

I terremoti e l'attività vulcanica nel Giappone

Conferenza tenuta alla R. Società Geografica Italiana
il 22 dicembre 1927

dal Prof. HIDEZÔ SIMOTOMAI TANAKADATE

Eccellenze, Signore e Signori,

L'invito a parlare dinnanzi ai membri della Reale Società Geografica Italiana, è stato per me un grande onore, di cui ringrazio vivamente gli illustri scienziati che la compongono.

Voglio subito ricordare che nella scorsa primavera il generale Nobile, invitato dalla Società Geografica di Tôkyô a tenere una conferenza intorno alla sua spedizione al Polo Nord, è venuto in Giappone, dove l'attesa vivissima del nostro pubblico è stata da lui altamente ricompensata.

Come membro della Società Geografica del Giappone, sento il dovere di ringraziare pubblicamente l'illustre Generale che tanto ha fatto per improntare alla più viva simpatia i rapporti scientifici fra i nostri due Stati. Finora le relazioni fra l'Italia e il Giappone non erano state tanto strette, quanto avrebbero dovuto essere, data, oltre tutto, l'affinità geografica dei due paesi. Mi auguro dunque che ogni nuova occasione possa rendere sempre più forti i vincoli di amicizia e gli scambi intellettuali fra la mia Nazione e la Vostra.

* * *

Lo scopo più importante della Sismologia e della Vulcanologia è quello di salvare la vita umana, di attenuare le disgrazie e i danni che derivano dai terremoti e dalle eruzioni. Citerò i seguenti argomenti che sono necessari per uno studio più profondo :

- 1) La determinazione delle zone sismiche o vulcaniche.
- 2) La conoscenza del carattere sismico e vulcanico.
- 3) Sismologia e vulcanologia strumentale.
- 4) Costruzioni antisismiche.

In grazia ai perfezionamenti apportati agli strumenti, oggi si avvertono le scosse più leggiere. Infatti il sismografo dell'Omori (periodo proprio 10^5 ; ingrandimento 50-100 volte), costruito ultimamente nell'Università di Tôkyô, registra le scosse minime. Per esempio, esso registra l'onda sismica trasversale che arriva dopo aver attraversato il centro del nostro globo, cosa che mai fino ad ora era stata osservata.

Tale perfezione strumentale servirà per far progredire ancora di più la sismologia.

La costruzione delle case in Giappone, per quanto in via di progresso, deve ancora essere molto perfezionata, specialmente per renderle immuni dagli incendi che troppo spesso accadono.

Oggi però io limito la mia conferenza alla parte geomorfologica, e parlerò quindi soltanto delle zone sismiche e vulcaniche e dei loro fenomeni caratteristici.

LE ZONE DEI TERREMOTI E LE ZONE VULCANICHE IN GIAPPONE.

Le regioni vulcaniche si possono vedere sulla superficie terrestre, ma quelle sismiche non si possono facilmente determinare. Numerosi terremoti disastrosi ricordati nella storia nostra sono stati studiati profondamente. Gli epicentri di essi sono indicati sulla annessa carta geografica, dalla quale risulta che i terremoti si distribuiscono in zone distinte. Tali zone sono in stretta relazione con la geologia e la geotettonica del nostro arcipelago.

Esse possono raggrupparsi in tre gruppi:

- 1) Zona esterna.
- 2) Zona interna.
- 3) Zone secondarie.

Quella esterna è la più grande, e corre lungo l'arco delle isole giapponesi traversando l'Oceano Pacifico.

Nella parte nord sembra dividersi in tre parti.

Guardando la pressione della spinta della crosta terrestre che viene dal centro dell'arco Giapponese e lo spinge verso l'Oceano, questa zona esterna dei terremoti va lungo il lato opposto del nostro Arcipelago, dove si estende la fossa di Tuscarora.

Essa è una delle più profonde del mondo. Secondo la misura più recente fatta dall'Istituto Idrografico Navale del Giappone, essa scende a più di 9950 m. a sud-est dell'isola Miyakezima,

non lontano da Tôkjô, superando così per più di 170 m. in profondità quella di 9780 m. della Fossa delle Filippine (ad est dell'isola Mindanao), che era conosciuta come la più profonda del mondo.

La zona esterna passa sul pendio più ripido fra l'isola del Giappone e la fossa Tuscarora, che è la parte più instabile della crosta terrestre.

I più grandi terremoti avvengono più spesso in mezzo al mare lungo questa zona.

La seconda zona è più piccola e corre lungo l'arcipelago Giapponese attraversando il mare del Giappone ed il mare Giallo. Essa è composta di tre zone minori, cioè :

La zona interna settentrionale, ossia la zona di Isikari, che passa ad ovest dell'isola Hokkaidô; la zona interna principale che passa lungo Honsyû, che è l'isola principale del Giappone; la zona interna meridionale che corre lungo il mare Giallo e continua nella parte ad ovest l'isola Kyûyû fino all'isola di Formosa.

Le zone secondarie possono raggrupparsi in due sistemi, cioè :

Il sistema di Setouti, corre fra le due zone principali esterna e interna parallelamente alle altre.

Il sistema trasversale corre spesso in direzione diversa rispetto alle zone principali, facendo con esse un certo angolo, come per esempio la zona di Biwa, che comincia presso Osaka e arriva fino alla Baia di Wakasa attraversando il lago di Biwa. Quello che passa ad ovest di Tôkyô e nel quale è situato l'epicentro del grande terremoto di Kwantô nel 1923, attraversa una regione popolata costituita da pianure fertili.

Vi sono anche altre zone di questo sistema come quelle di Sinanô ed Etigo che passano attraverso territori montuosi ma assai produttivi nella parte nord dell'isola di Honsyû.

Tali zone secondarie io credo che debbano essersi formate nella direzione diagonale della pressione che spinge con forza l'arcipelago Giapponese dalla parte di NW.

Benchè le catene vulcaniche dipendano strettamente dalla geotettonica, esse non coincidono ordinariamente con le zone sismiche. Ad eccezione della grande zona vulcanica del Huziyama, le catene si estendono generalmente lungo l'arcipelago Giapponese fra le due zone principali sismiche, cioè l'esterna e l'interna. Esse sono :

- 1) La zona di Tisima.
- 2) La zona di Nasu (secondo Kotô, la zona media.)
- 3) La zona di Iwaki.
- 4) La zona di Hakusan (secondo Kotô, le zone interne).
- 5) La zona di Aso (inclusa la zona di Setouti).
- 6) La zona di Kirisima.
- 7) La zona di Norikura.
- 8) La zona di Huzi.

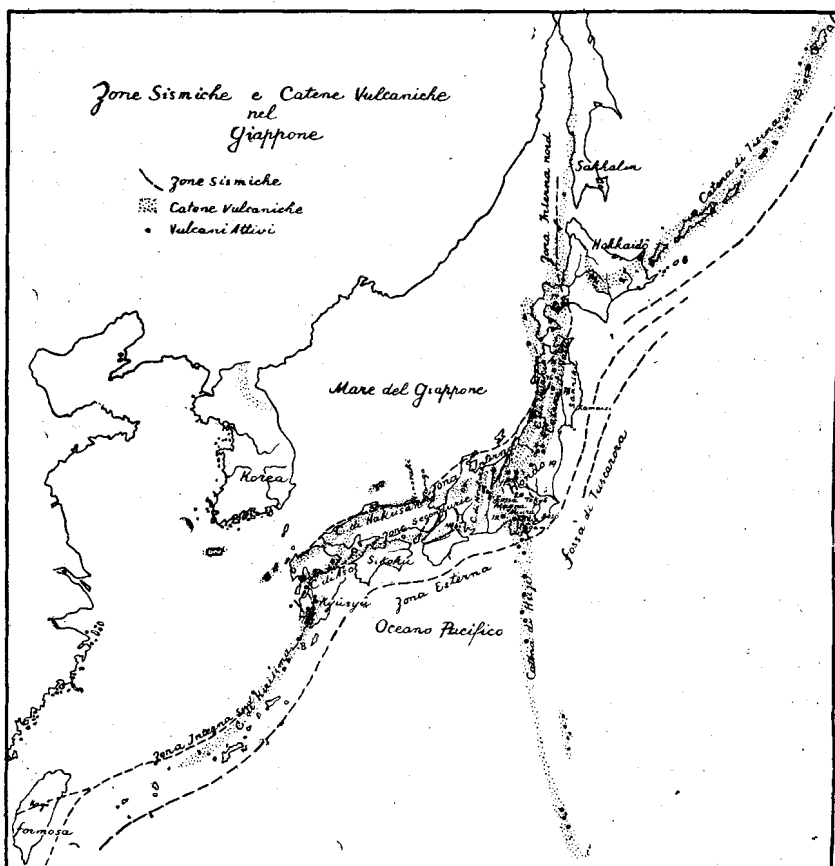


FIG. 1. — Cartina delle zone sismiche e delle catene vulcaniche nel Giappone.

Le zone sismiche e quelle vulcaniche indicano una irregolarità nella parte centrale dell'arco Giapponese, dove passa la grande zona vulcanica del Huziyama.

Come appare dalla carta geologica del Giappone, la zona delle formazioni antiche che varno nella direzione di ENE da Kyŧsyŧ, passando per Sikoku, verso la parte centrale di Honsyŧ, piega ad un tratto verso nŧrd, ed è tagliata da una grande dislocazione che va in direzione SSE.

Un'altra zona di formazione antica (gneiss e schisti, etc.), si estende da Nord verso Sud, formādo gli altipiani di Kitakami, Abukuma, e la massa montagnosa di Titibu (nella Carta annessa nn. 18, 19, 20). Nella parte centrale del Honsyŧ, essa però è tagliata dalla grande dislocazione suddetta. Questa parte nel nodo geotettonico del Giappone viene chiamata *Fossa Magna*; essa è traversata nella direzione SSE dalla zona sismica piŧ importante e dalla catena vulcanica piŧ grande.

La fossa divide geologicamente il nostro arcipelago in due parti, ciŧ il Giappone Meridionale e il Giappone Settentrionale.

RELAZIONE FRA I TERREMOTI E L'ATTIVITÀ DEI VULCANI.

Vi sono due specie di terremoti: quelli vulcanici o locali e quelli tettonici o regionali; i primi hanno sempre un'area assai ristretta, per quanto violenti e rovinosi possano essere, mentre i secondi avvengono con grande violenza producendo gravi danni in un'area molto estesa.

Qui tratteremo dei terremoti regionali della zona sismica. Poichè le zone sismiche non coincidono generalmente con le zone vulcaniche, le relazioni fra i terremoti e i vulcani non si sono ancora potute delineare chiaramente.

Ci sono diversi casi; citerŧ, come esempio, il vulcano dell'isola Osima a sud della Baia di Sagami, dove fu l'epicentro del grande terremoto di Kwāntŧ. Quantunque detto vulcano si trovi nel mezzo, pure tuttavia non presentŧ alcun aumento di attività nel tempo delle scosse del settembre 1923.

Vi sono altri esempi però, che accennano a qualche relazione tra i terremoti e l'attività vulcanica.

La zona sismica di Hokkaidŧ, che passa ad est della zona vulcanica di Nasu, manifesta la sua attività in relazione alla attività vulcanica nella zona suddetta, dopo o prima della manifestazione sismica. Tali fatti sono stati osservati giā cinque volte negli anni recenti.

Un altro esempio si è verificato nel caso della grande eruzione vulcanica del Tokati-Pake nell'isola Hokkaidô, di cui parleremo dopo.

Alcuni geologi giapponesi, come il prof. Ogava dell'Università di Kyôtô, credono che l'attività del vulcano Onsegadake nella isola di Kyûyû nei recenti anni abbia una stretta relazione colla tettonica del territorio.

Nell'anno 1707 si ebbe nella parte meridionale e occidentale del Giappone un grande terremoto, forse il più violento fra i terremoti che funestarono la nostra isola. Dopo 25 giorni, il Huziyama manifestò una grande eruzione che formava un nuovo cono a fianco del vulcano.

Queste due catastrofi sembrano avessero qualche relazione tra loro.

Nonostante tali osservazioni nessuno ha però ancora assicurata l'esistenza di strette relazioni fra le due attività vulcanica e sismica.

LE REGIONI SISMICHE E LE REGIONI VULCANICHE.

Diciamo ora qualche parola delle zone sismiche e vulcaniche anche in rapporto alla loro popolazione. I terremoti di oggi si manifestano sempre nelle stesse parti delle zone sismiche e nel medesimo modo; difatti le zone sismiche attuali passano nei luoghi dove avvennero le maggiori perturbazioni geologiche. Nelle zone sismiche si trovano generalmente le pianure alluvionali attraversate da dislocazioni, ed i bacini tettonici con fondi piani etc., che sono più favorevoli alla coltivazione del riso etc. e perciò favorevoli anche alla concentrazione della popolazione.

Per esempio i territori delle grandi città come Osaka, Nagoya, Tokio etc., si trovano nelle zone geologicamente instabili.

La zona delle dislocazioni, ossia la zona dei terremoti, è favorevole al concentramento della popolazione del nostro montagnoso Giappone. Da ciò si capisce facilmente che i danni sismici generalmente superano quelli vulcanici. Così anche molte delle città più grandi del Giappone sono state spesso colpite dai terremoti sin dal tempo antico.

Un grande bacino nella parte nord-est del Giappone, chiamato Yokote, che deve la sua origine a dislocazioni, e appartiene alla zona sismica, è un centro agrario con una densità quasi di 300 ab. per km. ², avendo ricchi campi di riso.

Questo bacino è stato spesso colpito da terremoti disastrosi. L'aggravante è che sorgenti termali si trovano spesso ai lati di tali bacini, lungo le linee delle antiche dislocazioni, come sui vulcani nelle vicinanze. Fino dal tempo antico, per la popolazione agraria il bagno nella sorgente termale è una assoluta necessità.

Al contrario che nelle zone sismiche, la zona vulcanica presso di noi è spopolata, perché la zona è generalmente montagnosa e si spinge a notevole altezza. Di più, le nostre rocce vulcaniche contengono ossido di calcio in grande quantità, perciò i prodotti dei nostri vulcani differiscono dai prodotti vulcanici dell'Italia, che sono di una fertilità meravigliosa, mentre la maggior parte della terra vulcanica del Giappone, in conseguenza della sua composizione, è sfavorevole alla coltura granaria, ha una vegetazione povera, tanto da essere considerata come area abbandonata. Infatti, nella regione vulcanica nel Giappone settentrionale, la popolazione ha in molti comuni una densità di soli 1-4 abitanti per km. quadrato.

STORIA E DESCRIZIONE DEI TERREMOTI.

La storia documentata dei terremoti ha inizio fino dall'anno 416 d. C. Da quell'epoca circa 3499 terremoti molto forti si sono avuti sino al giorno 15 gennaio 1924; i danni non sono stati mai tanto notevoli come quelli del terremoto di Kwantô, 1° settembre 1923.

Prima di cominciare a parlare di questo grande terremoto, fermiamoci sul terremoto più importante tra quelli che si sono avuti nei recenti anni.

La scienza della sismologia nel nostro paese si può dire che sia cominciata al tempo del terremoto di Nôbi nell'anno 1891.

Il mattino del giorno 28 ottobre alle ore 6.37, la regione delle provincie Mino-Owari ed una parte di Etizen tremò improvvisamente. Il terremoto fu sentito maggior parte della regione occidentale e meridionale dell'isola del Giappone.

L'area disastrosissima e disastrosa fu di 11.520 km.² L'area rovinosa fu di 46.400 km.²

In alcune parti i morti furono il 2 % della popolazione. 80.000 case furono distrutte completamente. I morti per causa del terremoto furono 7.273, cosicchè si ha il rapporto di un morto per ogni 11 case abbattute.

Questa proporzione potrà sembrare sorprendente agli Europei, ma si spiega per il fatto che le case in Giappone sono costruite in legno.

Nella serie dei terremoti che colpirono la città di Gihu nei due anni seguenti i morti furono 3365.

Le dislocazioni formatesi in seguito a questo violentissimo terremoto furono parecchie, ma la più importante si estese per una lunghezza di 92 km., in direzione prevalente di nord-nord-est; in alcune parti il blocco terrestre a sud-ovest di questa faglia fu sprofondato di quasi 6 metri e fu spostato in direzione sud-est di circa 3 metri.

Dopo questo, in circa 30 anni i terremoti più forti di carattere rovinoso della scala di Mercalli ammontano a più di 50, inclusi i Tunami (maremoti), fino al tempo del terremoto di Kwantô.

Questi sono stati studiati profondamente, e fra essi parecchi erano di carattere vulcanico; come per esempio quello dei vulcani dell'Usu (1910), dell'Aso (1911), dell'Asama (1912) e del Sakuragima (1914).

Fra i maremoti, quello che avvenne sulla costa di Sanriku a nord-est del Giappone il giorno 15 luglio 1896, alle ore 8.19 p. m. fu il più disastroso, e fu causato da un terremoto sottomarino. Le onde in alcune località giunsero a più di 25 metri di altezza e le vittime furono 21,953, i feriti 4398. In una città chiamata Kamaisi che aveva 6,557 abitanti, 4,700 furono uccisi e 1088 case su 1223 scomparvero.

Il terremoto del Kagi in Formosa nell'anno 1906 fu anche molto grave con 1258 morti, e quasi 10.000 case danneggiate.

La dislocazione fu di 50 km. di lunghezza, e attraversò parecchi villaggi nella direzione S 15° W. Il massimo dello spostamento verticale fu di 2 m. e quello orizzontale di 2,5 m.

Il giorno 1° settembre 1923, poco prima di mezzogiorno, precisamente alle 11^h 58^m 44^s, la pianura di Kwantô, ossia il più grande bassopiano del Giappone, fu devastata da un violentissimo terremoto; numerose case caddero e bruciarono, causando enormi danni alla capitale del Giappone e ai suoi dintorni.

La regione colpita si estese lungo la costa della Baia di Sagami, dove si trovava l'epicentro del terremoto.

Nelle zone costiere settentrionali della Baia, nella penisola di

Miura e nella parte terminale della penisola di Bôshû, le scosse furono violentissime, causando gravi danni. Nella costa occidentale e settentrionale della Baia di Tôkyô, dove la popolazione è più addensata, i danni furono anche maggiori.

Secondo la statistica del 1° ottobre 1920, la città di Tôkyô aveva una popolazione di 2.173.200 persone e 456.817 abitazioni. Nei sobborghi 137.491 persone e 29.346 abitazioni.

La provincia e la città di Tôkyô avevano in complesso una popolazione di 3.543.98 e 707.839 abitazioni.

L'area devastata si estese a 7 provincie che circondano la città di Tôkyô.

Tutte le case della regione colpita, specialmente vicino all'epicentro, si abbatterono spaventosamente diventando un ammasso di rottami. Parte delle persone rimasero schiacciate, altre cercarono scampo nella fuga.

Dopo un silenzio completo, durato parecchi minuti, si sentirono grida di terrore, invocanti aiuto, finchè non sopraggiunse l'incendio devastatore che divampò come un inferno; esso fu causato dai fuochi domestici che erano accesi, data l'ora del pranzo, come pure contribuirono al fuoco i laboratori chimici e farmaceutici, esistenti nella località.

Le vittime non sarebbero state tanto numerose se non fosse sopravvenuto questo immane incendio che annichiliva ogni cosa dopo l'avvenuto movimento sismico.

La maggior parte della popolazione, compresi i feriti, ebbero la fortuna di scampare, ma molti altri furono, invece, arsi vivi. Molti casi si ebbero, in cui i genitori preferivano strangolare i propri figliuoli piuttosto che vederli bruciare.

I morti per il terremoto e per l'incendio insieme furono 58.104, oltre poi 10.556 irreperibili nella città di Tôkyô.

Così la città di Tôkyô e quella di Yokohama, dove il terremoto e l'incendio distrussero gran parte della popolazione, presentavano allo sguardo un quadro di indicibile pietà.

Circa 40.000 persone rifugiatesi in un campo militare in Honzyô nella parte sud-est di Tôkyô furono colpite alla sera del medesimo giorno da un vento forte a vortici, che causò la morte di circa 38.000, bruciati in un punto solo!

In Tôkyô l'incendio di propagò in 134 punti, e il vento forte alternando la sua direzione avvolgeva la città tra le fiamme.



FIG. 2. — Il villaggio di Iwateki, distrutto dal terremoto di Tango il 7 marzo 1927.
(Fot. presa il giorno seguente).



FIG. 3. — Il borgo Yotidu distrutto dal terremoto e bruciato il 7 marzo 1927.
(Fot. presa il giorno seguente).

La durata dell'incendio fu circa di 40 ore. Di 483.000 abitazioni 300.924 bruciarono completamente.

Durante le scosse che seguirono la principale e durante l'incendio, la città fu occupata militarmente e molti volontari prestarono la loro opera. Subito dopo il disastro, il giorno 2 settembre, avvenne il cambiamento del Gabinetto scioltosi nel giardino del principe reggente.

Le comunicazioni furono interrotte al momento della grande scossa; 25 treni in movimento furono danneggiati, e le ferrovie e le tramvie distrutte sia nella città sia nei dintorni.

Per la durata di quattro giorni mancò il funzionamento telefonico, e unico servizio che diede ottimi risultati fu quello automobilistico, il quale fornì acqua potabile e viveri.

Le navi da guerra nazionali ed estere, inclusa una nave italiana, fecero meravigliosamente il servizio del rifornimento di viveri e materiali.

I senza casa furono 767.326 soltanto in Tōkyō.

In Yokohama, grande porto con mezzo milione di abitanti, i danni furono anche maggiori e la miseria superò quella di Tōkyō.

Ivi 79.687 case e uffici furono distrutti e bruciati. In complesso le case che furono bruciate ammontarono all'80 %.

Le perdite causate da questo disastro furono calcolate in 636.304.814 yen, cioè più 5,1 miliardi di lire italiane.

I morti della catastrofe furono 21.384, inoltre 1.951 irreperibili nella città di Yokohama. La cifra complessiva dei morti in tutta la regione colpita dal terremoto fu di 91.344 gli irreperibili salirono a 13.271; inoltre 2.548.092 abitazioni andarono distrutte e bruciate dal terremoto e l'incendio.

Il danno materiale finanziario fu di inestimabile valore.

Oltre tali danni, furono divorate dalle fiamme molte opere d'arte: pitture, architetture etc. Come pure, perirono principi e grandi uomini.

Questa catastrofe sconvolse l'anima della nazione giapponese che giustamente fu presa da grande terrore.

Fortunatamente tutto si è ristabilito, e dopo 4 anni la città di Tōkyō, capitale del nostro impero, si può dire risorta a novella vita per opera assidua del Governo e per solidarietà del popolo, tanto che oggi conta più di 2.000.000 di abitanti.

In conseguenza di questo terremoto si formarono parecchie

fratture nella penisola di Miura e in quella di Bôshô, ma esse non sono molto importanti.

Grandiosi invece, come mai si ebbero prima, furono i fenomeni di mutamenti topografici.

Secondo misure dell'Istituto idrografico navale, il cambiamento morfologico della Baia di Sagami, dove si crede che si trovi l'epicentro del terremoto, è enorme.

La regione sottomarina che si è abbassata, si estende principalmente a sud-sud-est della parte centrale della Baia, mentre la stretta zona, che circonda la regione suddetta e la parte nord-ovest di quella, si sono alzate in modo notevole.

Il massimo del sollevamento giunge a 250 m. e quello dell'abbassamento a 400 m. L'area ed il volume sono valutati per la regione abbassata rispettivamente in 700 Km. quadrati e 50 Km. cubici; per quella sollevata in 240 Km. quadrati, e 20 Km. cubici.

Inoltre la maggior parte della spiaggia della regione colpita si è elevata istantaneamente col terremoto, mentre alcune parti si sarebbero abbassate nello stesso tempo.

Secondo la livellazione dell'Istituto geografico militare, il massimo sollevamento si è trovato sul monte Hemuro a 21 Km. a nord di Kôdu ad ovest di Yokohama, dove giunge a 2.65 m., ma nella zona stretta lungo la spiaggia fra Oiso e Kôdu giunge a 2.05 m.

L'abbassamento del terreno meno importante si è trovato in diverse località come nel territorio di Tôkyô etc. Gli spostamenti relativi orizzontali del terreno colpito dalla scossa, sono stati determinati mediante triangolazioni geodetiche. Il maggiore spostamento orizzontale relativo si verificò nell'isola Osima; ed è stato di 3.78 m. in direzione N 8° E. Gli spostamenti della stretta zona vicino alla Baia di Sagami sono maggiori e diminuiscono generalmente, man mano che ci si allontana da questa zona. Le direzioni generali degli spostamenti dei punti misurati accennano alla figura di un vortice che ruota verso destra. Esaminando questi movimenti orizzontali si trovano subito le differenze, se anche piccole, degli spostamenti e delle direzioni che corrispondono al suddetto. Anche gli spostamenti verticali sono molto diversi da luogo a luogo, cosicchè si trovano grandi differenze in una stessa regione.

Studiando il territorio geomorfologicamente, si capisce che la regione colpita, specialmente la penisola di Bôshô, è costituita da numerosi blocchi di varia età geologica, per cui il terreno della

regione colpita dal terremoto non si mosse come una massa unica, compatta, ma in blocchi diversi separati gli uni dagli altri, più o meno differentemente.

I subitanei movimenti verticali della crosta terrestre che hanno accompagnato il grande terremoto di Kwantô, sono stati preceduti da lenti movimenti verticali ma in senso opposto e in misura quasi proporzionale.

ZONE VULCANICHE.

Diamo ora un'occhiata alle zone vulcaniche nel Giappone, di cui le più importanti sono otto:

1°) *La zona di Tisima*, che comincia vicino al Camciatca, si dirige a sud-ovest fino all'isola Hokkaidô lungo le isole Tisima o Curile.

I vulcani di questa catena sono più di 50, di cui 11 sono considerati come attivi, avendo manifestato la loro eruzione nei tempi storici. Oltre gli 11 vulcani attivi ve ne sono parecchi che mostrano l'attività di solfatare come Atosanupuri, Meakan, Asahidake, etc.

L'ultimo è il più alto di questa catena perchè misura 2290 m. sul livello del mare.

Il vulcano Tokati-Dakè ebbe nell'anno 1926 una grande eruzione, ma ne parleremo dopo.

I vulcani di questa catena sono formati generalmente da andesiti augitiche.

2°) *La zona di Nasu* contiene numerosi vulcani spenti, e più di 15 vulcani attivi, tra cui il Bandaisan, in Honsyû, il Tarumai, e l'Usu in Hokkaidô, manifestarono la loro attività caratteristica nei recenti anni. Oltre a questi vi è l'Asama, uno dei vulcani più attivi del Giappone etc. Le rocce predominanti sono le andesiti augitiche.

3°) *La zona di Iwaki* ha soltanto tre vulcani attivi, in cui il Tyôkai è il più cospicuo, avendo un'altezza di 2230 m. s. l. d. m. Le rocce predominanti sono le andesiti augitiche.

4°) *La zona Hakusan* nella quale ci sono molti vulcani spenti, ed uno soltanto è attivo, cioè l'Hakusan con 2702 m. di altezza s. l. d. m. Esso è situato nella parte orientale della zona.

Le rocce predominanti sono sempre le andesiti con orneblenda, ed i basalti.

5°) *La zona di Aso* è attiva nella parte occidentale, dove si trovano 4 vulcani attivi, in cui l'Aso è il più grande ed il più celebre. Le rocce predominanti nella parte ad ovest sono le andesiti augitiche, mentre nella parte ad est si trovano andesiti con bronziti.

6°) *La zona di Kirisima* comincia dal grande vulcano Kirisima a sud dell'isola Kyûsyû e si estende verso sud-ovest lungo l'arcipelago di Ryûkyû. Questa catena vulcanica porta otto vulcani attivi, di cui li Kirisima, lo Sakurazima, etc. sono i più importanti. Quest'ultimo è conosciuto fin dal tempo della grande eruzione del 1914. Le rocce predominanti sono le andesiti augitiche.

7°) *La catena Norikura* è situata ad ovest della Fossa Magna e su un alto piano; essa ha alti vulcani spenti, come il Norikura (3626 m.) e l'Ontake (3063 m.) etc. Il vulcano Iwôdake (Yakedete) mostra spesso la sua attività. Le rocce predominanti sono le andesiti con orneblende.

8°) *La zona di Huzi*, che è la più grande nel Giappone, comincia nella costa del mare Giapponese e si estende a sud dell'Oceano Pacifico, traversando la Fossa Magna.

Quattro vulcani attivi si trovano nella catena sull'isola di Honsyû di cui il Huziyama è più alto, avendo un'altezza di 3778 m.

Cotesta zona continua nel mare a sud del Giappone, dove si trovano molte isole vulcaniche, alcune delle quali si elevano dal fondo del mare, fino ad un'altezza di più di 800 m. sul suo livello.

Undici vulcani attivi subaerei e sottomarini sono conosciuti finora.

Oltre queste zone vulcaniche, molti vulcani si trovano nel territorio del mare del sud, parecchi in Formosa, e in Corea, ma ora non ci occuperemo di essi.

I vulcani di questa zona sono composti in maggior parte da andesiti augitiche.

Complessivamente i vulcani attivi nelle zone suddette sono 58.

ALCUNE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI VULCANI.

Una caratteristica della distribuzione dei vulcani nel Giappone sta in questo: che essi sono allineati e ordinati a guisa di scalini nelle loro zone, come si vede in maniera molto chiara nelle isole di Tisima etc.

Un'altra caratteristica morfologica è quella che, nelle zone

vulcaniche, si trovano molte conche, ossia bacini vulcanici formati da sprofondamento.

Fra tali conche, quella di Kuttyaro in Hokkaidô è la più grande, probabilmente la più grande del mondo, avendo il diametro SW di 26 Km., e quello nord-sud di 20 Km. In essa si trova un grande lago chiamato Kuttyaro, con una profondità di 125 m.; il suo fondo raggiunge perciò i 5 m. sotto il livello del mare.

La conca di Sikots ha le seguenti dimensioni: diametro est-ovest 15 km., diametro nord-sud, 13 km. Nel mezzo contiene un lago che ha la profondità di 363 m., il cui fondo raggiunge un livello di 115 m. sotto il livello mare. Ci sono anche altre caldere come quella dell'Aso etc.

È molto interessante notare che tali laghi parecchie volte contengono nel loro centro i vulcani e questi sono formati dalla compensazione dello sprofondamento.

Il bacino di Tôya in Hokkaidô ha i vulcani nel mezzo del lago, e lo stesso si verifica nei bacini di Towada, di Ikedako etc. Nel bacino di Sikots i vulcani formati dal compensamento si ordinano invece su di una linea che attraversa la conca.

È notevole che ci sono parecchi esempi dell'esistenza di grandi conche proprio vicino al vulcano maggiore,

Probabilmente dalla mancanza della massa sotterranea che è uscita a formare il grande vulcano è risultato lo sprofondamento vulcanico.

Esempi :

<i>Vulcano</i>	<i>Conca</i>
Ezohuzi	Toya-ko
Hakkodasan	Towada-ko
Bandaian	Inawasiro-ko
Komagadake	Tazawa-ko
Kaimongadake	Ikedako

I, ATTIVITÀ VULCANICA.

La maggior parte delle eruzioni recenti del Giappone è riferibile al tipo « esplosivo », che si manifesta con violenza senza nessun fenomeno premonitorio.

Così è spiegabile come nel Giappone i danni causati dalle eruzioni vulcaniche siano relativamente enormi.

Non ci mancano, però, altri tipi dell'attività vulcanica, come l'eruzione effusiva, cioè stromboliana etc.

Ecco alcuni tipi caratteristici.

1) Il Vulcano Sakurazima manifestò, nell'anno 1914, la sua attività con una eruzione laterale. Questa eruzione fu caratterizzata dalla formazione di una frattura diametrale, e lava fluida uscì dai due fianchi del vulcano.

L'attività continuò per tutto il mese, e l'isola fu coperta dai materiali frammentari e coevi, che riempirono lo stretto di Sakurazima (isola del Ciliegio) e la trasformarono in una penisola.

L'area coperta dalla lava fu di 23,73 km. quadrati, il volume della lava e dei materiali frammentari fu 2,2 km. cubici, pari ad un dodicesimo della massa dell'isola sul livello del mare. Un'altra eruzione avvenne nell'anno 1779, nello stesso modo; però la frattura non si produsse in perfetta coincidenza con quelle precedenti ed anche con quelle posteriori.

2) Il giorno 15 luglio 1888, il vulcano Bandaisan ebbe una grande esplosione caratteristica del tipo di quella che Mercalli chiamò « ultra vulcanica ».

I materiali lanciati e franati furono calcolati pari a circa 2 km. cubici. Nella parte nord del vulcano si formò un grande cratere a forma di ferro di cavallo. La massa dei frammenti ricadde verso nord seppellendo parecchi villaggi con gli abitanti e si rovesciò nel corso di tre fiumi, formando rispettivamente tre laghi di sbarramento.

3) Al Noboribetu in Hokkaidô avvengono frequentemente esplosioni non forti nel mezzo del lago craterico (50° C alla superficie e 133° C al fondo). L'ultima esplosione è avvenuta nella primavera del 1927.

Sembra che tali esplosioni avvengano allorchando la bocca eruttiva, subacquea, è chiusa dal materiale antico e dal fango attraverso i quali filtra l'acqua, verso la massa magmatica, provocando così l'esplosione.

4) Eruzioni del vulcano Tarumai 1909.

Dal gennaio al marzo 1909 l'attività di questo vulcano aumentò continuamente. Il 30 marzo avvenne una grande esplosione che lanciò materiali antichi a grande altezza. Altra esplosione simile avvenne la notte del 12 aprile. Dopo quest'ultima sembra che la lava andesitica sia cominciata a sgorgare dal condotto

lentamente fin verso ai primi di maggio; cosichè il cratere si colmò di lava, e formò una cupola alta 134 m. sul livello dell'atrio. Il volume è stato calcolato pari a 20 milioni di m. cubi.

Dall'aprile 1917 ad oggi si sono susseguite esplosioni vulcaniche alternate da lunghi periodi di calma. Ad ogni eruzione si formano bocche sulla cupola od alle sue basi.

Subito dopo l'attività esplosiva, talvolta si vedono incandescenti le pareti delle fratture, a causa del riscaldamento prodotto dai gas ad alta temperatura.

5) Eruzioni dell' Usu in Hokkaidò, 1910.

Il giorno 25 ottobre dopo forti rumori sotterranei avvenne una grande esplosione ultra-vulcaniana sul pendio nord del vulcano, formando 35 crateri allineati in direzioni est-ovest per una lunghezza di 3 km. Sul lato nord della frattura eruttante, che abbiano ora ricordato, e per una lunghezza di 700 m., si cominciò a sollevare lentamente un blocco dal suolo, presso la riva del lago Tôya, il quale è un cratere-lago di sprofondamento.

Al principio del novembre il sollevamento era già di 150 m. Nella primavera del 1911 la parte sollevata si è riabbassata di 60 m., cosicchè rimase un sollevamento di 90 m.

Il meccanismo di questa eruzione sotterranea dev'essere simile a quello della vetta della montagna Pelée.

Forse la massa magmatica sollevandosi veniva raffreddata dall'acqua (proveniente dal lago) che impregnava il suolo, ma la massa magmatica profonda ha continuato a provocare il sollevamento della parte superficiale assieme alla crosta consolidata.

Le due cupole laviche nel cratere centrale di questo vulcano si sono formate con meccanismo simile, ma esse si sono sollevate più in alto e sono coperte dalle ghiaie e sabbie fluviali.

Probabilmente la lava già consolidata nel fondo del cratere sotto i materiali fluviali, esercitava una pressione che produsse il sollevamento fino all'altezza di più di 200 m. sul livello dell'atrio.

6) Parliamo ora della disastrosa eruzione del vulcano Tokatidake, che avvenne più recentemente in Giappone. Il Tokatidake (2077 m.) si eleva circa nel centro dell'isola di Hokkaidò. La storia non ricorda eruzioni di questo vulcano, il quale però era in istato di solfatara attiva formando un cono di un centinaio di metri nell'interno di una caldera laterale. Si lavorava nelle solfatare nel modo seguente: prima si conduceva il fumo in un



FIG. 4. — Una risaia coperta dalla colata di fango, originata dall'eruzione del vulcano Tokati-Dake il 21 maggio 1926.



FIG. 5. — Il lago vulcanico dell'Oakan.
Nello sfondo, il cono centrale dell'Oakan, visto dal Meakan, vulcano attivo.

imbuto di pietra in cui esso si condensava in stato liquido e solidifica poi all'orificio. Questo zolfo veniva raccolto facilmente sulle pareti.

Dal 1923 in poi vi fu un aumento della attività. Il 23 dicembre 1925 avvenne una debole esplosione al cono suddetto, con la formazione di una bocca. L'attività continuò aumentando di frequenza verso la stagione dello scioglimento delle nevi. Il 24 maggio 1926 avvennero due grandi esplosioni con proiezioni di una immensa quantità di materiali frammentari: l'effetto fu il franamento di quasi metà del cono che andava formandosi: si produsse una conca e avvenne la demolizione di quasi metà del cono della solfatara.

Il volume dei materiali esplosivi e crollati fu di 2.000.000 di m. cubici. Le dimensioni della conca erano: 130 m. lungo la linea est-ovest, 300 m. nel senso nord-sud, e 50 m. di profondità media.

Il 25 maggio avvenne una esplosione del cono della solfatara, la quale proiettò solo materiale coevo, senza materiale antico. Tali prodotti ricaddero nei dintorni del vecchio cratere e della nuova conca.

I materiali lanciati e franati al momento della esplosione, alle ore 4.20 p. m. 24 maggio, mescolati all'acqua piovana, all'acqua di scioglimento delle nevi ed a quelle dei fiumi, formarono delle colate lutee che devastarono un'ampia area coltivata e boschiva, causando la morte di 144 persone.

L'8 settembre avvenne una nuova esplosione, senza alcun fenomeno premonitorio, con proiezione di materiali antichi strappati dal condotto del vulcano. Il 10 si ripeté il fenomeno: i materiali proiettati avevano 5-600° C di temperatura.

Altre esplosioni minori avvennero successivamente, forse in correlazione a speciali condizioni di pressione atmosferica.

Il meccanismo eruttivo è spiegabile nel modo seguente:

L'attività aumentò a poco a poco dal 1923 alla fine del 1925, evidentemente per lento sollevamento della massa magmatica nel condotto del vulcano. È questa la prima causa efficiente dell'eruzione. Causa occasionale di questa fu l'eccessiva precipitazione nevosa, superiore alla normale, dell'inverno 1925-26.

Le acque prodotte dallo scioglimento delle nevi, nel maggio, filtrarono per un canale sotterraneo (resosi visibile dopo le esplosioni) verso la massa magmatica e furono la causa delle esplosioni del 24 di quel mese, la cui origine fu poco profonda perchè il ma-

teriale proiettato fu quasi tutto antico. Le esplosioni del 25, di materiale coevo, debbono avere avuto origine direttamente dalla massa magmatica in via di consolidamento, durante il quale avvenne la degassificazione. I gas così sviluppatisi furono la causa delle esplosioni di materiali recenti e del terremoto, che fu registrato come forte al sismografo di Asakigawa, a 25 km. a NE del vulcano.

Le esplosioni dell'8 settembre sarebbero state causate da un terremoto tettonico con epicentro nel mare a sud di Hokkaidô. Questa scossa avrebbe turbato l'equilibrio delle masse magmatiche nel condotto del vulcano, producendo perciò una rapida degassificazione, la quale fu la causa delle esplosioni.

La successione dei fenomeni esplosivi è la seguente :

Esplosioni ultra vulcaniche (con materiali antichi dominanti).

Eruzioni effusive (con materiali nuovi).

In ogni modo, questa eruzione del Tokatidake è molto importante, perchè essa dette una evidente dimostrazione che l'acqua in genere ha grande influenza sopra i fenomeni eruttivi.

PROBABILITÀ DELLA PREDIZIONE DEI TERREMOTI.

Da studi profondi fatti sui terremoti più forti nei recenti anni, si è assicurato che essi sono sempre accompagnati da spostamenti terrestri e da deformazioni più lente.

Prima del grande terremoto di Kwantô il terreno era andato man mano abbassandosi. Nell'anno precedente al terremoto si registrò sul mareografo, nel territorio battuto poi dal terremoto, un sollevamento strano che non era stato notato da altri mareografi.

Anche prima del terremoto di Tango, la spiaggia del territorio colpito dal terremoto presentava deformazioni molto chiare. Tali fenomeni devono essere forse l'atto preliminare del terremoto.

Perciò l'osservazione dei mareografi, cioè le osservazioni delle deformazioni terrestri della spiaggia, devono costituire un elemento importante per la predizione dei terremoti.

La deformazione terrestre manifestatasi già prima del terremoto di Tango, agitando l'acqua marina, costrinse lo strato d'acqua a innalzarsi nei pozzi.

Ma soprattutto importante è il sollevamento della crosta

terrestre due o tre ore prima del terremoto di Tango nella parte ad est della regione colpita.

Lo stesso fatto si era verificato più di quattro volte per i terremoti lungo la costa del mare del Giappone in tempi storici.

Quando tali fenomeni relativi ai movimenti ed alle deformazioni della crosta terrestre potranno essere studiati con maggiore precisione, allora sarà forse possibile la predizione di un terremoto che colpirà il territorio a distanza di pochi giorni o anche di poche ore.

E questi studi sono cominciati nel Giappone. Il clinografo costruito da Isimoto nell'Istituto Sismologico della Università di Tôkyô, dà il mezzo di seguire piccolissime inclinazioni di un decimo di secondo. Questo strumento trovasi a Miyatu, accanto al territorio colpito dopo il terremoto di Tango.

Il giorno 1° aprile 1927, prima del terremoto, si sentivano i movimenti terrestri che preannunziavano la forte scossa.

Come ho già detto, le attività vulcaniche in Giappone sono in generale esplosive ed avvengono improvvisamente. Negli ultimi 40 anni abbiamo avuto 7 diverse eruzioni con vittime umane.

In alcune eruzioni venivano avvertite in precedenza delle scosse di terremoto ed altri fenomeni caratteristici, sicchè gli abitanti riuscivano a mettersi in salvo prima della terribile manifestazione eruttiva.

La vulcanologia però non è ancora così progredita da poter sempre e in ogni occasione predire gli avvenimenti.

Anche per la predizione dei terremoti le nostre cognizioni sono pure molto incerte su diversi argomenti, e soprattutto:

- 1) La zona sismica.
- 2) Il carattere sismico o l'eredità sismica, specialmente le deformazioni della crosta terrestre rispetto al terremoto e i diversi preliminari del terremoto.

Se si farà maggiore luce sulle suddette caratteristiche, sarà possibile di predire i terremoti, osservando gli strumenti, come sismografi, clinografi, mareografi etc., che dovrebbero essere disposti a breve distanza nella zona sismica.

Possiamo così pensare che un giorno non molto lontano sarà possibile predire le scosse, almeno per alcuni terremoti come quelli lungo il mare del Giappone, osservando le deformazioni terrestri, che precedono la grande scossa.

Non posso chiudere la mia conferenza senza ricordare che in occasione dell'ultimo grande terremoto del 1923, grandissime sono state le prove di solidarietà e di simpatia date dall'Italia al Giappone. Sua Maestà il Re Vittorio Emanuele, che si trovava fuori di Roma, mandò un messaggio speciale alla Nostra Ambasciata e nello stesso tempo la Croce Rossa Italiana riceveva un milione di lire dal suo Governo, per acquistare materiali di prima necessità a favore dei danneggiati.

Di più il Capo del Governo Italiano, S. E. Mussolini, fissò il 14 settembre come giorno in cui fossero fatte solenni manifestazioni di lutto: bandiera a mezz'asta, e chiusura degli spettacoli.

Inoltre Sua Santità il Papa, fece distribuire 20.000 dollari alle famiglie bisognose, diramando ordini a tutti i cattolici dell'America settentrionale e meridionale, perchè si astenessero da qualsiasi atteggiamento ostile verso i Giapponesi.

Vivamente commosso da tutte queste manifestazioni di fratellanza e di amicizia ringrazio un'altra volta a nome di uno dei Giapponesi, che sono stati sollevati nella loro sciagura nazionale dall'affetto del popolo e del Governo Italiano.
