

4章 自然の歴史が語りかける時間の意義

—自然災害との関連で—

松岡 數充

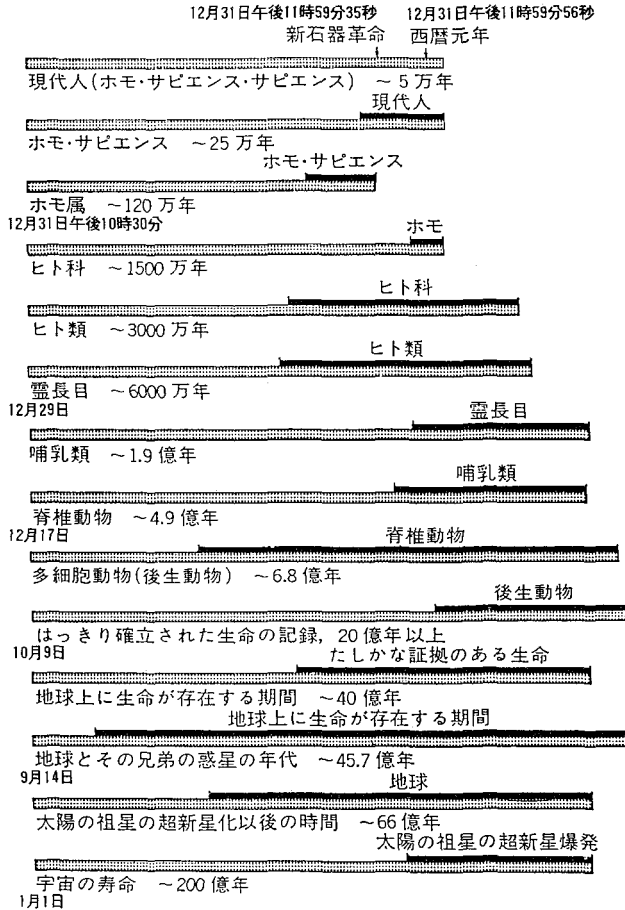
(教養部地学教授)

はじめに

自然の歴史であれ、人類の歴史であれ、過去の出来事を取り扱う科学にとって時間はたいへん重要な概念の一つである。その理由は時間を一つの拠り所として、様々な出来事の前後関係、さらにそれらの間の因果関係を明らかにしようとするからである。とりわけ自然の歴史をも研究対象とする自然史学では、一般常識では、というより我々が備えている生理学的な時間感覚では納得できないほどの長い時間を取り扱うことになる。たとえば地球の歴史は約46億年、生命の発生は約35億年前、さらに恐竜の絶滅は約6500万年前、人類の発生は約200万年前などである。人類の歴史にあつて、文字記録が残されていないいわゆる考古学の研究範囲でさえも、土器使用の記録が約10,000年前、稲作の開始が約2000年前というようにである。

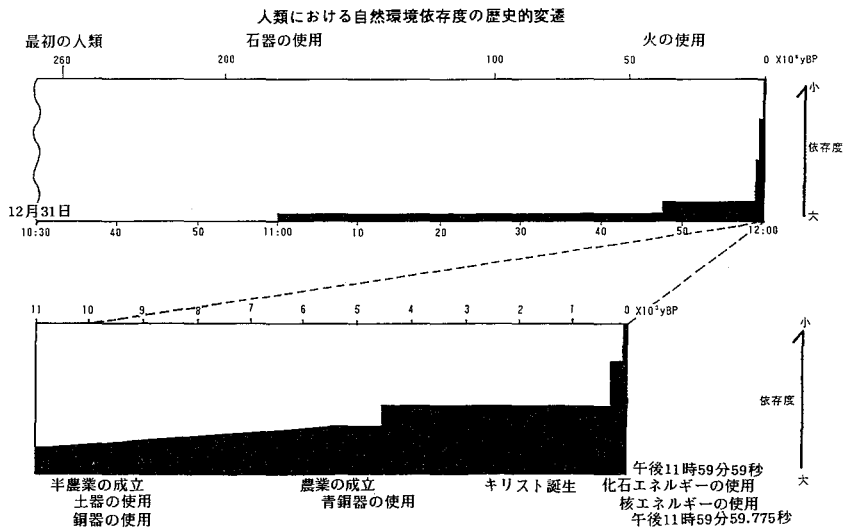
ところでこのような時間は頭の中で数値として理解、あるいは納得したとしても、実感としてわれわれ人間の生理的な感覚で把握する事はきわめて難しいといわざるを得ない。それは人間の寿命と大きく関連しているように思える。すなわち、われわれ人間が生きようとする時、それは未来を見つめているといえるが、その時に見据えている未来への時間としては、人間の寿命と同じ、ほぼ100年程度の時間を実感することができるが、それ以上の時間は観念的もしくは論理的にしか知りえないようである。

われわれが理論的にしか把握しえない自然の歴史が備えている時間と、われわれが生理的に、あるいは感覚的に受け入れることができる時間の違いは、いったいわれわれに何をもちたらすのであろうか。この違いを考える事は、地球環境や自然災害に対処するための心構えの一つを提供してくれるように思えるのである。小論ではまず自然の歴史を編纂するための放射性元素（あるいは同



A

第1図：宇宙暦（自然史学が取り扱う時間を理解しやすくするために作成された暦，宇宙の誕生から現在までを1年とし，種々の事変が生じた月日を示す），A図；クラウド（1985）より，B図；松岡原図，産業革命は12月31日午後11時59分59秒，原子力エネルギーの利用（原子爆弾の開発）は12月31日午後11時59分59.775秒，地球環境の危機が顕在化してきたのは12月31日午後11時59分59.99375秒前ということになる。現在の環境破壊がいかに急激に進行しているのかがわかる。人間の一生を100年とすると，それは宇宙暦では約0.2秒になる。



B

位体)を利用した年代測定方法の基本原理を説明する。そしてその結果として得られた時間の意義をわれわれの日常の生活のとの関わり、とくに地球科学的な自然災害との関連を例として延べ、自然の歴史がもつ時間の意義を考えてみることにする。

1 節 自然の時間をどういう方法で測定するのか

まず初めに、過去の地質時代に生じた様々な事象の年代を測定するのに用いられる方法について説明しておこう。

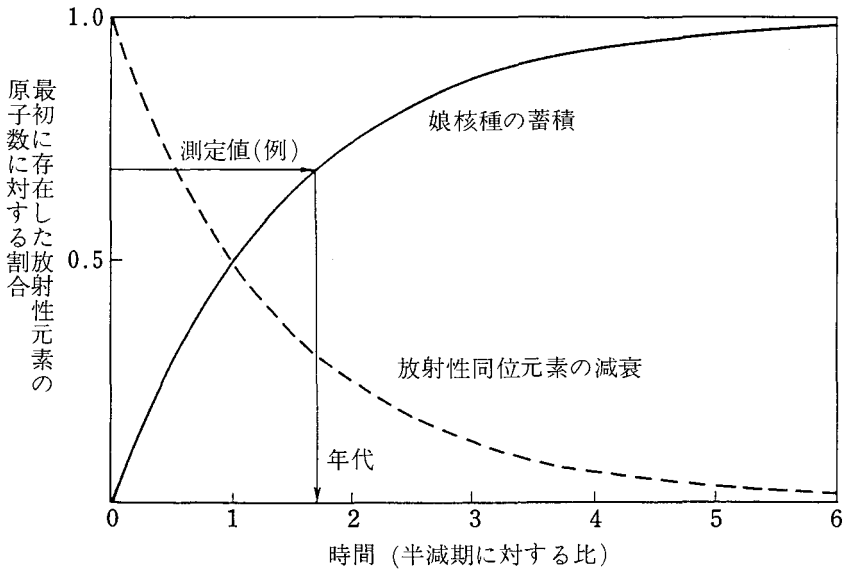
地質時代の年代測定は放射性元素の崩壊現象に基づいている。放射性元素はいわば錬金術の世界を再現する物質であると言える。化学の発展に伴い様々な元素が発見される過程で、一つの元素は他の元素に変わることがないことが定説となり、鉄や銅から金を作ることができないということが明らかになった。しかし、キュリー夫妻が発見した放射性元素はこの定説を覆すことになった。ある種の元素は放射能を出しながら他の元素に変化する(原子崩壊)のである。自然界において一つの物質が他の物質に変化する現象は至るところにある。このような変化は時間の関数として示すことができる。例えば物質Aから物質Bに変化する量や早さは単位時間当たりどれくらいであると表現することができる。したがって変化前の原材料と変化後の生成物との比をとれば、その反応が開始されてからの経過時間を知ることが可能になる。ところがこのような化学反応は反応系の温度と圧力が制御している。つまり温度や圧力が違えば、同じ反応時間であっても生成物の量が異なり、逆に、生成物が同じ量であっても反応の際の温度・圧力が違えば、その量が生成されるのに要した時間が同じであるとは結論できないのである。したがって、もしこのような現象をもとに、時間を知ろうとすれば、温度や圧力が一定であるとの条件が保証されなければならない。過去の地球が現在と同じ温度と圧力を保っていたとは考えられず、むしろ温度については地球上の異なった地域では異なった温度条件にあることはいうまでもない。したがって化学反応に基づいて時間を測るためには特殊な条件を必要とするのである。

ところが原子崩壊は化学反応と異なり、温度や圧力によって制御されることはない。原子崩壊は基本的に時間の関数として表すことができるのである。原

4章 自然の歴史が語りかける時間の意義

子崩壊には、基本的に3つのタイプが知られており、それぞれ α 崩壊、 β 崩壊、 γ 崩壊、と名付けられている。 α 崩壊ではヘリウムの原子核を、 β 崩壊では電子を、 γ 崩壊では波長の極めて短い電磁波(γ 線)を放出する。崩壊によって放出された粒子や電磁波は最終的には熱エネルギーを生み出すことになるのである。われわれはこれを原子力エネルギーと称して核兵器(熱エネルギー)や発電(電気エネルギー)などに利用している。

放射性元素を用いて過去に生じた事象の年代を知りうるのは、原子崩壊が時間にもみ対応して進行することに立脚していることによる。ここで半減期について説明しておかなければならない。放射性元素や放射性同位体を親核種といい、それが崩壊してできた元素を娘核種という。半減期とは親核種がもとの半分の量になるまでに要する時間である。放射性元素が最初に存在していた量を1とし、その元素の半減期をT(年)としておくと、最初のT年で親核種の量は0.5になり、つぎのT年(T×2年)で0.25に、さらにつぎのT年(T×3年)で0.125に減少していく。このようにして時間の経過とともに親核種が



第2図：放射性同位元素の崩壊現象を利用して年代測定を行なう方法，放射性元素の崩壊曲線と娘核種の増加曲線（今村，1991）

減少していく様子をグラフに示すことができる。したがって現在どのくらいの親核種の量が残されているのかを知ることができれば、グラフを利用することによってその親核種が崩壊を始めてどのくらいの時間が経過しているのかを計算することができるのである（第2図）。ところで半減期は親核種の種類によって異なっており、半分の量になるまでに約 4.8×10^{10} 年（480億年）という長い時間かかる元素（ $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$ ）もあれば、約5,370年という同位体（ $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}$ ）もある。これが放射性元素の崩壊現象によって過去に生じた事変の年代を測る基本的な原理である。つまりその事変を記録している物質（岩石）を捜し出し、それに現在含まれている親核種の残存量を正確に測定すればよいのである。

これまでの記述が放射性元素（同位体）を用いて地質学的な年代測定を行う場合の基本的な説明である。実際には技術上の問題点も数多くあるが、それらの多くは克服され、放射性元素を利用した年代測定は地球科学の重要な分野の一つとなっており、その成果の一部が第1図、第2図に用いられている。

2節 地球科学的自然災害とは

長崎を含む西九州地方は日本の他の地域に比べて地球科学的自然災害一地滑り、火山噴火、地震など一多いところである。

地滑り災害では北松浦半島及びその周辺でとくに被害が多い。この地域では下底に礫層を伴った玄武岩層が固結した古第三紀層を不整合に覆い、その不整合面上に不透水層が形成されることによって上位の岩石が崩落するという、いわゆる北松型地滑りが頻繁に発生してきた（鎌田，1987）。1989年には幸いにもほとんど直接的な人的被害がなかったが、松浦市石倉山で地滑りが発生している。

火山噴火による災害は例を示すまでもない。島原半島の雲仙地溝では普賢岳が現在も活発な活動を続けており、1991年6月の崩落型火砕流は40名以上の人々の命を奪うとともに、今をもって多大の経済的損失をこの地域に与え続けている。また過去においても「島原大変肥後迷惑」と言われた1792年の普賢岳の火山活動に関連した眉山の大規模な崩壊により、15,000もの人命が失われている。

島原半島には地震災害も多い。ここではしばしば直下型の地震に襲われ、そのたびに多くの被害を受けている。最近では1922年12月の群発地震で、26名の人命が奪われている（太田，1985）。1968年および1984年には人的被害が少なかったものの、やはり群発地震が発生し、とくに1968年の活動では末期に普賢岳東麓の板底で火山ガスが噴出している（太田，1984）。これらは地球科学的な要因がその災害に直接に影響を及ぼしている例である。

さらに災害の直接的な要因にならないものの、地質学的な条件が誘引となる例もある。その一つは1982年7月23日から翌日の24日未明にかけて発生した長崎豪雨災害である。この災害では299人も命が失われるとともに、ライフラインの損壊によって1週間以上にわたり市民の生活に多大の影響がでた。この災害の直接の原因は梅雨末期の1時間雨量が187mmに達するという驚異的な集中豪雨であるが、多くの人命は土石流や崖崩れなどの斜面崩壊によっても失われているのである。これは山腹の急斜面に堆積した崖錐性堆積物や基盤岩の風化物が流出したことが原因であり、地質条件が災害に大きく関与している事実が指摘されている（鎌田ほか，1983）。

以上の例から推察できるように、地球科学的自然災害はその地域の自然環境特性に大きく支配されているといえる。

3節 地球科学的自然災害の予知とはどのようなものか

以上のような自然災害による被害を最小限に抑えるために、われわれは災害発生の予知に期待を寄せている。火山災害であれ、地震災害であれ、予知とはこれらの災害が「いつ」、「どこで」そして「どの程度の規模で」発生するかを示す事をいう。

例えば周知のごとく、来るべき「東海大地震」については、御前崎から天竜海底谷に沿って南海トラフまでの約160kmに海底ケーブルが張られ、4地点に地震計と津波計が設置されている。これらのデータは気象庁に伝送され、リアルタイムで監視されている。このような観測体制は、地震が発生する数時間から約1ヶ月前の様々な前兆現象をとらえるためであるといえる（地震学会編，1979）。

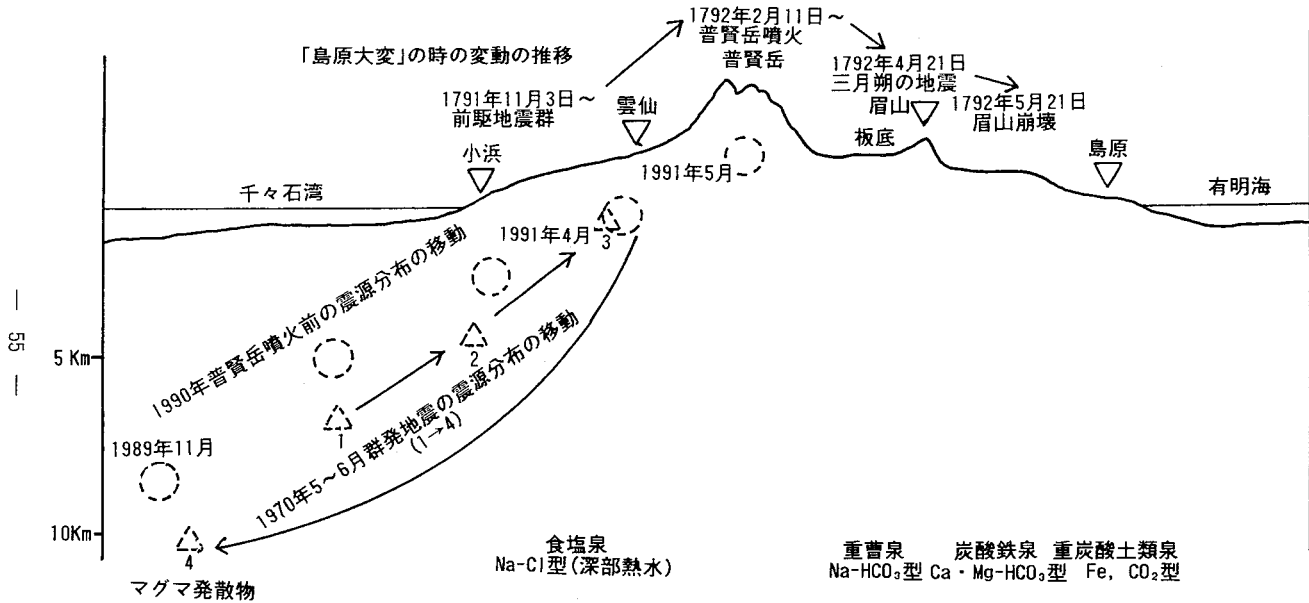
また一昨年から200年ぶりに活動を再開した雲仙普賢岳の火山活動は、地震

記録を初め、地磁気測定、山体の傾斜や伸縮の測定、地表面温度測定などを行うことによって、現在の状況がきめ細かに監視され、それらが災害防止に効力を発揮していることは新聞やテレビ報道などでしばしば取り上げられている。

このような地震や火山への観測システムは、いわば現在活動しつつある、あるいはきわめて近い将来に活動するであろう現象の前兆をいかに把握するのかを目的としている。そしてそれが現在の最高水準を持つであろう高度な科学技術に支えられていることはいうまでもない。ところで社会が要求している近未来の予測という点からすれば、 10^3 や 10^4 年前あるいはそれ以上前の現象について調査研究する活動（地形や地質に関する調査）は一見無駄のように見えるかも知れない。しかし、このような調査によってその地域の過去を知ることとは本当に無駄なことなのだろうか。

今回の雲仙普賢岳の火山活動の予知については、 10^4 から 10^5 年にわたる活動時間を持つ雲仙火山の歴史を抜きにして語ることはできない。普賢岳の今回の噴火開始は1990年11月17日であるが、実はそれ以前に普賢岳を含む雲仙地溝ではいくつかの異常現象が観測されている。そのもっとも顕著なものは、1989年11月から群発地震の震源がそれまでの千々石湾から島原半島西岸の小浜を経て、普賢岳の直下の浅いところに移動しており、さらに1990年7月からはマグマの活動を示す火山性微動が普賢岳の直下で確認されていたことである。一連のこのような雲仙地溝での地殻の活動経緯は、「島原大変肥後迷惑」のはやり言葉を残した1792年の普賢岳の噴火と眉山の大崩壊やその後の群発地震の活動経緯と一致していたのである(第3図)。また今回の被害を大きくした火砕流は、1792年の活動の際には当時の記録にはあまり強調されていないことから、発生していたとしても特筆されるような状況ではなかったと思われる。しかし、普賢岳周辺の地質調査の際に発見された炭化木は火砕流によって焼かれたとみられ、それらの ^{14}C 年代測定結果は、 $4,040 \pm 100$ 年前、 $4,290 \pm 100$ 年前、 $13,810 \pm 320$ 年前、および $19,240 \pm 430$ 年前であることが判明している(NHK取材班, 1991)。残念ながらわれわれは今までこの類の活動を知り得なかったが、雲仙普賢岳がもたらす火山活動には火砕流もあったのである。

ではここに掲げた現象は、現在活動している他地域の火山にも共通するのだろうか。雲仙普賢岳は雲仙地溝とともに存在している火山であるが故に、阿



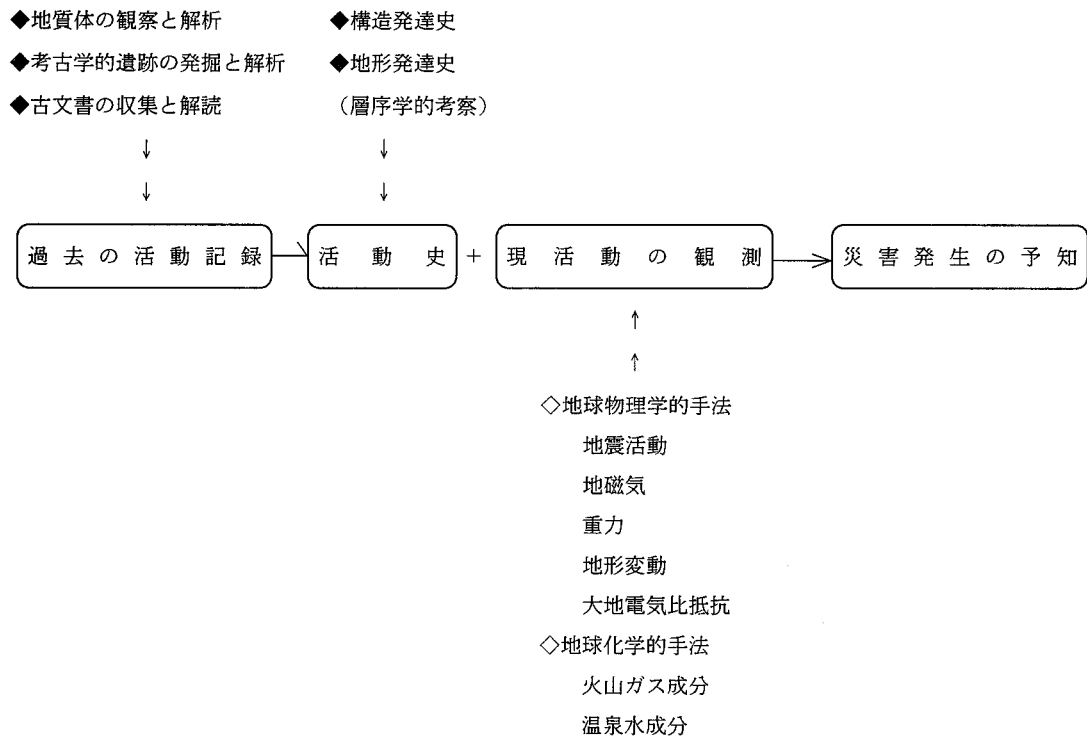
第3図：雲仙普賢岳の1990年の再噴火にいたるまでの地震活動の経過（NHK，1991年），1792年の噴火活動にいたる経過（片山，1974年）とそれに関連があると思われる現在の温泉活動の状況（太田，1972）および1970年5～6月群発地震の震源の移動状況（太田，1984），以上の資料をもとに，筆者が編纂，いずれの現象も千々石湾から始まって東方に移動していることに注意

蘇山や桜島とは異なっており、上に述べたような独特な性質—くせ—を持っているといえる。今回の普賢岳の噴火の兆候は、前に述べた雲仙地溝に特有な地殻変動の推移に基づいて、少なくとも科学的にはある程度把握されていたといえる。それはこの山の「くせ」をかなりの確に理解していたことが大きな要因であったのである。

4節 地球科学的自然災害と時間

ほとんどすべての地球科学的自然災害—地震・火山・地滑り・地盤沈下などは、基本的に「くせ」を備えている。このような自然災害を予知するためのもっとも基礎的な情報は、まずこのくせを理解することからえられるのである。「くせ」とは極めて地域個別的であるがゆえに、これを理解することは地球科学的な地域理解でなければならない。そのためにの一つには現時点の状態を詳細に観察することから空間的な地域特性を把握すること、他の一つは、その地域の生い立ちを知ることである。生い立ちを知ることは、時間の経緯とともにその地域がどのように変化してきたのかを明らかにすることであり、歴史的な地域特性を把握することでもある（第4図）。

地球科学的自然災害による被害をつとめて小さくしてゆくために、われわれはその災害が発生している地域を空間的にも時間的にも理解しなければならない。雲仙普賢岳の例でもわかるように、地球科学的自然災害に関連した時間がわれわれの生理的な時間感覚—おそらくそれはわれわれの日常的生活体験に大きく左右されると考えられる—からははるかにかけ離れたものであっても、われわれ自身を自ら保護するという観点（ここにはわれわれを取りまく周辺の環境を保全するという意味も含めて）からすれば極めて重要な意義を持つものであることが理解されるのである。



第4図：地球科学的自然災害における地域特性（くせ）を知るための戦略

文 献

- 今村峯雄 1991 年代をはかる. 93pp., 日本規格協会, 東京.
- 地震学会(編)1979 地震の科学. 153pp., 保育社.
- 鎌田泰彦 1987 長崎県の地質の特性と地すべり. p.11-36, 「長崎の地すべり」長崎県
林業コンサルタント.
- 鎌田泰彦・松岡数充・近藤寛 1983 地質的条件からみた災害の特性. p.37-52,
「昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書」, 長崎大学学術調査団.
- 片山信夫 1974 島原大変に関する自然現象の古記録. 九州大学理学部島原火山観測所
研究報告, 9, p. 1-45.
- クラウド, P. 1985 宇宙・地球・人間-I・I I (一國・佐藤・鎮西; 訳), 255pp.,
岩波書店, 東京.
- NHK取材班ほか 1991 火山列島日本. 190pp., 日本放送出版協会.
- 太田一也 1973 島原半島における温泉の地質学的研究. 九州大学理学部島原火山観測
所研究報告, 8, p. 1-33.
- 太田一也 1985 島原半島の地震災害史. p. 17-30, 「1984島原群発地震の活動と被害
に関する総合調査. 文部省科学研究費・自然災害特別研究突発災害研究成果報告書.
- 太田一也 1984 雲仙火山一地形・地質と火山現象一. 98pp. 長崎県.