

ISTITUTO ITALIANO PER L'AFRICA E L'ORIENTE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI "L'ORIENTALE"

IL GIAPPONE

VOLUME XLVIII
[2008]

ROMA - NAPOLI
2012

Direttore

ADOLFO TAMBURELLO

Comitato scientifico

GIORGIO AMITRANO, PATRIZIA CARIOTI, PAOLO CALVETTI, GUSTAVO CUTOLO,
SILVANA DE MAIO, FRANCO MAZZEI, OUE JUNICHI, ADOLFO TAMBURELLO

Coordinamento scientifico-editoriale

PATRIZIA CARIOTI

Redazione

GIOVANNI BORRIELLO

Direzione:

Is.I.A.O., Via Ulisse Aldovrandi, 16 - 00197 ROMA

Redazione:

U.N.O., Dip. Studi Asiatici, Piazza San Domenico Maggiore, 12 - 80134 NAPOLI

Stampa:

IL TORCOLIERE *Officine Grafico-Editoriali d'Ateneo*
Centro Interdipartimentale di Servizi, U.N.O.

INDICE

MARINA COSTANZA MENNELLA, Gli studi di mitologia comparata in Italia relativamente al Giappone: II. Lo sviluppo degli studi alla luce della comparatistica europea.....	Pag.	5
UBALDO IACCARINO, Il Giappone e le Filippine Spagnole, 1598-1603: le aperture di Tokugawa Ieyasu.....	»	31
CRISTINA BANELLA, - L'arte della citazione: - lo <i>Tsurezuregusa</i> nella poesia di Yosa Buson.....	»	45
ALESSANDRA DELLA MORTE, <i>Ango Torimonochō</i> . Casi polizieschi nell'epoca della modernizzazione Meiji.....	»	69
MATILDE MASTRANGELO, La coscienza della traduzione in Mori Ōgai	»	93
LUCA MILASI, Donne alla finestra e romanzi cinesi: immaginario maschile e volontà di emancipazione femminile in <i>Gan</i>	»	103
MARCO RUGGIERO, Un racconto di Akutagawa Ryūnosuke: <i>Imogayu</i>	»	131
AKUTAGAWA RYŪNOSUKE, <i>Imogayu</i> (Trad. di Marco Ruggiero).....	»	133
VINCENZA CINZIA CAPRISTO, I territori cinesi occupati dalle Armate giapponesi e la situazione delle Missioni cattoliche ivi stanziate	»	151
ELENA CUBELLIS, Vulcanologia e sismologia: il Giappone e Napoli..	»	165
ELISABETTA CRISCI, I <i>netsuke</i> della collezione orientale del Museo Duca di Martina di Napoli.....	»	199

ELENA CUBELLIS

VULCANOLOGIA E SISMOLOGIA:
IL GIAPPONE E NAPOLI

Introduzione

Il Giappone dista da Napoli 10.000 km ma l'arcipelago giapponese ha in comune con il Golfo di Napoli e la Campania Felix dei Romani la genesi geologica, in quanto sono stati formati da processi geodinamici del tutto simili, come la natura vulcanica dei suoli, il morbido paesaggio dei coni e dei crateri vulcanici, le manifestazioni fumaroliche delle «solfatare» ed il termalismo quali spie della presenza di masse di magma intrappolate nella crosta a piccola profondità, la sismicità, chiara manifestazione della non sopita dinamica di questi territori.

Due terre con tali caratteristiche non potevano non incontrarsi per i comuni interessi nella crescita della conoscenza dei fenomeni vulcanici e sismici e per la mitigazione dei loro effetti sulle popolazioni esposte. Non a caso Italia e Giappone saranno nella seconda metà dell'Ottocento i paesi più avanzati nello studio dei terremoti e dei vulcani¹. Napoli sarà la punta avanzata in questi settori

¹ Izumi Yokoyama & Antonio Nazzaro, *History of the Italian-Japanese Cooperation in Volcano Geophysics*, Proc. of the Italian-Japanese Symposium of earthquakes, eruptions and civil defence. Sponsored by the Union of the Honorary Consuls in Italy, 1997; A. Tamburello, «Il Giappone a Napoli», in *Il Giappone, Napoli e la Campania*, G. Borriello (a cura di), Napoli, Il Torcoliere, 2005, pp. 9-29.

sia per i grandi terremoti che colpiranno il regno di Napoli nell'Ottocento (1805, 1851, 1857), che per le frequenti eruzioni del Vesuvio. A Napoli nascerà la Vulcanologia moderna e a Napoli sorgerà nel 1841 il primo osservatorio vulcanologico al mondo, vera culla della ricerca vulcanologica mondiale, fondato alla metà dell'Ottocento per svolgere osservazioni e ricerche sul Vesuvio e sugli altri vulcani campani. Questo, che prenderà la denominazione di Osservatorio Vesuviano, diverrà un modello per gli osservatori vulcanologici che i giapponesi realizzeranno diversi decenni dopo sui loro vulcani più pericolosi.

Anche per la registrazione dei terremoti il Giappone si riferirà a Napoli ed in particolare al Direttore dell'Osservatorio Vesuviano (Luigi Palmieri) per acquisire uno strumento di nuova concezione per la registrazione dei terremoti². Nello studio delle eruzioni in Giappone si farà tesoro dei metodi introdotti dagli studiosi italiani e tra questi in particolare si ricorda Mercalli; la letteratura italiana sarà molto seguita e saranno utilizzati termini della lingua italiana per denominare strutture, manifestazioni e prodotti vulcanici come: «somma» per indicare il residuo dell'antico cratere di un vulcano come la barriera del Monte Somma al Vesuvio; «bocca» per indicare la bocca eruttiva; «solfatara» per indicare un'area con intense manifestazioni fumaroliche come si osservano alla Solfatara di Pozzuoli.

Il Giappone e l'Italia per le loro caratteristiche di aree a vulcanismo attivo svilupperanno, rispetto ai paesi avanzati dell'Europa e agli Stati Uniti, un percorso originale nello studio dei vulcani, privilegiando l'aspetto fisico per la comprensione della loro dinamica finalizzata alla mitigazione degli effetti delle eruzioni, mentre i paesi privi di vulcani attivi puntavano allo studio del chimismo dei prodotti eruttati per costruire la storia evolutiva delle sorgenti magmatiche.

Nel periodo tra le due guerre mondiali gli scambi culturali tra Giappone ed Italia nei settori dei terremoti e dei vulcani si rafforzano ulteriormente per le note intese politiche tra i due paesi. Dopo la lunga parentesi della guerra e del dopoguerra i rapporti tra le due comunità scientifiche principalmente impegnate nello studio dei vulcani sono ripresi con lo scambio di ricercatori, visite guidate, conferenze, corsi di alta formazione che hanno visto coinvolti studiosi dell'Osservatorio Vesuviano, dell'Università di Napoli Federico II, dell'Università di Tokyo, dell'Università di Sapporo, dell'Osservatorio del

² A. Nazzaro & B. Tramma, «Il sismografo di Luigi Palmieri», *Boll.Soc.Natur. in Napoli*, Vol. XCIV, 1985, pp. 1-18; G. Borriello, «Campania e Giappone: i gemellaggi», in *Il Giappone, Napoli e la Campania*, G. Borriello (a cura di), Napoli, Il Torcoliere, 2005, pp. 203-206; G. Borriello, «Il sismologo Luigi Palmieri e il Giappone», in *Il Giappone, Napoli e la Campania*, G. Borriello (a cura di), Napoli, Il Torcoliere, 2005, pp. 95-98.

Sakurajima. In queste interazioni l'Osservatorio Vesuviano ha svolto un ruolo centrale per la sua lunga e gloriosa storia ed è sempre stato un punto di riferimento per quanti studiosi o uomini di cultura si sono interessati dei vulcani; una visita all'Osservatorio non poteva mancare al loro curriculum.

La geodinamica dell'Arcipelago Giapponese e della Penisola Italiana
Arcipelago Giapponese

L'arcipelago Giapponese fa parte della serie di archi insulari che orlano il margine orientale dell'Asia, dalla Kamchatka all'Indonesia³ (Fig. 1). L'arcipelago si sviluppa per più di 3200 km, estendendosi dal Mare di Okhotsk alle frange subtropicali di Taiwan, racchiudendo migliaia di isole. Il nucleo dell'arcipelago è rappresentato da quattro isole maggiori: Hokkaido, nella parte più a nord, Honshu, nel tratto centrale, Shikoku e Kyushu, nel tratto più meridionale.

Il Giappone ha una lunga storia sismica, ma fino al grande terremoto del Nankaido del 29 novembre 684 il numero di eventi registrati è molto piccolo⁴. Il quadro dell'attività sismica storica non si mostra omogeneo in tutto l'arcipelago, per il diverso sviluppo culturale delle regioni. Solo a partire dal 1596 si avrà una visione completa della sismicità per l'intero paese.

L'interesse per lo studio dei terremoti in Giappone nasce per il lavoro realizzato da docenti britannici che operavano nell'Università Imperiale di Tokyo. Tra questi si deve ricordare John Milne (1850-1913) e il suo poderoso lavoro nella raccolta dei dati relativi agli effetti dei terremoti contemporanei ed alla realizzazione di un catalogo dei terremoti storici. Questo lavoro avviato da Milne fu poi proseguito da organizzazioni governative e dall'Imperial Earthquakes Investigation Committee. Subito dopo l'arrivo di Milne in Giappone si avviò il primo studio scientifico dei terremoti del paese. Questi, professore di Geologia e Miniere al Collegio di Ingegneria Imperiale a Tokyo nel 1875, raggiunse Tokyo nel 1876 dopo aver attraversato l'Asia utilizzando il percorso dell'attuale Ferrovia Siberiana, inesistente a quel tempo, effettuando molte osservazioni geologiche. Raggiunse Tokyo dopo 11 mesi e la prima notte avvertì un terremoto.

La sismicità superficiale, caratterizzata da grandi terremoti che frequentemente superano la magnitudo 6.5 con picchi di 8, e quella intermedia (fino a 300 km di profondità) e profonda (fino a 700 km di profondità) è dovuta ad un processo geodinamico complesso per la collisione di tre zolle, la zolla

³ Aramaki S. & Ui T., «Japan», in *Andesites: Orogenic Andesites and related rocks*, edited by R.S. Thorpe John Wiley & Sons; F. Girault, P. Bouysse, J-P. Rancon, *Volcanoes vus de l'espace*. Editions Nathan Paris (France), 1998.

⁴ Charles F. Richter, *Elementary Seismology*, W. H. Freeman & Company, San Francisco, 1958.



Fig. 1 - Arcipelago Giapponese. La mappa presenta la struttura dell'Arcipelago Giapponese e il suo assetto geodinamico con indicazione delle zolle Euroasiatica, Pacifica e delle Filippine e relative zone di collisione [modificata da: F. Girault, P. Bouysse, J-P. Rancon, *op.cit.*, nota 3, 1998].

pacifica, l'Euroasiatica e la più piccola zolla delle Filippine, ad una velocità di 5-10 cm/anno. La zolla Pacifica si immerge al disotto della zolla Euroasiatica, interessando la parte settentrionale dell'Isola di Honshu e l'isola di Hokkaido, e al disotto della zolla delle Filippine. Quest'ultima si immerge al disotto della zolla Euroasiatica, interessando la parte meridionale dell'isola di Honshu e le isole di Shikoku e Kyushu. Questi processi determinano la distribuzione spaziale dei terremoti e la loro energia. In particolare i terremoti più disastrosi sono più frequenti lungo la costa pacifica della parte settentrionale dell'arcipelago; l'area a più elevata sismicità risulta la regione di Tokyo dove si ha la confluenza delle tre citate zolle. I terremoti intermedi e profondi si distribuiscono prevalentemente a nord nel Mar del Giappone nella fascia denominata «Zona di Soya», dal nome dello stretto a nord di Hokkaido, e lungo la fascia meridiana, detta «zona trasversale», che attraversa il Giappone ad ovest di Tokyo.

Una struttura tettonica rilevante nella parte occidentale del Giappone e sede di forti terremoti è la Linea Tettonica Mediana (Median Tectonic Line) che attraversa da W ad E le isole di Kyushu e Shikoku e la Penisola di Kiu e termina all'incrocio con una struttura trasversale denominata Fossa Magna.

Lungo questa struttura che ha le caratteristiche di una fossa tettonica (*graben*), emergono numerosi apparati vulcanici, tra i quali il Fujiyama. Tale struttura si sviluppa a sud nell'Oceano Pacifico, segnata da una catena di isole vulcaniche (Isole Izu-Bonin) che si estende come un tipico arco fino alle Isole Marianne. Tra le più note Isole Izu si ricorda Oshima nella baia di Sagami, 100 km SSW di Tokyo. La Linea Tettonica Mediana, ben evidente ad occidente della Fossa Magna non si rinviene nella parte Nord-Orientale dell'Honshu, forse mascherata dalla potente coltre dei prodotti vulcanici recenti.

La sismicità del Giappone è tanto elevata che l'elenco dei grandi terremoti è molto lungo. Se si parte dal terremoto di Sauriku del 15 giugno 1896, accompagnato da un devastante tsunami, si contano fino ai nostri giorni circa 30 terremoti di magnitudo uguale o superiore ad 8. Relativamente al numero di vittime, queste negli ultimi 3 secoli risultano circa 200.000. Alcuni terremoti di grande energia hanno profondità ipocentrali superiori a 100 km; in tal caso i danni sono contenuti. Invece i terremoti poco profondi localizzati in mare sovente generano tsunami ai quali sono associati gravi danni e numerose perdite di vite umane. Tra i grandi terremoti si ricordano quello del Kwanto del 1 settembre 1923 che devastò Tokyo, Yokohama e le aree circostanti. Nell'area epicentrale su 2 milioni di abitanti, 99.331 persero la vita, e danni incalcolabili si ebbero alle biblioteche, musei, collezioni d'arte, archivi, dati scientifici, a causa degli incendi che scoppiarono in seguito all'evento sismico.

Dopo questa catastrofe a Tokyo fu realizzato un grande istituto di ricerca sui terremoti presso l'Università, noto come «Earthquake Research Institute», che rapidamente acquistò un grande prestigio in tutto il mondo. In ricordo del terremoto del 1923 in Giappone il 1° settembre è il giorno dedicato al terremoto.

Il processo di subduzione non solo genera i terremoti, ma il calore prodotto dall'attrito della zolla che subduce fornisce l'energia per la fusione parziale delle rocce sub crostali, che danno origine all'attività vulcanica.

Questa si manifesta con la formazione di una vera e propria catena di vulcani. Tale fascia vulcanica è ben delineata sul lato Pacifico dell'arcipelago giapponese per l'elevata densità di edifici vulcanici. Il fronte vulcanico è parallelo alla direzione della zolla Pacifica in subduzione sotto l'arcipelago.

Questo parallelismo è interrotto alla congiunzione dell'Arco delle Isole Izu, Marianne e Honshu nord-orientale dove il fronte forma un angolo acuto. L'arco nord-orientale dell'Honshu mostra un arco vulcanico dal lato del Mar del Giappone e non vulcanico dal lato dell'Oceano Pacifico. La parte meridionale dell'Arco Izu-Marianne è un arco complesso molto ampio formato da un arco esterno sommerso, da uno stretto arco vulcanico e da una fossa profonda. La struttura dell'arco del sud-ovest dell'Honshu è alquanto oscura in quanto si è sviluppata su strutture quaternarie complesse. Anche l'Arco delle Ryukyu si è sviluppato su un basamento continentale più vecchio con catene vulcaniche ben definite sull'arco interno. La Fossa delle Ryukyu è ben individuata e presenta una profondità superiore ai 6000 m per gran parte della sua estensione.

Lungo questi archi si sviluppa in considerevole quantità il vulcanismo quaternario. I vulcani si distribuiscono in due zone molto ampie: la prima costituisce la fascia vulcanica del Giappone orientale, con il nord-est dell'Honshu e l'Arco Izu-Marianne, mentre la seconda forma la fascia vulcanica del Giappone occidentale con il sud-ovest dell'Honshu e l'Arco delle Ryukyu. Nella regione si rilevano circa 440 centri vulcanici, che rappresentano il 10% dei vulcani quaternari del mondo, di cui 140 (32%) sono considerati attivi in quanto hanno eruttato in tempi storici, che in Giappone corrispondono agli ultimi 1300 anni. I valori più elevati della densità della distribuzione dei vulcani e del volume dei prodotti vulcanici emessi si rinvengono lungo il fronte vulcanico che si sviluppa parallelamente alla struttura della Fossa ad una distanza di 150-300 km; da questo il vulcanismo decresce procedendo in direzione del Mar del Giappone. La distribuzione spaziale dei vulcani lungo l'arcipelago non è omogenea. Nell'arco dell'Honshu di nord-est si sviluppano 27 edifici vulcanici per una lunghezza del fronte vulcanico di 880 km; in questo tratto la distanza tra i vulcani varia da 6 a 40 km con una media di 23

km. Al contrario nella parte sud-occidentale dell'Arco il fronte vulcanico è meno definito. Questa minore attività si riflette in una minore abbondanza di grossi apparati vulcanici ed in una sporadica presenza di sorgenti calde.

La quasi totalità dei vulcani quaternari sono apparati di tipo centrale che si sono costruiti intorno ad un centro di emissione stabile. I più numerosi sono i vulcani compositi o strato-vulcani caratterizzati da un cono principale la cui costruzione è determinata dall'alternanza di lave e prodotti piroclastici. Questa è la forma più comune dei grandi vulcani continentali rappresentati da esempi famosi come il Fujiyama, Vesuvio, Etna, Stromboli. Tale tipologia costituisce circa il 60% dei vulcani attivi in Giappone. Seguono strutture calderiche (grandi depressioni di forma circolare) alle quali sono associate eruzioni fortemente esplosive; alcune caldere, come ad esempio Aso, Aira (nell'isola di Kyushu), Kuttuyaro, Shikotsu (nell'isola di Hokkaido), raggiungono anche diametri di 25 km. Il terzo tipo di centri vulcanici è rappresentato da gruppi isolati di piccoli coni vulcanici, costruiti con un unico evento eruttivo come coni piroclastici, duomi di lava, maar.

L'attività di un vulcano composito è caratterizzata da lunghi periodi di relativa quiescenza interrotta da improvvise e intense eruzioni di breve durata.

In tempi storici circa 70 vulcani hanno eruttato o hanno mostrato un'intensa attività solfatarica, almeno 20.000 vittime sono da attribuire ad eruzioni vulcaniche che hanno devastato vaste aree sia a causa della caduta di ceneri e pomice che per l'insorgere di correnti di fango, valanghe, flussi piroclastici, inondazioni e tsunami.

Penisola Italiana

I processi geodinamici che porteranno all'attuale configurazione della penisola italiana sono ancora più complessi di quelli osservati per l'arcipelago giapponese, in quanto il fenomeno si mostra più evoluto. Anche in questo caso si osserva una collisione tra una zolla oceanica, la Tetide, e una zolla continentale. La geometria dei margini della Tetide doveva essere molto articolata in quanto interposta tra la zolla Europea a nord e la zolla africana a sud. Sarà tale geometria a giocare un ruolo determinante nella costruzione delle catene e dei bacini del Mediterraneo⁵.

⁵ F. Barberi, G. Bigi, G. Gaudiosi, G. Luongo, A. Panizza, R. Santacroce, *Guida alla escursione nei Campi Flegrei ed al Somma Vesuvio con note sulla dinamica del Mediterraneo*, Osservatorio Vesuviano, Stampato presso la Tipografia S.G.S. Istituto Pio XI, Roma 1983; AA.VV., *Napoli Sopra e sotto. Geologia, Sismologia, Vulcanologia*, Luca Torre (Editore), 1993; G.B. Vai & I.P. Martini (Eds), *Anatomy of an Orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 2001, 632 pp.

Alcuni studiosi attribuiscono la complessità della struttura all'esistenza di una serie di microzolle interposte tra Africa ed Europa, con moti relativi parzialmente indipendenti da quelli delle due zolle principali. Sarà l'apertura dell'Atlantico Settentrionale, circa 80 milioni di anni fa (Cretaceo medio-superiore), a produrre una fase tettonica compressiva tra Africa ed Europa che portò alla subduzione e scomparsa della Tetide con la chiusura del bacino oceanico (Fig. 2). La successiva collisione tra le due zolle continentali con la subduzione dell'Europa al disotto dell'Africa portò alla formazione della catena alpina nel Terziario inferiore (65-26 Milioni di anni fa) e nel Terziario superiore (26-2 Milioni di anni fa), in seguito alla subduzione della litosfera Africana al di sotto di quella Europea, si formò la catena Appenninica affiancata a quella Alpina. Il processo fu accompagnato da una parziale sovrapposizione delle falde della catena alpina su quelle appenniniche. A questa fase compressiva è dovuto lo sviluppo di un vulcanismo di arco, ormai estinto, di cui si osservano importanti testimonianze in Sardegna.

Contemporaneamente a questi fenomeni compressivi nel Terziario Superiore si sviluppò, circa 10 milioni di anni fa, una fase distensiva che interessò l'area di catena, provocando la frantumazione della catena alpina e la scomparsa di alcune sue porzioni e la formazione del bacino tirrenico. Questi processi delinearono i nuovi limiti tra la zolla Africana e quella Europea come testimoniano la sismicità dell'Appennino e lo sviluppo della fascia vulcanica lungo il margine tirrenico della penisola⁶. Inoltre la sismicità intermedia e profonda del Tirreno meridionale ed il vulcanismo dell'arco delle Eolie testimoniano, secondo molti studiosi, che in questa regione sono ancora in atto fenomeni di subduzione. L'attività sismica interessa tutto l'Appennino, compreso la Sicilia, e la regione nordorientale della Penisola (Alpi Orientali)⁷.

⁶ G. Luongo, E. Cubellis, F. Obrizzo, *Ischia Storia di un'isola vulcanica*, Napoli, Liguori Editore, 1987, pp.164; G. Luongo, E. Cubellis, F. Obrizzo, S.M. Petrazzuoli, «A physical model for the origin of volcanism of the Tyrrhenian margin: the case of the neapolitan area», *J. Volcanol. Geotherm. Res., Special Issue «Campi Flegrei»*, G. Luongo & R. Scandone (Eds), 48 (1/2), 1991, pp. 173-185; G. Luongo, E. Cubellis, F. Obrizzo, S.M. Petrazzuoli, «The mechanics of the Campi Flegrei resurgent caldera – a model», *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 45, 1991, pp. 161-172; G. Luongo (a cura di), *Mons Vesuvius*, Napoli, Fiorentino Editore, 1997; S. Carlino, E. Cubellis, G. Luongo, F. Obrizzo, «On the mechanics of caldera resurgence of Ischia Island (southern Italy)», in C. Troise, G. De Natale, C. Kilburn (eds), *Mechanisms of Activity and Unrest at large Calderas*, Geological Society, London, Special Publications, 269, 2006, pp. 181-193; G. Di Donna, G. Luongo, «Evoluzione della costa vesuviana nel territorio», in *Il Porto del Corallo – Analisi storica del Porto di Torre del Greco*, Edizioni Scientifiche e Artistiche, 2007, pp. 33-68.

⁷ E. Boschi, G. Ferrari, P. Gasperini, E. Guidoboni, G. Smriglio, G. Valensise (Eds), *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 al 1980*, Bologna, ING-SGA, 1995; R. Camassi, &

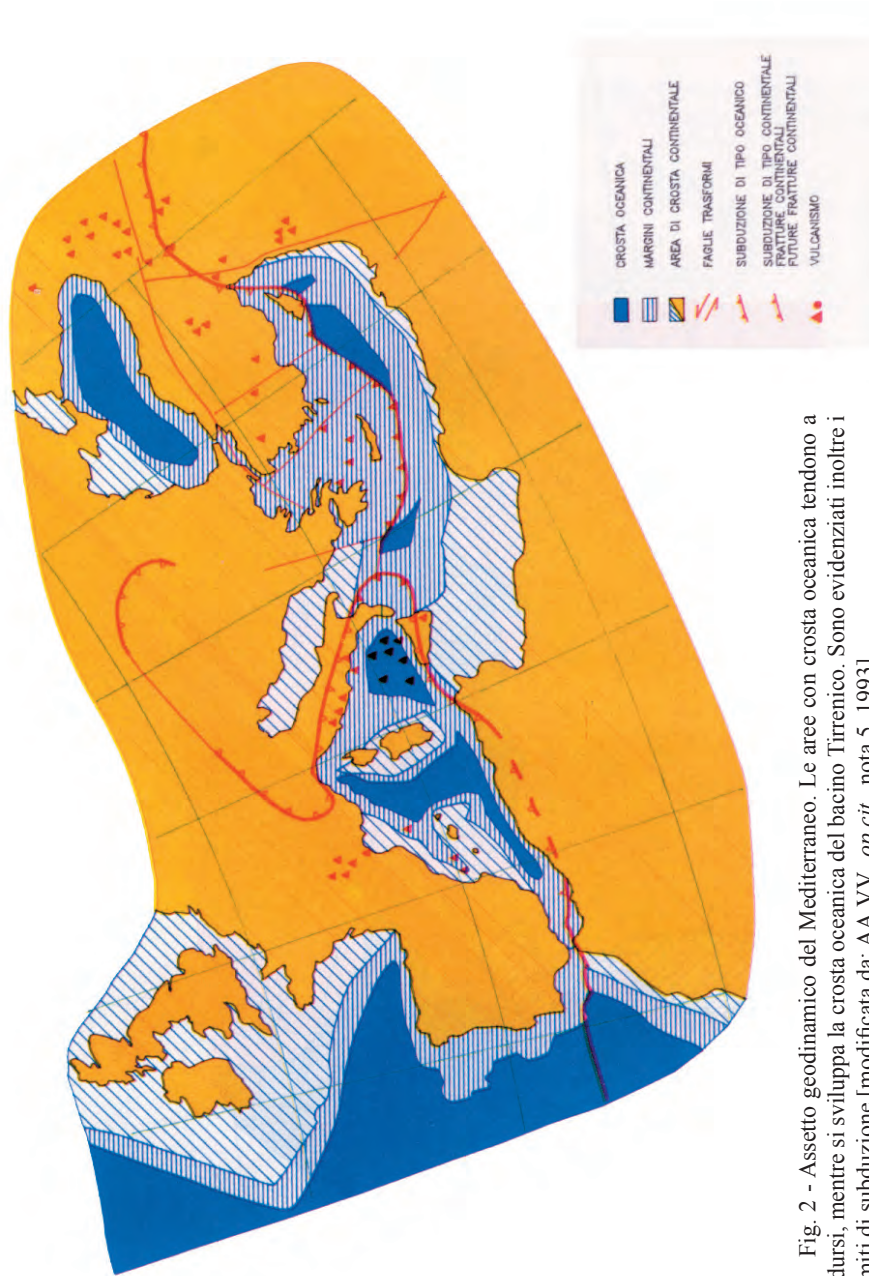


Fig. 2 - Assetto geodinamico del Mediterraneo. Le aree con crosta oceanica tendono a ridursi, mentre si sviluppa la crosta oceanica del bacino Tirrenico. Sono evidenziati inoltre i limiti di subduzione [modificata da: AA.VV., *op.cit.*, nota 5, 1993].

Il catalogo dei terremoti in Italia risale fino al V secolo a.C. ma il quadro completo della sismicità, necessario per una valutazione reale della pericolosità sismica della regione, si ottiene per i terremoti distruttivi (Magnitudo ≥ 6.0) a partire dal XVII secolo. A questi si devono aggiungere i terremoti di magnitudo superiore a 7, avvenuti prima del XVII secolo di cui si hanno notizie certe. In totale i terremoti con Magnitudo ≥ 7 , rilevati a partire dal IX secolo, risultano 11, mentre i terremoti con Magnitudo ≥ 6.0 dal XVII secolo, sono 40. I primi sono localizzati per l'80% nell'Italia Meridionale e Sicilia, mentre i secondi per oltre il 60%. Il numero di vittime per i terremoti accaduti dal XVII secolo ammontano a 288000. I terremoti con maggiori vittime sono quelli del 1693 in Sicilia orientale con 54.000 vittime, del 1783 in Calabria, con 35.000 vittime, del 1908 nello Stretto di Messina, con 80.000 vittime, del 1915 nella Marsica con 33.000 vittime. La ricchezza dei dati del catalogo sismico, unitamente agli studi geologici, hanno consentito una zonazione sismica della penisola di notevole dettaglio. Il livello più elevato della sismicità si osserva nell'Arco Calabro; seguono l'Appennino Meridionale e la Sicilia Orientale ed infine l'Appennino centro-settentrionale e le Alpi Orientali. In quest'ultima area la sismicità è riconducibile alla interazione tra il prolungamento in Adriatico della zolla Africana (Microzolla Apula) a sud con quella Europea a nord.

La diminuzione del livello della sismicità da sud a nord della Penisola italiana è un indice di una ridotta attività tettonica conseguente ad una diminuzione della dinamica della zolla africana ed europea lungo questo tratto del loro confine. A sostegno di questa tesi si può rilevare che un motore importante della dinamica dell'Appennino risiede nell'apertura ed espansione del Tirreno, iniziata circa 10 milioni di anni fa, che produce effetti prevalentemente nella parte meridionale della catena appenninica ed in particolare nell'Arco Calabro.

I dati sui movimenti differenziali tra zolla africana e zolla europea, ottenuta dal modello globale dell'espansione dei fondi oceanici, indicano una compressione nella parte meridionale dell'Italia con una velocità relativa tra i due blocchi di 2.5 cm/anno. Questo valore è di 3 volte inferiore a quello osservato per l'arcipelago giapponese; questo dato giustifica pienamente il diverso livello di sismicità rilevato tra le due regioni.

M. Stucchi, *NT4.1: un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno*, Milano 1996; A. Marturano (Ed), *Contributi per la storia dei terremoti nel Bacino del Mediterraneo*, Oss. Ves., Istituto It. Studi Filosofici. Storia e Scienze della Terra: Collana di fonti e monografie diretta da G. Luongo, G. Macedonio, G. Polara, G. Vitolo, 2002; E. Cubellis, G. Luongo, A. Marturano, A. Mazzearella, F. Obrizzo, «Power Laws Governing Historical Earthquakes in the Apennine Chain (Southern Italy)», *Natural Hazard*, 34, 2005, pp. 263-278.

Il vulcanismo Quaternario in Italia si sviluppa prevalentemente lungo il bordo orientale e meridionale del Tirreno, parallelamente alla catena appenninica, nel bacino Tirrenico, in Sicilia e nel Canale di Sicilia. Vi sono 30 vulcani del Quaternario di cui 10 attivi: Ischia, Campi Flegrei, Vesuvio, Marsili, Stromboli, Vulcano, Lipari, Etna, Campi Flegrei del Mar di Sicilia (Isola Ferdinandea o Banco Graham), Pantelleria. I vulcani attivi sono localizzati in Italia Meridionale ed in Sicilia, confermando che questa è la parte della regione con più elevata attività tettonica.

Vulcani giapponesi «gemelli» dei vulcani napoletani

In questa nota i vulcani napoletani Vesuvio, Ischia e Campi Flegrei sono stati gemellati a tre aree vulcaniche giapponesi localizzate nell'isola di Kyushu (Fig. 3) che costituisce l'estremità meridionale dell'arcipelago nipponico. Il gemellaggio tra Vesuvio e Sakurajima è ormai storico e si basa prevalentemente sulla forma dei due vulcani, sulla loro posizione rispetto alle due città di Napoli e Kagoshima (le due città sono state gemellate nel 1960), sul paesaggio terra-mare. I rimanenti due gemellaggi sono stati scelti sulla base della morfologia degli apparati vulcanici, dei meccanismi e delle storie eruttive. Ischia ed Unzen sono caratterizzate da meccanismi eruttivi che generano duomi lavici e producono collassi dell'edificio vulcanico con formazione di colate di detriti e una morfologia molto simile generata da analoghi processi deformativi. Il campo vulcanico dei Campi Flegrei, invece, richiama fortemente Ibusuki Volcanic Field. Campi Flegrei, Ischia e Ibusuki sono campi vulcanici dai paesaggi straordinari e ricchi di risorse termali.

Il Monte Unzen

Il vulcano Unzen (Unzen-dake) è nella penisola di Shimabara, nell'isola di Kyushu, nel sud-ovest del Giappone⁸. Dal punto di vista geodinamico il vulcano si è sviluppato in una depressione vulcano-tettonica, il Graben di Unzen, localizzata a circa 70 km ad ovest del fronte vulcanico del Giappone sudoccidentale e delineato, da nord a sud, dai vulcani attivi, Tsurumi, Kuju, Aso, Kirishima, Sakurajima, Kaimon-dake (Fig. 3, 4). La zolla del Mar delle Filippine che si immerge al disotto della parte sudoccidentale del Giappone,

⁸ Hideo Hoshizumi, Kozo Uto, Kazunori Watanabe, «Geology and eruptive history of Unzen volcano, Shimabara Peninsula, Kyushu, SW Japan», *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 89, 1999, pp. 91-94; M. Rosi, P. Papale, L. Lupi, M. Stoppato, *Vulcani*, Mondadori, 1999; Sumio Sakuma, Tatsuya Kajiwaru, Setsuya Nakada, Kozo Uto, Hiroshi Shimozu, «Drilling and logging results of USDP-4. Penetration into the volcanic conduit of Unzen Volcano, Japan», *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 175, 2008, pp. 1-12.



Fig. 3 - Mappa della localizzazione dei vulcani attivi (triangoli) Unzen, Sakura-jima e Kaimon, isola del Kyushu. È indicato il fronte vulcanico, approssimativamente NE-SW mentre la freccia (PHS) indica il moto relativo della placca delle Filippine [in: Hideo Hoshizumi, Kojo Uto, Kazunori Watanabe, *op.cit.*, nota 8, 1999].



Fig. 4 - Vulcano Unzen, immagine che mostra il versante orientale [Setsuya Nakada, Hiroshi Shimizu, Kazuya Ohta, *op.cit.*, nota 9, 1999]

s'inclina bruscamente al di sotto del fronte vulcanico raggiungendo un andamento verticale in modo che al di sotto del vulcano Unzen non si osserva sismicità correlata alla zolla in subduzione che affonda a diverse decine di km ad est del vulcano.

Il Graben di Unzen è una delle numerose strutture di collasso crostale dirette est-ovest che si sviluppano dalla località Beppu, nei pressi del Vulcano Tsurumi nel nord est del Kyushu, a Shimabara, nella parte centro-occidentale del Kyushu; per proseguire verso sud nel mare, Amakusa Nada, fino alla Fossa di Okinawa (Arco delle Ryukyu). Tali strutture si generano in quanto non è omogeneo il moto relativo lungo il fronte di compressione tra la zolla del Mar delle Filippine e la zolla Euroasiatica.

Il Graben di Unzen si estende in direzione est-ovest per 30-40 km. Le misure geodetiche effettuate negli ultimi 100 anni nella Penisola di Shimabara evidenziano una progressiva subsidenza dell'area.

La formazione del vulcano Unzen risale a meno di 500.000 anni dal presente. Numerosi sondaggi effettuati hanno evidenziato che il vulcano ha subito una subsidenza di circa 1000 m, con una velocità di 2 mm/anno (1000 m/ 0.5 milioni di anni).

I prodotti vulcanici emessi dall'Unzen coprono un'area che si estende per circa 20 km in direzione est-ovest e 25 km da nord a sud, con la formazione di numerosi duomi lavici, spesse colate di lava e depositi piroclastici. Quest'attività forma un edificio vulcanico composito costituito da un apparato più antico (Unzen Antico) e da uno più recente (Unzen Giovane).

L'Unzen Antico è un edificio vulcanico complesso localizzato in origine nei pressi dell'area dove sorgerà successivamente l'attuale vulcano Unzen Giovane; la sua struttura è interessata da numerose faglie e da un'intensa erosione. Gran parte dei numerosi rilievi che formano il vulcano Antico non risultano centri vulcanici ma sono morfologie dovute ai processi tettonici che hanno interessato il vulcano e rappresentano, probabilmente, solo i resti della struttura dell'antico vulcano. Al contrario sono ben conservate le forme dei centri eruttivi dell'Unzen Giovane: Nodake (1147 m), Myokendake (1220 m), Fugendake (1360 m) e Mayuyama (820 m). L'Unzen Antico si è formato in gran parte nell'intervallo 300.000-200.000 anni dal presente mentre l'Unzen Giovane ha un'età inferiore ai 100.000 anni. Inoltre un periodo di riposo lungo circa 100.000 anni separa le attività dei due vulcani. Il volume del vulcano più antico è stimato 120 km³, mentre al più giovane si attribuisce un volume di 8 km³.

L'Unzen Antico è esposto principalmente ad ovest dell'Unzen Giovane e soggiace a questo nella parte orientale. Il vulcano Antico è interessato da faglie dirette, con direzione est-ovest, che hanno determinato una subsidenza

superiore a 200 m al di sotto dell'Unzen Giovane. I depositi generati da valanghe di detriti e da flussi piroclastici sono esposti in modo sparso tra duomi lavici e colate di lava.

L'attività dell'Unzen Giovane inizia al vulcano Nodake; appartengono a questo centro alcune colate laviche datate tra 100.000 e 70.000 anni fa circa, nonché flussi piroclastici e colate di detriti di età compresa tra 80.000 e 90.000 anni. L'attività si chiude con la formazione di un duomo lavico seguita da un collasso a forma di ferro di cavallo che interessa la parte settentrionale del vulcano. Il volume totale dei prodotti emessi da questo vulcano è 2 km³.

Immediatamente a nord del vulcano Nodake si ha la formazione del Myokendake; l'edificio principale si è sviluppato prevalentemente tra 30.000 e 20.000 anni fa.

L'attività è caratterizzata dalla costruzione di duomi lavici che, collassando, hanno prodotto flussi di ceneri e blocchi, per un volume totale di 3 km³. L'attività di Myokendake termina con un collasso a forma di ferro di cavallo della parte orientale dell'apparato.

Le lave, i flussi piroclastici e le colate di detriti prodotti dai vulcani Nodake e Myokendake scorrono principalmente verso est. Questo implica il collasso del versante orientale dell'Unzen Antico per instabilità gravitativa prima che avesse inizio l'attività del Nodake.

All'interno ed all'esterno della parte collassata del Myokendake si sviluppa il vulcano Fugen-dake. L'attività ebbe inizio circa 20.000 anni fa, probabilmente immediatamente dopo il collasso del Myokendake. Anche l'attività del Fugen-dake è caratterizzata da flussi lavici, formazione di duomi lavici, flussi piroclastici e depositi da colate di detriti. Mentre l'apparato di Fugen-dake si andava sviluppando, sul suo versante orientale, circa 4000 anni fa, si andava formando il vulcano Mayuyama, costituito da due grossi duomi lavici. Il Fugen-dake è attivo in tempi storici con flussi lavici nel 1633 e 1792. L'eruzione del 1792 produsse la più grande catastrofe vulcanica del Giappone con circa 15.000 vittime.

L'eruzione iniziò con esplosioni freatiche nel mese di febbraio al Fugen-dake; seguì un flusso di lava lungo 3,5 km a marzo; nei mesi di aprile e maggio si ebbero terremoti e frane. Il 21 maggio il crollo del duomo lavico del Mayuyama, nei pressi della costa orientale, innescato probabilmente dai terremoti e dalla pressione del magma in risalita, generò una frana che, percorsi 6,5 km, investì la città di Shimabara producendo 9528 vittime.

Gran parte del materiale franato finì in mare, nella baia di Shimabara, generando onde di tsunami che si rovesciarono sulle coste, producendo altre 4996 vittime. I depositi di questa gigantesca frana accumulati davanti alla costa

di Shimabara formarono numerosi *hummocks*, caratteristici rilievi tipici delle frane vulcaniche, che hanno dato origine ad altrettante isolette.

Dopo circa 2 secoli di silenzio, nel 1989, il vulcano è interessato da una crisi sismica che durerà circa 12 mesi durante i quali gli epicentri dei terremoti, inizialmente localizzati a circa 10 km dalla costa, migrarono verso il vulcano. Nel novembre 1990 iniziò una fase di attività esplosiva al Fugen-dake, con esplosioni freatiche e freatomagmatiche fino al maggio del 1991⁹ (Fig. 4). Dal 12 maggio la frequenza dei terremoti aumentò e il 20 maggio si generò un duomo di lava in uno dei crateri sommitali, il Jigoku. Quattro giorni dopo (24 maggio) una porzione del duomo cominciò a crollare, generando le prime nubi ardenti (colate piroclastiche di tipo peléeano). Nel pomeriggio del 3 giugno 1991 si formò una nube ardente di maggiori dimensioni che, percorrendo un canalone di 4 km si diresse verso la parte sud della città di Shimabara, uccidendo nel suo percorso 38 persone, nei pressi del villaggio Kitakami-koba, tra cui 3 vulcanologi di fama mondiale: l'americano Henry Glicken e i coniugi francesi Maurice e Katia Kraft. Questi erano attesi a Napoli al Congresso Napoli '91 che celebrava i 150 anni dell'Osservatorio Vesuviano.

Negli anni successivi il vulcano Unzen ha continuato con questo tipo di attività costruendo un nuovo duomo lavico, mentre altre due fasi di collasso, accompagnate da nubi ardenti, si ebbero nei mesi di febbraio e maggio 1996.

Al vulcano Unzen, in questi anni, sono in corso interessanti esperimenti con perforazioni profonde per lo studio dei sistemi di alimentazione del vulcano, nell'ambito dei progetti finanziati dal Governo Giapponese e dall'International Continental Scientific Drilling Program (ICDP). Un progetto con le stesse finalità, è previsto anche nella Caldera dei Campi Flegrei¹⁰.

Sakura-jima

Il Sakura-jima è localizzato nella Baia di Kagoshima, nell'estremità meridionale dell'isola di Kyushu (Fig.3). Il vulcano si sviluppa per 12 km nella direzione est-ovest e 9 km in quella nord-sud; ha una superficie di 80 km² ed una circonferenza di 50 km. Il Sakura-jima si è sviluppato sul bordo meridionale della Caldera Aira (Fig. 5), formatasi in seguito ad una grande eruzione esplosiva

⁹ Setsuya Nakada, Hiroshi Shimizu, Kazuya Ohta, «Overview of the 1990-1995 eruption at Unzen Volcano», *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 89, 1999, pp. 1-22.

¹⁰ Sumio Sakuma, Tatsuya Kajiwaru, Setsuya Nakada, Kozo Uto, Hiroshi Shimozu, «Drilling and logging results of USDP-4. Penetration into the volcanic conduit of Unzen Volcano, Japan», *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 175, 2008, pp. 1-12; G. De Natale, C. Troire, M. Sacchi, «The Campi Flegrei Deep Drilling Project», *Scientific Drilling*, n. 4, 2007, pp. 48-50.



Fig. 5 - Sono indicati i limiti del bordo della grande caldera Aira e quella della piccola caldera di Wakamiko sommersa. In F. Girault, P. Bouysse, J-P. Rancon, *op.cit.*, nota 3, 1998.

circa 22.000 anni fa, come un'isola fino al 1914, quando un flusso lavico l'ha unita alla Penisola di Oshumi¹¹.

Il Sakura-jima (Fig. 6) è un vulcano composto da tre strato-vulcani allineati secondo la direttrice N-S: il Kitadake (1117 m), il Nakadake (1060 m) e il Minami-dake (1040 m). I versanti del vulcano, lungo i quali si sviluppano coni e fratture eruttive, sono molto ripidi; a quote superiori a 400-500 m si osservano pendenze da 23° a 30°, mentre a quote inferiori fino alla costa le pendenze risultano di circa 10°.

Il paesaggio è stato ampiamente modellato dalla formazione della Caldera Aira e dalla costruzione del Sakura-jima. La caldera ha una forma sub circolare con un diametro medio di circa 20 km; è in gran parte sommersa dal mare a formare la Baia di Kagoshima. Il centro della caldera è a circa 10 km a nord-nord-est del Sakura-jima che chiude la baia a sud ergendosi ad est della città di Kagoshima, dalla quale è separato da uno stretto braccio di mare. La forma e la dimensione del Sakura-jima, la sua posizione nei pressi di una grande città, il clima ed il rapporto uomo-vulcano, ne fanno di questo vulcano una sorta di «vulcano gemello» del Vesuvio. Il Sakura-jima, come è avvenuto per il Vesuvio a Napoli, nel periodo di attività persistente dal 1631 al 1944, è una presenza costante nella vita della popolazione di Kagoshima per le sue frequenti esplosioni con caduta di ceneri sulla città.

Il Sakura-jima¹² ha un'origine molto giovane, la sua attività probabilmente è iniziata nell'Olocene; le eruzioni più antiche note hanno un'età tra 7000 e 8000 anni e si riferiscono al centro eruttivo del Kita-dake, l'apparato più settentrionale. Tutte le eruzioni storiche hanno il centro eruttivo nel Minami-dake, il più meridionale dei crateri, e da numerose bocche laterali. In quasi tutte le eruzioni storiche sono state osservate aperture laterali ai due lati opposti del cratere del Minami-dake, fenomeno che suggerisce l'esistenza di fessure che si irradiano dal cratere. Le più grandi eruzioni storiche sono avvenute nei periodi: Tempyo (764 A.D.), Bummei (1471-1478), Anei (1779-1782), Taisho (1914-1915) e Showa (1946). Nel corso delle eruzioni dei periodi Bummei, Anei e Taisho furono emessi grandi quantitativi di lava da crateri che si erano formati su entrambi i versanti del Minami-dake. Nel 1779, nel

¹¹ F. Girault, P. Bouysse, J-P. Rancon, *op.cit.*, nota 3; *The 1914 Eruption of Sakurajima, Japan*, A memory for the Kagoshima International Conference on Volcanoes, Kagoshima Prefectural Museum, 1988.

¹² Masato Iguchi, Hiroshi Yakiwara, Takeshi Tameguri, Muhamad Hendrasto, Jun-ichi Hirabayashi, «Mechanism of explosive eruption revealed by geophysical observations at the Sakurajima, Suwanosejima and Semeru volcanoes», *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 178, 2008, pp. 1-9; M. Rosi, P. Papale, L. Lupi, M. Stoppato, *op.cit.*, nota 8.



Fig. 6 - Vulcano Sakurajima prima dell'eruzione del 1914, visto dalla collina Shirayama, in Kagoshima [in: *The 1914 Eruption of Sakurajima, Japan; op.cit.*, nota 11].

periodo Anei, di fronte alla costa nord-orientale del Sakura-jima, in seguito ad eruzioni sottomarine, si formarono numerose isole vulcaniche, alle quali si accompagnò il sollevamento del fondo marino. Il fenomeno fu seguito da uno tsunami che si ripeté, nella stessa area, più volte, fino al 1782. Formazione di isolette vulcaniche viene segnalata anche per un'eruzione del 766 A.D. (Periodo Tempyo). Nel corso dell'eruzione del 1914-1915 (Periodo Taisho) la lava del versante orientale finì in mare e riempì un braccio di mare ampio 400 m, collegando l'allora isola del Sakura-jima alla Penisola di Oshumi (Figg. 5, 7). Sul versante occidentale la lava coprì una superficie di circa 8 km², sviluppandosi in mare per 2.4 km². La lava sommerse i territori delle città di Sato e Akamizu, producendo gravi danni. Il volume totale di lava emessa fu di 1.5 km³, mentre le ceneri e le pomice ammontarono a 0.62 km³. In seguito all'eruzione del 1914 si osservò un repentino abbassamento del suolo lungo il margine della caldera. La massima subsidenza risultò di 75 cm nel punto della costa della Baia di Kagoshima più prossimo al centro della caldera. Dopo un ulteriore abbassamento del suolo di 5 cm nei 7 mesi successivi, il suolo invertì il suo moto recuperando tutta la deformazione iniziale in circa 70 anni. Nel 1939 un'eruzione sul versante orientale del Minami-dake generò una piccola nube ardente. L'ultima eruzione laterale, caratterizzata da attività esplosiva ed emissione di 0.15 km³ di lava, è avvenuta nel 1946 lungo il versante orientale del Minami-dake.

I dati relativi all'attività storica del Sakura-jima mostrano che tutte le bocche eruttive erano localizzate lungo i versanti del Minami-dake mentre al cratere sommitale si registrava solo l'emissione di piccole quantità di fumo bianco. Invece a partire dall'eruzione del 1914 le bocche eruttive migrarono verso il cratere sommitale del Minami-dake, e dopo il 1950, questo divenne il solo punto attivo. In base alle modalità di emissione delle ceneri e dei proietti dal cratere l'attività del Sakura-jima è definita vulcaniana. Un evento esplosivo è classificato sulla base dell'energia dei terremoti e del rumore dello scoppio prodotti dall'eruzione.

Dal 1955 al Minami-dake sono state registrate migliaia di eruzioni vulcaniane. Negli anni di più intensa attività, 1960, 1974, e 1985, sono state osservate più di 400 esplosioni per anno. Sebbene dall'anno 2000 l'esplosività sia diminuita, il numero totale di esplosioni segnalate alla fine del 2006 è risultato di 7885. Le esplosioni vulcaniane sono accompagnate da forti onde d'urto nell'atmosfera, lancio di bombe e di grandi quantitativi di ceneri. Le bombe vulcaniche hanno raggiunto distanze fino a 3 km dal cratere, interessando l'area residenziale, mentre la nube vulcanica ha raggiunto un'altezza massima di 5 km al di sopra del cratere. Nell'ultimo decennio del secolo scorso il Sakura-jima,

come il Vesuvio, è stato designato dalle Nazioni Unite tra i vulcani più pericolosi del mondo e sottoposto ad intense ricerche finalizzate alla riduzione del rischio vulcanico. Il monitoraggio del vulcano è effettuato sia dall'Osservatorio Meteorologico di Kagoshima della Japan Meteorological Agency, dove fu installato un sismografo sin dal 1888, che dall'Osservatorio Vulcanologico del Sakura-jima dell'Università di Kyoto, finalizzato all'individuazione dei segnali precursori di un evento eruttivo ed al controllo dei venti per individuare le aree maggiormente esposte alla caduta di cenere dalla nube eruttiva. Tale sistema consente agli abitanti di Kagoshima e delle aree limitrofe di organizzare la loro attività in rapporto allo stato del vulcano, col quale hanno imparato a convivere.

Ibusuki Volcanic Field

Ibusuki Volcanic Field è un campo vulcanico ubicato sul fronte vulcanico associato alla subduzione della zolla delle Filippine al di sotto della zolla Eurasiatica, sulla punta meridionale dell'isola di Kyushu, circa 46 km a sud della città di Kagoshima (Fig. 3). Il campo vulcanico consiste di numerosi coni, duomi e maar, la Ikeda-ko caldera, ampia 4-5 km e lo strato vulcano Kaimon-dake detto anche il Fuji della penisola di Satsuma. Questo apparato con simmetria conica molto regolare, alto 922 m, è la struttura dominante del campo vulcanico, la cui vetta è formata da un duomo lavico (Fig. 8).

Il campo vulcanico di Ibusuki si sovrappone parzialmente alla caldera Pleistocenica Ata, mentre la sua parte orientale si sviluppa al di sotto della Baia di Kagoshima.

Il campo vulcanico di Ibusuki è stato molto attivo nel corso dell'Olocene, quando circa 4600 anni fa si formò la caldera Ikeda-ko, e numerosi maar e duomi lavici, mentre il Kaimon-dake si è formato negli ultimi 4000 anni¹³. In questo intervallo si registrarono numerose eruzioni prevalentemente esplosive datate con metodi stratigrafici fino all'VIII secolo.

Eruzioni di elevata esplosività, sebbene inferiori a quella della caldera Ikeda-ko sono segnalate 4000, 3800, 3600, 3500, 3450 anni fa circa. Tra queste eruzioni gli studi su reperti archeologici confermano un'eruzione a circa 4000 anni fa con un deposito di scorie. Tale datazione discende dall'ipotesi avanzata dagli archeologi che il cambiamento culturale osservato nei reperti archeologici di Ibusuki fosse da associare a un disastro di origine vulcanica. Sempre i dati archeologici consentono di datare depositi di scorie di un'eruzione del Kaimon-

¹³ Satoru Shimoyama, «Volcanic disasters and archeological sites in Southern Kyushu, Japan», in Robin Torrence & John Grattan (Eds), *Natural Disasters and Cultural Change. Archeology/Earth Sciences*, 2002; *Global Volcanism* : <http://www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=0802-07>

dake di 3200 anni dal presente. I prodotti di quest'eruzione sono distribuiti in direzione nord-occidentale rispetto alla sorgente e hanno uno spessore ridotto nell'area della città di Ibusuki che dista circa 10 km dal Kaimon-dake.

Circa 2700 anni fa è segnalata un'eruzione esplosiva accompagnata da flussi lavici sempre dall'apparato Kaimon-dake. Altre eruzioni esplosive sono segnalate, le cui date sono sempre incerte, circa 2270 anni fa, 2080, 30 A.D., 130 A.D., 150 A.D., 270 A.D., 550 A.D., 600 A.D., 660 A.D., 720 A.D., 770 A.D.; in alcuni casi alle fasi esplosive si accompagnano flussi lavici. Seguono alcune eruzioni incerte con meccanismi esplosivi nell'860, nell'866, nell'874, nell'882, mentre i dati storici indicano al 29 agosto dell'885 un'eruzione esplosiva di elevata energia accompagnata da flussi lavici con danni al territorio, che si conclude il 28 settembre dello stesso anno. Infine è segnalata al Kaimon-dake un'eruzione incerta il 7 agosto 1615 caratterizzata da meccanismo esplosivo.

Ibusuki, per le caratteristiche paesaggistiche e climatiche, la diffusa presenza di sorgenti termali e sabbie calde utilizzate per cure termali, è una rinomata stazione turistica¹⁴. Oltre 800 sorgenti di acqua calda, caratterizzate da un elevato contenuto di Sali e pH neutro, sono attive nella sola città di Ibusuki.

La difesa dalle eruzioni e dai terremoti in Giappone

In Giappone, come in Italia, città densamente popolate si sviluppano spesso in aree vulcaniche attive, dove il rischio raggiunge livelli elevati in quanto le eruzioni possono provocare disastri con perdite di vite umane e ingenti risorse.

In Giappone il sistema per contenere gli effetti delle eruzioni prevede la collaborazione tra scienziati, amministratori, Difesa Civile e popolazione esposta, sia nella fase di prevenzione che in quella di emergenza¹⁵. Nei periodi di quiescenza dell'attività eruttiva tutti operano per mitigare il rischio di una futura eruzione. L'organizzazione per la difesa dagli eventi eruttivi prevede un programma di interventi di lungo termine e uno di breve termine. Il primo coinvolge prevalentemente gli amministratori e più ingenerale i decisori politici. Poiché i periodi di ricorrenza delle eruzioni sono generalmente superiori a 30 anni, le popolazioni che vivono intorno al vulcano e sul vulcano tendono a non conservare la memoria storica degli eventi passati in quanto l'attenzione di chi è esposto all'attività eruttiva tende dopo 10 anni a ridursi significativamente.

¹⁴ Takai OI, Kyutaro Ikeda, Makiko Nakano, Tomoko Ossaka and Joyo Ossaka, «Boron isotope geochemistry of hot spring waters in Ibusuki and adjacent areas, Kagoshima, Japan», *Geochemical Journal*, 30, 1996, pp. 273-287.

¹⁵ Izumi Yokoyama, «Mitigation of volcanic hazard», in *Proc. of the Italian-Japanese Symposium of earthquakes, eruptions and civil defence*, Sponsored by the Union of the Honorary Consuls in Italy, 1997; M. Rosi, P. Papale, L. Lupi, M. Stoppato, *op.cit.*, nota 8.

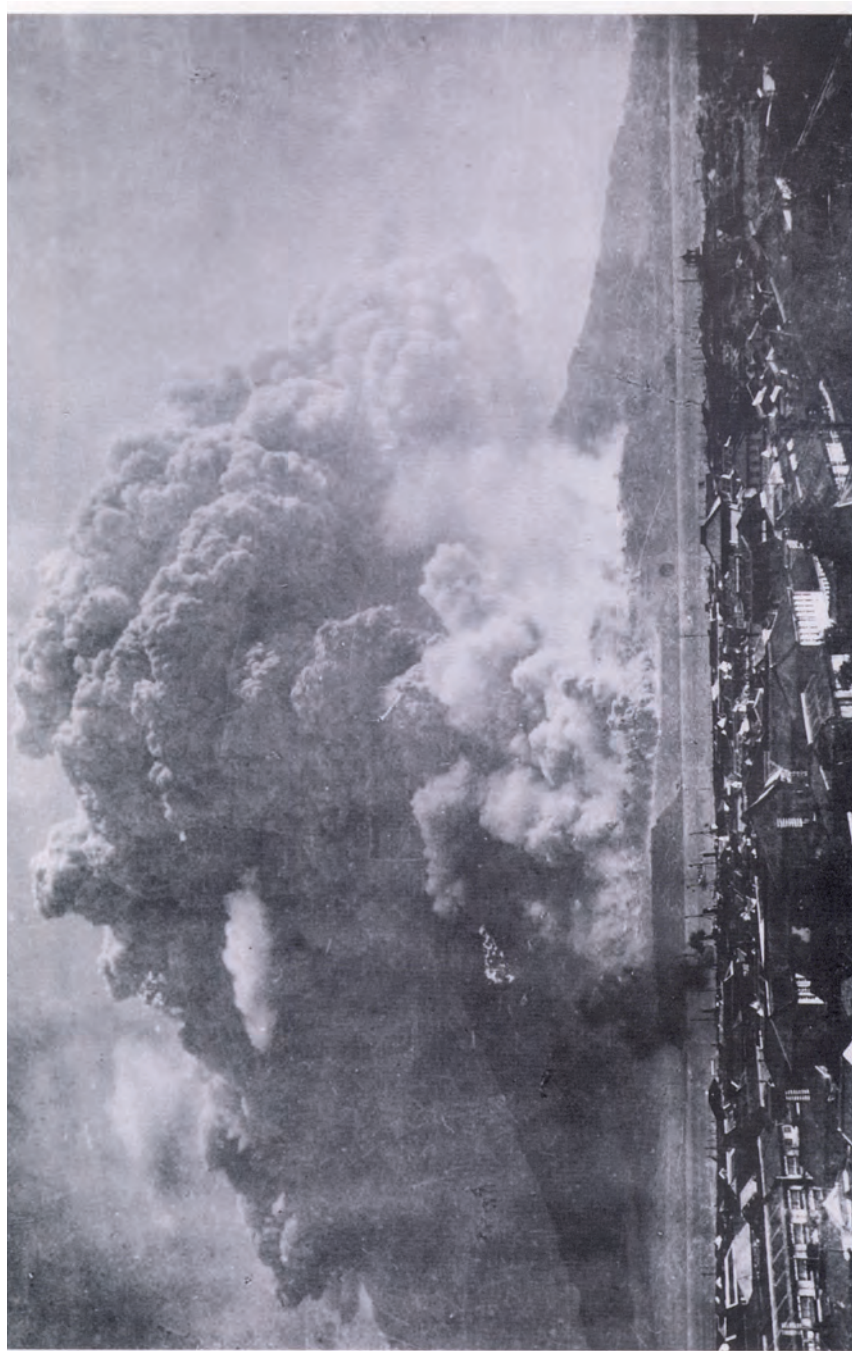


Fig. 7 - Vulcano Sakurajima, eruzione del 1914 [in: *The 1914 Eruption of Sakurajima, Japan, op.cit., nota 11*]



Fig. 8 - Mt. Kaimon e Lake Ikeda (immagine risalente al 1988).

È compito degli amministratori fornire le contromisure per affrontare il futuro evento eruttivo, come la preparazione degli abitanti all'evacuazione in caso di emergenza, costruzione di strade per il veloce allontanamento dalla zona pericolosa, insediamenti temporanei a distanza di sicurezza, informazioni ed educazione alla pericolosità.

Nel breve termine l'impegno degli scienziati è rivolto alla previsione dell'eruzione attraverso l'utilizzo di tecnologie avanzate che consentano di individuare i fenomeni precursori dell'eruzione mediante i quali saranno allertati, Governo e popolazioni, all'approssimarsi dell'evento eruttivo. Per raggiungere questo obiettivo i vulcani più pericolosi, durante le fasi di quiescenza, sono monitorati per l'attività sismica, le deformazioni del suolo, le variazioni dei campi gravimetrici, elettrici e magnetici, le anomalie termiche nei suoli e nelle acque, la variazione della composizione chimica e delle concentrazioni dei gas nelle fumarole e nelle sorgenti. Nel caso che il vulcano sia a condotto aperto e a basso livello di attività eruttiva, il monitoraggio prevede che ai parametri sopra elencati si aggiungano anche l'analisi delle caratteristiche petrologiche dei prodotti eruttati. Qualora il monitoraggio rilevasse un aumento di attività, una commissione ad hoc analizza i possibili scenari dell'eruzione attesa e coordina i gruppi di ricerca delle Università e delle Organizzazioni Governative, come l'Agenzia Meteorologica Giapponese, che intervengono nell'area a rischio.

Le reti di monitoraggio sono costantemente migliorate sulla base dei progressi della ricerca scientifica per fornire maggiore sicurezza alle popolazioni che vivono in aree a rischio.

Giappone e Italia sono due paesi ad elevata sismicità che hanno sperimentato disastri per terremoti che hanno colpito città densamente popolate. Solo come esempi si possono ricordare: il terremoto del Kwanto in Giappone, del 1923 con 100.000 morti, e il terremoto di Messina e Reggio del 1908 in Italia, con oltre 80.000 morti. Il Giappone dopo il disastro del Kwanto ha sviluppato i settori di ricerca relativi allo studio della sismicità e dell'ingegneria sismica per rendere più sicuri territorio ed edifici alle sollecitazioni sismiche. Come risultato di queste scelte a Tokyo il 70% delle abitazioni sono antisismiche. Negli anni '70 in Giappone sono stati sviluppati programmi di ricerca per la previsione dei terremoti con scarso successo. Tuttavia i risultati di questi programmi hanno consentito una crescita della conoscenza delle aree sismogenetiche e dei fenomeni che accompagnano il processo sismico.

È noto che il Giappone è uno dei paesi più preparati nella difesa dai terremoti, sia per la capacità delle strutture di resistere alle sollecitazioni sismiche e sia per la preparazione della popolazione in caso di evento dovuta all'organizzazione del loro sistema di protezione civile che tra l'altro prevede frequenti esercitazioni.

Sempre nell'ottica di una difesa sempre più efficace dagli effetti dei terremoti, in Giappone si è lanciato diversi anni fa un piano di allarme per l'accadimento dei terremoti, denominato *Early Warning*. Tale piano prevede che al momento della registrazione di un evento sismico, potenzialmente disastroso, si arrestino automaticamente le attività che possono produrre effetti negativi alla popolazione, quali treni veloci, centrali nucleari, fabbriche con produzione di esplosivi o materiali infiammabili ed altre attività ritenute pericolose. L'*Early Warning* sfrutta la maggiore velocità della trasmissione via radio della registrazione sismica rispetto alla propagazione dell'onda sismica nell'interno della Terra. In tal modo i punti sensibili sono a conoscenza del terremoto da 5 a 10 secondi prima che l'onda sismica li raggiunga.

Scambi culturali tra studiosi giapponesi e italiani nel settore geofisico

Giappone e Italia saranno nella seconda metà dell'ottocento i paesi più avanzati nello studio sia dei terremoti che dei vulcani e Napoli sarà un riferimento in questi settori¹⁶. Terremoti di elevata intensità colpiranno il regno di Napoli e frequenti risulteranno le eruzioni del Vesuvio. In questo clima culturale nasce l'Osservatorio Vesuviano (1841) con cui gli studiosi giapponesi instaureranno contatti e collaborazioni. Il primo contatto tra Italia e Giappone risale al 1873, cinque anni dopo la «Restaurazione Meiji» del 1868. In quell'anno il Governo Giapponese richiese al Prof. Palmieri, direttore dell'Osservatorio Vesuviano, di riprodurre il suo sismografo (Fig. 9) per usarlo in Giappone in quelle aree dove si registrava un intenso sviluppo edilizio, per monitorare il livello della sismicità.

Il Prof. Palmieri utilizzò il suo sismografo per analizzare l'attività del Vesuvio, ma tale strumento registrò anche forti terremoti tettonici come quello dell'Italia Meridionale del 16 dicembre 1857 che causò circa 12.000 vittime, studiato in dettaglio da Robert Mallet (Ammiraglio della Marina Britannica). In quell'occasione Mallet, poté apprezzare la funzione del sismografo di Palmieri e sulla base di questa esperienza Mallet convinse il governo Giapponese ad acquistare tale strumento.

¹⁶ C. Davison, *The Founders of Seismology*, Cambridge University Press, 1927; G. Luongo, *Il ruolo della Scuola Napoletana nella ricerca Vulcanologica*, Atti del Convegno. Rischio vulcanico e programmazione territoriale. Ricordo di Alfred Rittmann (1893-1980), 1989, pp. 131-142; G. Luongo & A. Nazzaro, «I sismografi di Ascanio Filomarino e di Luigi Palmieri nella storia degli studi vesuviani», in *Gli strumenti sismici storici: Italia e contesto europeo*, Istituto Nazionale di Geofisica, 1990; G. Luongo, F. Obrizzo, A. Tortora, «L'Osservatorio Vesuviano: strumenti, storia, museo», in *Strumenti e Scienze della Terra: geodesia, sismologia, petrografia*, Catalogo della Mostra – Settimana della cultura Scientifica, Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica, Genova 1992; G. Luongo (a cura di), *op.cit.*, nota 6, 1997.

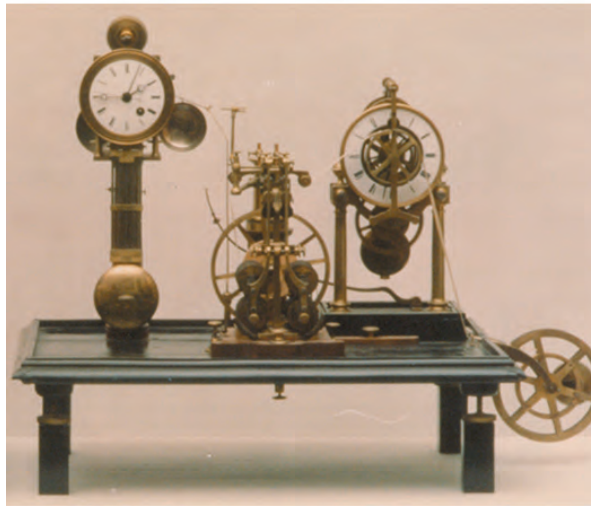
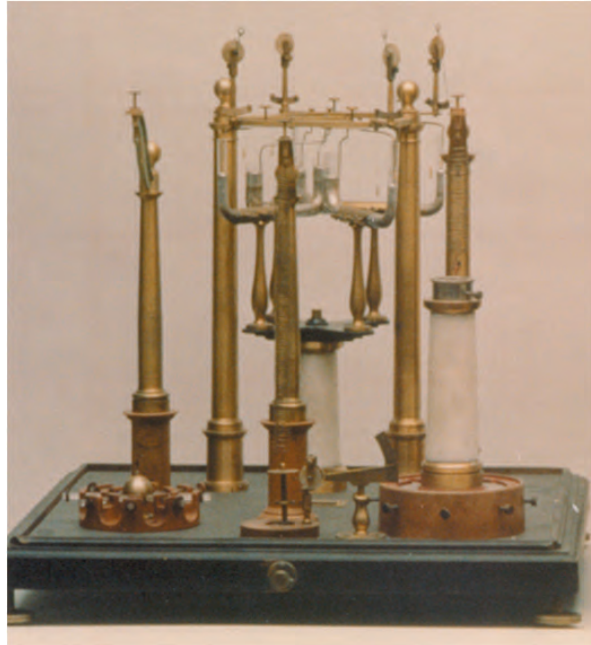


Fig. 9 - Sismografo elettromagnetico di Luigi Palmieri, 1856. Sensori per la registrazione del moto del suolo (sopra); Apparato registratore con il sistema del tempo (sotto) [in: G. Luongo, *op.cit.*, nota 16, 1989].

Con l'acquisto di un secondo sismografo di Palmieri, installato all'Osservatorio Meteorologico Centrale di Tokyo, inizieranno in Giappone nel 1875 osservazioni sismiche sistematiche. In seguito all'invio in Giappone del sismografo e di altri strumenti elettrici il Ministro degli Interni Giapponese, Okubo Toshimichi, inviò al Palmieri una lettera di ringraziamento¹⁷.

«Al pregiatissimo Sig. Luigi Palmieri

Professore di Scienze Fisiche dell'Università di Napoli

Direttore dell'Osservatorio Sismologico di Napoli

Il mio predecessore, avendo dato l'ordine al Sig. Mc Bean, funzionario inglese del nostro Governo, di acquistare il sismografo da lei inventato e gli altri strumenti elettrici, lei si è benevolmente assunta l'incombenza di farne una revisione tecnica. Abbiamo così potuto far pervenire qui i suoi strumenti di grande precisione e di ottima qualità: ci sentiamo quindi profondamente grati della sua gentilezza. In segno del nostro sentimento di gratitudine, io, attuale ministro degli affari interni, le invio un Fukusa intessuto con fili d'oro, prodotto tipico del nostro Paese, e la prego di accettare questo modesto dono sperando che sia di suo gradimento. Non avendo parole per esaurire i nostri sentimenti. Il giorno 28 dicembre del nono anno di Meiji.

Toshimichi Okubo, Ministro degli affari interni».

Il sismografo fu utilizzato fino al 1883, quando fu sostituito dai sismografi di Gray-Milne.

In Italia nel 1895 Vicentini sviluppò un nuovo sismografo con registrazione su carta affumicata. Questo fu un modello al quale si rifece Omori Fusakiki nel costruire il suo sismografo nel 1897, dopo una visita di studio in Italia per sviluppare le sue conoscenze in sismologia e vulcanologia¹⁸.

In seguito al terremoto di Reggio e Messina del 28 dicembre del 1908 il governo Giapponese incaricò il Prof. Fusakiki Omori e l'architetto Nakamura di studiare il terremoto sia dal punto di vista sismologico che architettonico. Omori soggiornò a Messina, nell'area del terremoto, da metà febbraio fino alla fine di Aprile 1909. Pubblicò in breve tempo il lavoro: «Preliminary Report on the Messina-Reggio earthquake on December 28, 1908»¹⁹. Omori esaminando la direzione del massimo movimento sismico avvertito lungo lo Stretto localizzò l'epicentro del terremoto al centro dello Stretto e determinò l'origine dello tsunami, che seguì l'evento sismico, attraverso la direzione

¹⁷ A. Nazzaro & B. Tramma, *op.cit.*, nota 2, 1985; G. Borriello, *Il sismologo Luigi Palmieri e il Giappone*, *op.cit.*, nota 2, 2005.

¹⁸ Izumi Yokoyama & A. Nazzaro, *op.cit.*, nota 1, 1997.

¹⁹ Omori F., «Preliminary Report on the Messina-Reggio Earthquake of Dec. 28, 1908», *Bulletin Imperial Committee*, 3, 1909, pp. 37-46.

dei movimenti dell'onda osservati lungo la costa. Egli adottò l'accelerazione per esprimere quantitativamente l'intensità dei movimenti sismici e stimò la massima accelerazione del terremoto del 1908 in 200 gal. Durante il suo soggiorno di studi in Italia Omori aveva osservato che le aree di massimo danneggiamento dei grandi terremoti avvenuti nell'Italia Centro-Meridionale, a partire dal XVII secolo, si allineavano lungo l'asse della catena appenninica, intervallate da alcune zone caratterizzate da silenzio sismico in Abruzzo e al confine tra Basilicata e Calabria. Queste aree furono classificate da Omori come tra le più pericolose dell'Italia centrale e meridionale, in quanto in tali aree non si era ancora liberata l'energia sismica che si andava accumulando per azione delle forze tettoniche. La sua previsione fu confermata solo sei anni dopo, con il disastroso terremoto della Marsica (1915).

Nel 1910 Omori registrò al vulcano Usu in eruzione il tremore vulcanico come il Palmieri aveva osservato al Vesuvio.

Omori darà un grande contributo alla sismologia e alla vulcanologia quando questi settori erano agli inizi del loro sviluppo, privilegiando la quantificazione dei processi osservati. Omori aprirà in Giappone lo studio dei vulcani alla geofisica come era avvenuto in Italia con la fondazione dell'Osservatorio Vesuviano (1841) e per questa sua scelta si svilupperanno collaborazioni tra Italia e Giappone in campo geofisico.

I due conflitti mondiali del novecento produrranno lunghe interruzioni nelle collaborazioni tra i ricercatori dei due paesi nel settore dei vulcani e dei terremoti, e solo negli anni 50 riprende la collaborazione tra Osservatorio Vesuviano ed istituzioni analoghe giapponesi.

A cavaliere tra gli anni '50 e '60 il dott. Izumi Yokoyama dell'Istituto di Geofisica dell'Università di Hokkaido trascorrerà un periodo di studi all'Osservatorio Vesuviano ed all'Università di Napoli presso l'Istituto di Fisica Terrestre, nell'ambito degli scambi culturali Italia-Giappone. Questa iniziativa rappresenterà il primo tangibile segnale del ritorno alla «normalità» nelle collaborazioni scientifiche con il Giappone nel settore della vulcanologia dopo il lungo silenzio del periodo bellico e degli anni della ricostruzione post bellica. In particolare Yokoyama sviluppò ricerche parallele su alcuni vulcani giapponesi ed italiani (caldera Kuttyaro nell'isola di Hokkaido, Vesuvio, Stromboli, Etna).

Negli anni '60 l'Osservatorio Vesuviano ammodernerà la rete di sorveglianza del Vesuvio ed installerà una rete centralizzata di sismografi facendo riferimento a reti installate su vulcani giapponesi, dopo una missione di studi in Giappone.

In quegli anni Yokoyama riprende i rapporti con Napoli; parteciperà ad una campagna geofisica italo-giapponese a Stromboli nel 1969; sarà consulente del governo italiano nel 1970 per la crisi bradisismica dei Campi Flegrei.

Nel 1971 si rafforza ulteriormente la collaborazione italo-giapponese per lo studio dei vulcani e in particolare per la previsione delle eruzioni. Sarà invitato come Visiting Professor all'Osservatorio Vesuviano il Prof. Takeshi Minakami, «mostro sacro» della vulcanologia fisica.

Nel 1973 il CNR, l'Osservatorio Vesuviano, l'Università di Napoli Federico II e l'Università di Catania, inviano in Giappone un gruppo di giovani ricercatori per lo studio delle tecniche più avanzate per il monitoraggio dei vulcani, in quanto in Italia, dopo la crisi bradisismica nel Campi Flegrei, dal 1970 al 1972, si era avviato un processo di potenziamento delle reti di monitoraggio sui vulcani attivi italiani ed in particolare per quelli napoletani, a maggiore rischio.

Nel 1980 una commissione di Sismologi e Ingegneri sismici giapponesi effettuarono una visita in Italia per prendere diretta visione degli effetti del terremoto che aveva colpito in quell'anno la Campania e la Basilicata e degli interventi realizzati dalla Protezione Civile. La Commissione ebbe incontri con le autorità competenti per l'emergenza e la comunità scientifica italiana impegnata nello studio del terremoto e nella scelta delle misure di sicurezza per la popolazione.

Una missione di studi giapponese giunse in Italia anche in occasione della crisi bradisismica del 1982-84 per esaminare le modalità di gestione della crisi non solo dal punto di vista dell'intervento scientifico, ma soprattutto per conoscere quali fossero stati i rapporti tra scienziati-autorità-mass media-popolazione.

Nel mese di luglio del 1988 sarà una rappresentanza dell'Osservatorio Vesuviano a recarsi in Giappone per partecipare alla «Kagoshima International Conference on Volcanoes». Unitamente agli incontri scientifici con i colleghi giapponesi la delegazione napoletana partecipò a numerose manifestazioni ufficiali con le autorità locali, con visite ad industrie ad alta tecnologia, ad impianti per l'applicazione della biotecnologia in agricoltura, a sistemi di monitoraggio ambientale, a strutture per la conservazione del suolo ed incontri con i mass media (Figg. 10, 11, 12).

Nel 1991 per la celebrazione del 150° anniversario della istituzione dell'Osservatorio Vesuviano, si tenne a Napoli una Conferenza Internazionale di Vulcanologia dal titolo «Napoli '91», manifestazione alla quale parteciparono vulcanologi provenienti da tutti i continenti, per il valore simbolico della data che segnava la nascita del primo osservatorio vulcanologico del mondo. In quell'occasione il direttore dell'Osservatorio Vesuviano, organizzatore del Giubileo, conferì al Prof. Izumi Yokoïama un'onorificenza in ricordo della lunga collaborazione con l'istituto napoletano.



Fig. 10 - Incontro a Kagoshima tra le autorità locali Giapponesi e studiosi dell'Osservatorio Vesuviano e Università di Napoli partecipanti al «Kagoshima International Conference on Volcanoes», invitati ad una cena di benvenuto in onore del gemellaggio tra Napoli e Kagoshima. In primo piano il Direttore dell'Osservatorio Vesuviano, Prof. Giuseppe Luongo, e le autorità Giapponesi. Sempre in prima fila, a sinistra Prof. A. Rapolla e Prof. G. Corrado dell'Università Federico II di Napoli. Nella foto è presente anche l'autrice di questo lavoro.



Fig. 11 - Studiosi napoletani partecipanti al «Kagoshima International Conference on Volcanoes» alle realtà più significative della città, all'ombra del Sakurajima. In primo piano da destra: Prof. Giuseppe Luongo, Direttore dell'Osservatorio Vesuviano, Dott. Romolo Romano, Istituto Internazionale di Vulcanologia di Catania, Dott. Mario Ferri, Osservatorio Vesuviano. È presente anche l'autrice di questo lavoro (Foto tratta da un articolo sulla stampa quotidiana della città di Kagoshima).



Fig. 12 - Studiosi napoletani partecipanti al «Kagoshima International Conference on Volcanoes» in visita alla città. Al centro il Direttore dell'Osservatorio Vesuviano.

Circa un anno dopo il terribile terremoto di Hyogo-Ken Nanbu del 17 gennaio 1995 (Magnitudo 7.2) che produsse gravi danni alla città di Kobe e 6279 vittime, si tenne a Napoli nell'ambito della manifestazione «Giappone in Italia 95-96», il Simposio «La città Sicura», dove si ebbe un interessante confronto scientifico sulla difesa dai terremoti e dalle eruzioni tra esperti italiani e giapponesi. Le città simbolo scelte in Italia come sede del Simposio furono Napoli e Messina. I lavori ebbero un primo svolgimento nel Museo di Villa Pignatelli a Napoli il 9 e 10 febbraio 1996 e proseguirono il 17 febbraio nella città di Messina, in ricordo del terremoto del 1908 che distrusse il territorio lungo lo Stretto.

Un secondo Simposio Italo-Giapponese sui rischi sismico e vulcanico dal titolo «Earth Sciences and Natural Disaster Prevention» si tenne a Kyoto e Kobe il 2 e 3 dicembre 2001, al quale parteciparono ricercatori delle Università di Tokyo e Kyoto, dell'Università di Napoli Federico II e dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Nel 2007 ricercatori dell'Osservatorio Vesuviano-INGV hanno partecipato al 5° Congresso internazionale «Cities on Volcanoes» di Shimabara (Giappone), presentando i risultati delle ricerche sui processi eruttivi, sui sistemi di alimentazione dei vulcani, sulle simulazioni di scenari eruttivi, sull'hazard vulcanico e sulla percezione del rischio per le aree dei Campi Flegrei, Vesuvio e Stromboli.

Ringraziamenti

Ringrazio il Professore Giuseppe Luongo, Ordinario di Fisica del Vulcanismo presso l'Università di Napoli, Federico II e già direttore dell'Osservatorio Vesuviano, per la lettura critica del manoscritto, per le interessanti discussioni sull'argomento e gli utili suggerimenti che hanno arricchito la stesura iniziale del lavoro, nonché per le preziose notizie sui rapporti tra gli studiosi napoletani e giapponesi.

Desidero ringraziare altresì il Professore Adolfo Tamburello che mi ha incoraggiata e sostenuta a trattare l'argomento della collaborazione tra Napoli e il Giappone sui terremoti e sui vulcani.

Ringrazio il Dott. Giovanni Borriello, per gli interessanti spunti forniti sull'argomento e il Dott. Francesco Del Monaco, che mi ha «introdotta» nel mondo degli orientalisti, a me sconosciuto.

ISSN 0390-6647