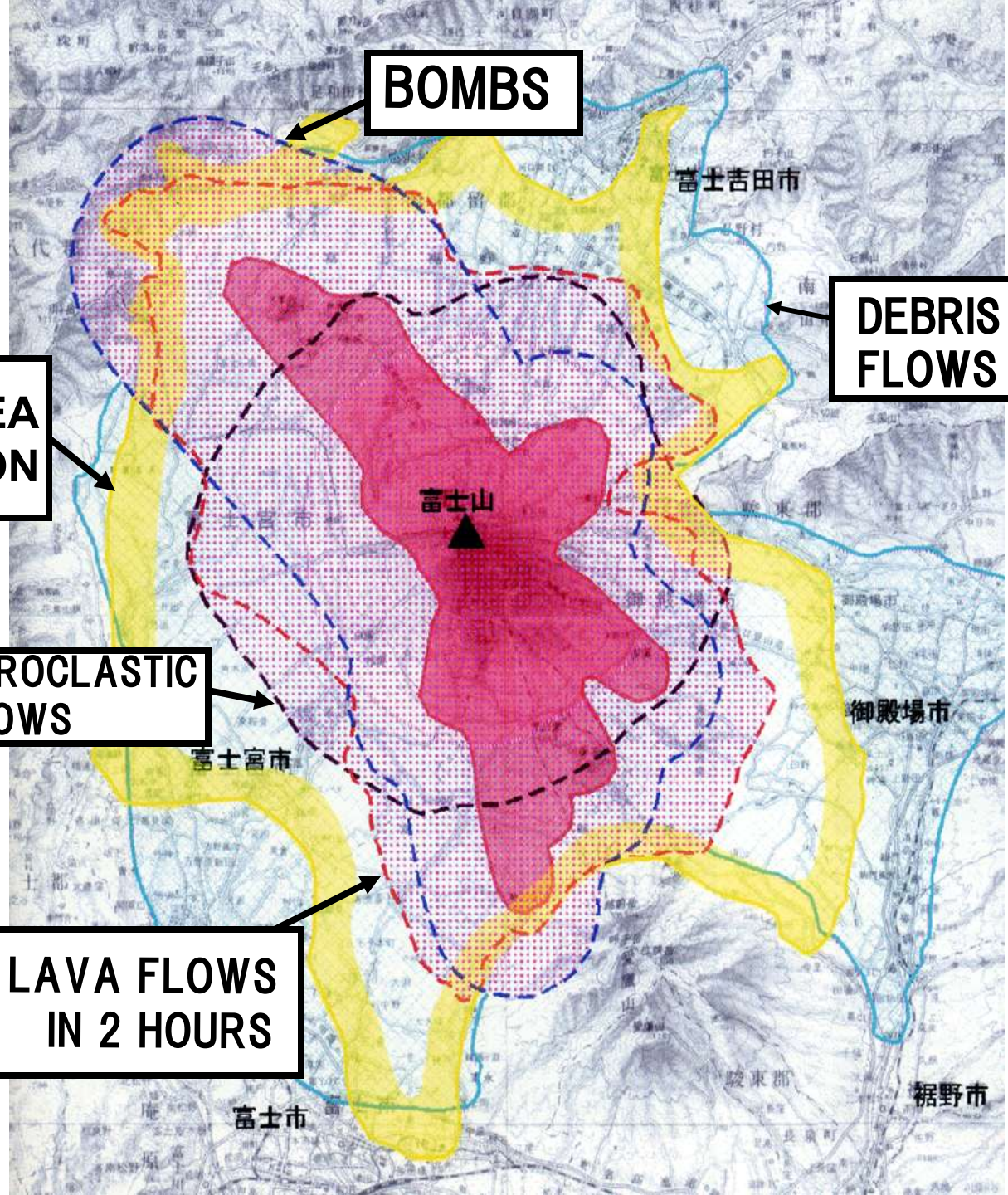
**BOMBS**

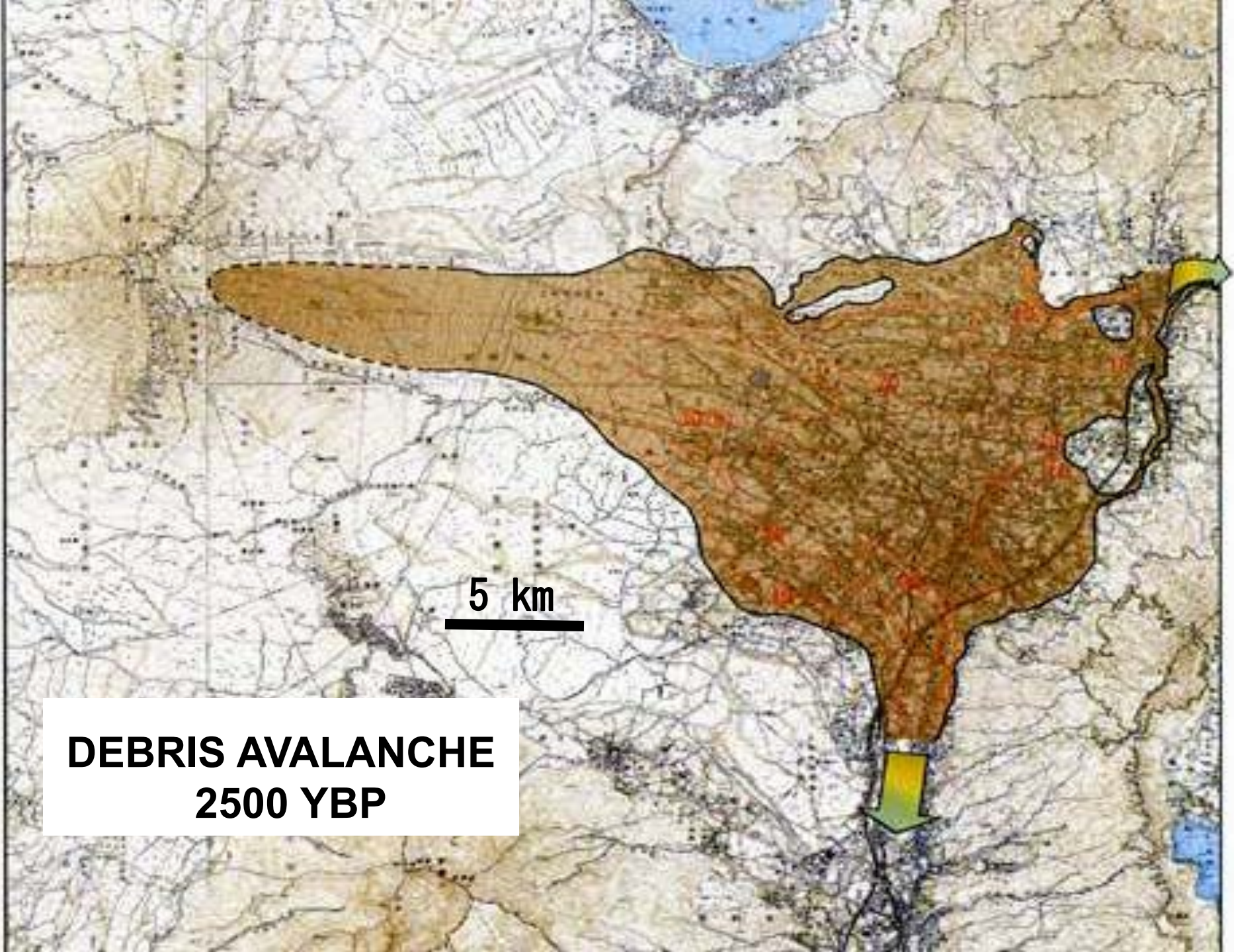
**DEBRIS FLOWS**

**STAND-BYE AREA FOR EVACUATION**

**PYROCLASTIC FLOWS**

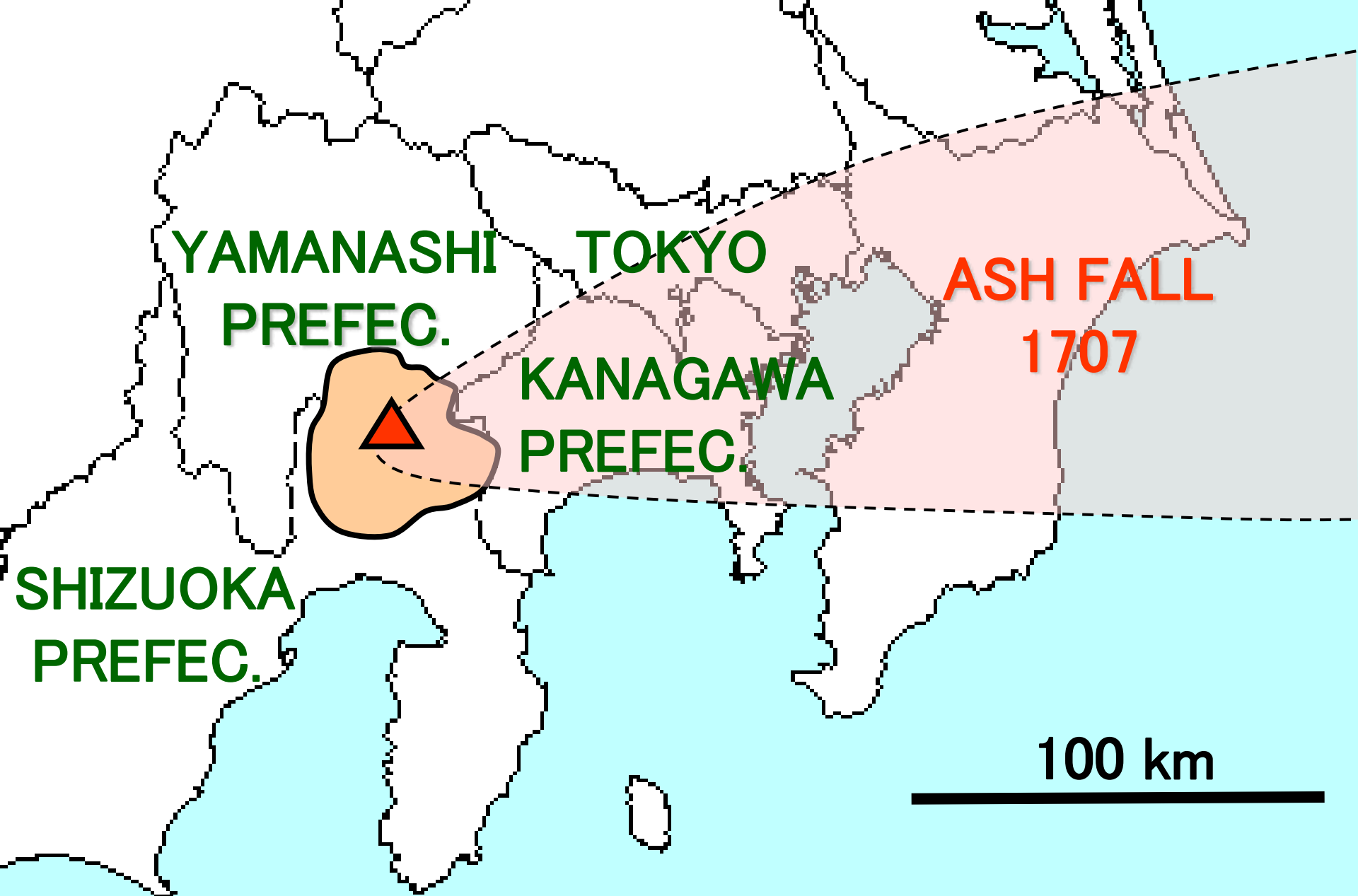
**LAVA FLOWS IN 2 HOURS**





5 km

**DEBRIS AVALANCHE  
2500 YBP**



**CRATER 1**

**CRATER 2**

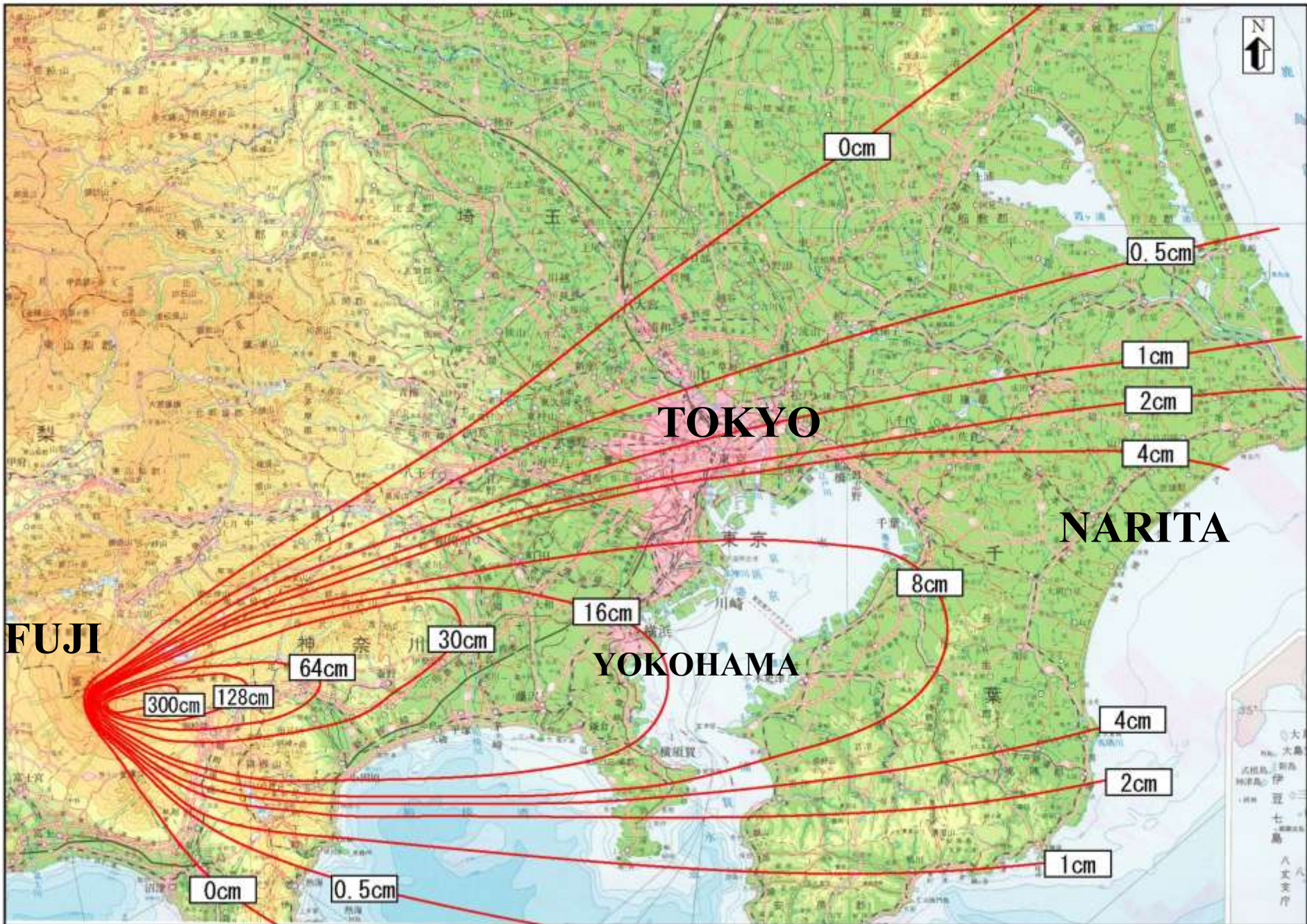
富士宝永火口鳥 **HOEI-SAN**

**CRATER 3**

**1707 VENTS**



# ISOPACHS OF AIR-FALL PYROCLASTICS, 1707 ERUPTION





# **DAMAGE ESTIMATES**

## **HOEI-EQUIVALENT ERUPTION**

**CASUALTY** ··· NO DEATHS ··· HEALTH HAZARDS ···  
EVACUATION

**BUILDINGS** ··· 280-700 WOODEN HOUSES CRUSHED

**TRANSPORTATION** ··· ROAD CLOSED 3700-14600 km ···  
RAILWAY 1800 km ···

AIR 515 FLIGHTS 220 K PERSON/DAY

**LIFELINES** ··· ELECTRICITY · GAS · WATER SUPPLY ·  
SEWER · COMMUNICATIONS · BROADCASTING

**AGRICULTURE · FORESTRY · FISHERY**

**MANUFACTURING**

**TOURISM**

**FLOOD · MUD FLOWS**

**Total Loss**

**20 Billion US\$**

*(in Rainy Seasons)*

# HAZARDOUS VOLCANIC PHENOMENA

- **BALLISTICS**
- **PYROCLASTIC FALL**
- **LAVA FLOW**
- **PYROCLASTIC FLOW, SURGE**
- **MUD, DEBRIS FLOW**
- **GROUND DEFORMATION**
- **DEBRIS AVALANCHE**
- **GROUNDWATER ANOMALY**
- **GEO THERMAL ANOMALY**
- **TSUNAMIS**
- **GAS**
- **SHOCK WAVE**
- **EARTHQUAKE**