



## 鹿児島大学での 38 年間をふり返って

小林 哲 夫

同窓会誌「桜島 No. 20」に鹿児島大学在職時の思い出などを寄稿するよう依頼され、「鹿児島大学での 38 年間をふり返って」というタイトルの原稿を締め切り日（2016 年 3 月 20 日）までに何とか書き上げました。この一文は最終講義の内容を、より理解しやすいように再編し文章化したものです（最終講義は参加者の都合を考慮して 2015 年 2 月 6 日と 4 月 18 日の 2 回行いましたが、両方ともまったく同じ内容でした）。しかしあまりにも急いで書いたため、「桜島」に掲載された文章には、誤字、脱字、意味が分かりにくい部分などが目に付きました。そこで同窓会の了解をえて、修正・加筆したのがこの pdf 版です。もちろん全体の構成などは、印刷物とほとんど違いはありません。

時間の都合で露頭写真などを掲載できませんでしたが、そのうち写真を添えた最終版を完成させたいと思っています（2016 年 4 月 25 日）。

## 鹿児島大学での 38 年間をふり返って

小林 哲 夫

### はじめに

1977 年 4 月末日に北海道大学大学院博士課程（3 年）を中退し、5 月 1 日付けで鹿児島大学理学部地学科助手としての生活が始まった。27 才になったばかりのころであった。所属講座は露木利貞教授と岩松 暉助教授のいた応用地質学講座であった。着任早々、露木先生から卒論で霧島の地質を調査している学生がいるので、彼の指導をしてほしいといわれ、私の鹿児島大学での研究・教育生活が始まった。大学院（修士課程）が開設された年でもあり、修士の 1 年生は私と 3~4 才しか年が違わななかつた。また 4 年生の多くも 5 才違いであり、先生と学生というより先輩・後輩のような付き合いであった。

院生気分が抜けない教官としてのスタートからあつという間の 38 年が過ぎ、昨年（2015 年）3 月に定年退職したが、その後に同窓会役員から会誌「桜島」への執筆の依頼があった。鹿児島での思い出は書ききれないほどあるが、大学での研究生生活をふり返ってみるのも意味があると考え、火山の研究を中心とした内容で執筆することにした。記憶違いの部分もあると思うが、多少の間違いはご容赦願いたい。

### アグルチネートの研究

鹿児島に来て最初に手がけた火山は霧島火山の韓国岳であった。翌年には御鉢と新燃岳も卒論の対象とした。調査を続けるうちに、火口内壁に露出し溶岩の累積と思われた地層が、実はスコリアや軽石が様々な程度に溶結した岩体であることに気づいた。いわゆるアグルチネートである。荒牧重雄先生（東大地震研究所）が鹿児島に来た時に、霧島にはかなりの火山でアグルチネートが産出することを話したところ、それは面白いのでぜひ学会で報告するようにとのアドバイスを受けた。これをきっかけにアグルチネートの産状をさらに調査し、地質学上の重要性を真剣に考えるようになった（Kobayashi et al., 1981）。

アグルチネートとは火口近傍に集積した火砕物質が、高温状態と自重により扁平化し溶結したものである。アグルチネートでも火口近傍の強溶結部になると溶岩との識別が難しいこともあり、これまで溶岩と見なされたものの一部には、実はアグルチネートの二次流動によるものがあるのではないかと真剣に考えるようになった。しかし多くの事例を調べるうちに、その考えには疑問をもつようになった。たとえば桜島の安永火口周辺や口永良部島の古期古岳の崩壊壁には、強溶結のアグルチネートの二次流動した地形があるが、ともにわずかに下方に向かって膨張し、舌状にせり出しているだけであり、溶岩に特有な表面地形を保持してはいない（遠藤・小林, 2012 に写真あり）。

1983 年 10 月 3 日に三宅島で突然噴火が発生し、噴火直後の割れ目火口周辺の地質を詳しく調査する機会に恵まれた。溶岩は割れ目火道から地形の低い側に流れ下ったが、噴出し

たスコリアは風の影響で地形的に高い側にスコリア丘を形成した。その産状を観察した結果、溶岩とアグルチネートはまったく別物であることに確信をもった（小林，1984a）。また玄武岩質マグマの噴火でもアグルチネートの二次流動が認められないということは、より低温の安山岩質マグマの噴火ではさらに生じにくいであろうと考えた。

その直後の同年12月には宇井忠英さん（当時は神戸大学）と G.P.L. Walker 教授（ハワイ大学）による日米科学協力協同研究の一環として、ハワイ大学での研究集会に参加した。集会後にはキラウエア火山に移動し、活動開始直後のプウオオ（Puu Oo）噴火を視察した。誕生したばかりの小型のスパター丘からスパター（マグマのしぶき）が噴出するのと、パホイホイ溶岩が流出する様をセスナ機から観察することができた。またできたてのペレーの毛をたくさん集めることもできた。このハワイ島巡検で私にとって最も有意義だったのは、大規模な溶岩噴泉の活動で有名な1959年のキラウエア・イキ（Kilauea Iki）噴火の火口を直接観察できたことである。ハワイのように高温で低粘性の玄武岩質マグマを噴出する場合でも、降下したスパターはスパター丘（アグルチネート）を形成し、溶岩はスパターとは別に火口から直接流れ下っていることを目の当たりにし、日本の火山で考えたモデルでも、世界で十分通用するのだと自信をもつきっかけとなった。それ以降、私は溶岩とアグルチネートは本質的に違うので、溶結らしい構造があるという理由だけではアグルチネートとは断定できない、全体の産状から判断しなければならぬと主張するようになった。

1984年10月の火山学会の巡検では、吾妻小富士の火口壁に露出する岩体がアグルチネートか溶岩かで意見が分かれた（青木・吉田，1984）。私以外の参加者の大半がアグルチネート派であった。案内人の吉田武義さん（東北大学）からは、「そもそもアグルチネートを広めたのは小林さんなのに、まるでマッチポンプのようだ」と笑われてしまった。今でも溶岩（の大部分？）はアグルチネートの二次流動と考える研究者もいるが、溶岩の縞模様を溶結現象と誤認している例も多い。また溶岩の上部がアグルチネート状に変化していると、溶岩をアグルチネートの強溶結部とみなす傾向もある。しかし実際は溶岩の上の溶岩がアグルチネートが、溶岩とともに流動しているのであろう。このような上下関係ができるのは、溶岩の上にアグルチネートが短期に形成される場合のほか、アグルチネートの板が溶岩上に滑落～崩落したり、溶岩がアグルチネートの下位に入り込んだりする場合が考えられる。

なおアグルチネートは降下テフラの溶結物と言われていたが、ほぼすべての事例で準プリニー式噴火以上の大規模噴火時に形成されており、かつ火砕流堆積物が伴っていることに気づいた。もしかしたらアグルチネートは火砕流堆積物の火口近傍相ではないかと考えるようになり、そのような事例もたくさん発見することができた（筒井・小林，2015）。しだいに研究当初のアグルチネート像とはかけ離れた概念となってしまったが、2011年の新燃岳噴火では降下テフラでも溶結することがあるらしいことを認識した。しかし露頭のある火口近傍には、まだ近づけていない。アグルチネートの全体像を理解するには、もう少し研究事例を増やす必要がありそうである。

## テフロクロノロジーにもとづく火山地質の研究

私が鹿大に赴任したのは、広域テフラという概念が広まりつつある時代であった。町田洋・新井房夫先生のコンビで、始良 Tn 火山灰 (AT: 1976 年) や鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah: 1978 年) 等の重要な鍵テフラの存在が次々と公表されていた。私が鹿児島で研究を始めた時には、火山地質の調査に必須の指標テフラが御膳立てされていたわけである。当然のことではあるが、それまでの研究では 2 つの指標テフラが認識されておらず、ほぼ未開拓の状態と言っても過言ではなかった。

鹿児島にきた当初は、霧島、桜島以外に離島の火山にも手を出していたが、1980 年代に入ると調査対象はしだいに県内の火山から九州中北部の火山にシフトした。その当時は、阿蘇以外の火山はすべて老衰化し、ほぼ死にかけた火山というようなイメージが一般的であった。しかし 1985 年ころまでには、九州中北部の大半の火山は、完新世にも盛んにマグマを噴出した活動的な火山であることを明らかにした。由布岳では 1500~2000 年前に出現した山頂の溶岩ドームが崩壊し、岩塊質の火砕流となって流下する現象を見出した (小林, 1984b)。それは 1991 年に雲仙・普賢岳で多発した火砕流とまったく同じ現象であった。九重山では西側の火山群にくらべ東側の大船山を中心とする火山の方が遥かに若く、その大半が完新世の噴出物であることを明らかにした (小林・池辺, 1985)。雲仙岳の眉山が約 5000 年前に誕生したばかりの新しい火山 (溶岩ドーム) という話はすぐには信用されなかったが、雲仙岳の 1991 年噴火以降、集中的に年代測定がおこなわれ、この若い年代も事実と認定された (小林・加藤, 1986; 尾関ほか, 2005 を参照)。なお阿蘇火山だけは小野晃司さん (地質調査所) と渡辺一徳さん (熊本大学) らの詳細な研究があったので、本格的な調査はしなかった。

このように約 5 年間という短期間に、離島を含めた九州全域の火山地質をほぼ解明できたのは、私が調査にのめり込んだのも大きな要因であったと思われるが、やはり広域テフラの概念が定着した直後であったというのが最大の要因であった。時代の巡りあわせが良かったと言ふべきであろう。

## 古文書・考古学のデータを活用した研究

噴火現象を再現する上で、古文書や考古学データの役割も非常に重要である。古文書の内容と地質データをもとに、噴火の年代と噴火推移を解明した最初の例は、桜島の天平宝字噴火 (764~766 年) であった。大森 (1918) では、この噴火は国分沖の海底噴火で 3 島が出現したと解釈されていた。しかし続日本紀の記述を詳細に検討すると、海底噴火ではなく桜島島内の陸上噴火らしく思えた。それらしき地形・地質を探すと、南東山麓に存在する鍋山とその前面に広がる長崎鼻溶岩が該当した。また古文書の記録には、噴火 2 年後には地震が群発し、島民が恐れをなして島外に避難したことも記されていた。この記述は、もともと居住民がいた火山島の海岸付近で噴火があり、島のように見える火山地形が形成されたと解釈できる (小林, 1982)。鍋山は当時の海岸付近に誕生したことも判明し、地質

的にはこれしかありえなかった。1982年の秋に桜島島内で開催された火山学会の巡検に、九州の四大カルデラの提唱（Matumoto, 1943）で有名な松本唯一先生（当時90才）が老体をおして参加された。巡検終了後にぜひ挨拶をしたいと申しでて、「天平宝字といえば奈良時代のこと、そんな昔のことがわかるようになったとは..」と感激の面持ちで話されたのは懐かしい思い出である。

その当時は天平宝字噴火の年代学的な研究をすることができず、その後もずっと可能性の高い噴火年代との扱いであった。しかし1990年代の終わりころに、テフラ直下の土壌の<sup>14</sup>C年代測定（Okuno et al., 1998）と溶岩の岩石磁気を用いた年代測定（味喜, 1999）による結果が相次いで公表され、噴火年代は700年代の半ばであることが明らかとなった。地質的な状況証拠もあり、噴火年代は「続日本紀」に記述された西暦764年と特定された。1250年以上も前の噴火にもかかわらず、噴火現象の推移も古文書から詳細に描くことができた。その後、海底にも長崎鼻溶岩が広く分布することがわかり（小林ほか, 2013）、歴史時代の3大噴火に匹敵する大噴火であったことも判明した（味喜・小林, 2016）。

大正噴火（1914~1915年）については、鹿児島に来た当初から調査を始めたが、現在でも解明すべき課題がたくさん残されている。当時の記録や地学現象を調べるうちに、「桜島爆発記念碑」が一般に「科学不信の碑」として知られていることに違和感をもつようになった。鹿児島出身の地震学者、今村明恒（東京帝国大学）と中央気象台の若手技手の藤原咲平（後の中央気象台長官）との激しい論争など、興味深い資料がたくさんあった。大正時代の初期には、桜島は死んだ火山のように思われ、逆に霧島など周辺地域での地震・噴火活動が活発であった。当時の状況を考えると、鹿児島測候所の判断が間違っていたとは必ずしも言えないこともわかった。時代の制約という考えも時には必要となる。特に自然災害では、地学現象だけでなく、様々な社会状況等を含め総合的に判断しないと、まったく異なる評価になってしまうことを実感した。

桜島の安永噴火（1779~1782年）では、前兆の群発地震、井戸水の沸騰、海水の変色などに続いて噴火が始まり、まもなく溶岩が流出し、その後数年にわたり北東沖合で海底噴火や津波が発生したことなどが知られていた。しかし安永諸島の成因については解釈のできない問題が残されていた。そこで噴火当時の多くの古文書の内容と地質現象を突き合わせることで、安永噴火の推移を詳細に明らかにすることができた（小林, 2009）。要点を述べると、まず第1に陸上噴火と海底噴火は異なるマグマ供給経路があったこと、第2は海底噴火ではまず海底に出現した溶岩ドームから分離した巨大軽石が湧出し、潮流にのり海面を覆ったが、その後は海底に沈積したこと、第3は海底の隆起により軽石の湧出から湿った火山灰を噴出する水蒸気マグマ噴火に移行したこと、第4に海底が隆起して島となった表面（かつての海底）には巨大軽石が点在していること等である。

桜島の文明噴火は3大噴火の1つであるが、大森（1918）の記載を元に1471年~1476年の間に複数回の噴火があったと推定されてきた。しかし古文書の噴火年代と地質の状況とは必ずしも一致せず（小林・溜池, 2002）、噴火年代と噴出物の対応ができていないのが現

状である。このような混迷状態は、信頼性における一級史料がほとんどないことに起因する。しかし桂庵玄樹の詩集「島隠漁唱」中にある、1476年秋に向島（桜島）が噴火したという記述は信憑性が高い（重永，1991）。桑畑（2012）によると、考古資料（陶磁器など）や<sup>14</sup>C年代測定では、15世紀後葉とまで絞り込むことはできるが、年号（元号）の特定まではできそうにない。しかし「1470年代」の噴火ではほぼ間違いはなさそうとのことである。また文明軽石に覆われた田んぼの発掘では、稲のプラントオパールの研究で噴火した季節が田植え直後（6~7月）とさらに早い晩春~初夏という異なる結果が出ている。従来から文明溶岩には2~3の異なる溶岩地形が識別されていたが、さらに最近の研究で南岳の南東斜面にも新たに同時代の溶岩流が発見された（高橋ほか，2011；小林ほか，2013）。そのため噴火の推移は従来の想定よりもはるかに複雑であったかもしれない。この噴火推移を再検討するとともに、噴火年代が特定できるような資料を発見できれば、噴火の推移と具体的な年代が解明されるようになるものと期待される。

霧島火山の新燃岳の享保噴火（1716~1717年）でも、古文書を参考に噴火推移を推定した（井村・小林，1991）。また噴火年代が新たに特定された例がある。たとえば高原スコリア層は御鉢起源のテフラであり、噴火年代は西暦788年と言われていた。私もその年代を何の疑いもなく信じていたが、1991年に卒論で御鉢の噴火史を研究していた筒井正明君が、テフラ層直下の土壌の中から土器片を発見した。それを高校の理科教員であった成尾英仁さんに見せたところ、10世紀以降の土器形式（=788年よりも新しい）ということだった。さらに驚いたことには、宮崎県の考古学関係者の間では、高原スコリア直下の土器形式から推定する年代は西暦788年よりも若く、対応に苦慮しているとのことであった。そこで名古屋大学の院生であった奥野 充君に年代測定をお願いしたところ、高原スコリアの年代は1235年の記録に対応すること、788年の噴火に対応するのはもっと下位にある片添スコリア層であることが判明した（Okuno et al., 1998；奥野ほか，2001）。昔から知られていた年代のように思われることもあるが、噴火年代が確定してからまだ20年もたっていないのである。なお大學（2008）によると、高原スコリアの噴火を示唆する年代としては、1234年と記した史料が多いとのことであり、噴火年代が若干ずれる可能性もある。

次はえびの高原の硫黄山の形成年代である。この火山の誕生は、古文書の記述から1768年（Kobayashi et al., 1981）と長らく信じられてきた。しかし高原スコリアの年代が判明した頃から、硫黄山の噴火年代についても疑問を抱くようになった。卒論で調査を進めると、硫黄山誕生時のテフラとは別に、さらに新しい水蒸気噴火のテフラ層が発見された。<sup>14</sup>C年代測定およびえびの市の古文書の記述をもとに、1768年の噴火は硫黄山周辺で発生した水蒸気噴火であること、また硫黄山の誕生はさらに200年も前の1500年代と結論することができた（田島ほか，2014）。

上記した例以外にも、鶴見岳・伽藍岳（小林，1984b；藤澤ほか，2002）や開聞岳（藤野・小林，1997）などでも、同じような手法で噴火年代や噴火の推移を考察した。

## 博士論文

私の博士論文のタイトルは”Geology and Petrology of Rishiri Volcano, Hokkaido, Japan”である。学位を取得したのは1989年12月であり、40才になる直前であった。鹿大には大学院中退できたため、学位はなかった。その時はあと少しがんばれば学位論文として提出できると楽観していた。しかし鹿児島に来てすぐに、手つかず状態の火山地質の魅力に取りつかれてしまった。まさに水を得た魚のようだった。次第に九州の火山地質でも学位がとれると思うようになった。しかし地質中心の論文を審査してくれそうな大学があるかどうかの問題だった。あるとき(1984年ころか?)フィールド調査中に荒牧先生から、なぜ北大時代に取り組んだ博士論文をまとめないのかと聞かれた。赴任当時とは異なり、島弧火山岩の主体をなすカルクアルカリ岩系の安山岩の成因は、柵山雅則さん(東京大学)が提唱した「マグマ混合」説が学会を席卷する時代となっていた。しかし利尻火山の岩石にマグマ混合の痕跡を認めても、2種類の玄武岩と3つの組成の異なるトレンドを示す多様な火山岩類の成因を説明することはできなかった。最も深刻な問題と思ったのは、私が岩石学分野で浦島太郎の状態にいる間に、主成分だけでなく微量元素、同位体元素などの多様なデータを駆使した論文が公表されるようになっていたことだった。私の主成分データは湿式分析によるものであり、XRF分析が導入され大量のデータがでる時代にはあまりにも見劣りがした。また微量元素もごくわずかのデータしかなく、とてもすぐには論文にできそうにない等と理由を述べると、主成分については地震研究所にXRF分析装置が導入されるので、それを使って追加のデータを出したらどうかと提案された。また微量元素やSr同位体比の分析については、吉田武義さん(東北大学)、福岡孝昭さん(当時は学習院大学)、野津憲治さん(当時は筑波大学)を紹介していただいた。このように火山地質の研究に没頭していたころではあったが、再び岩石学の分野に大きく方針転換せざるをえなかった。

主成分分析のために足しげく地震研究所に通い、荒牧先生と泊まり込みで分析装置の立ち上げに取り組んだ。主成分だけでなく微量元素や同位体比のデータがそろいだすと、皮肉なことにますます単一モデルで説明することが困難になった。心理的に追い詰められていた時に、どういうきっかけであったかは忘れたが、高橋栄一さん(当時は岡山大学)から投稿中の英文タイプ原稿のコピーを譲りうけた。内容は一の目瀉のゼノリスとともに産出するカルクアルカリ安山岩の成因に関するものであった(Takahashi, 1986)。安山岩質マグマは上部マントルと下部地殻の境界付近の物質が部分熔融することで生じると議論していた。この原稿を読んだ時は、まさに目から鱗が落ちる思いであった。直感としか言いようがないが、これまでまったく説明ができなかった利尻火山の多様な岩石も、地殻の部分熔融で矛盾なく説明できると思った。しかし組成の異なる地殻を起源物質と仮定すれば、どんな組成のマグマでもつくることのできるわけであり、これでは科学論文としては完全にリジェクトである。どうしたら地殻の部分熔融を説得力のあるものにすることができるか、その後は夢中で火山岩岩石学分野の論文を読み漁り、地殻の部分熔融モデルの体系を考え続けた。その悪戦苦闘の結果が「地殻の部分熔融による火山岩成因論」(小林, 1987)

である。

火山岩の多様性をつくる本質的な機構は、マントルで生じた玄武岩質マグマが下部地殻で停留し、周辺の地殻物質を溶かす部分溶融のプロセスである。溶融の程度により幅広い組成のマグマが同時に形成されることになる。それは結晶分化作用とは逆のプロセスが、下部地殻内で進行していることを意味する。一方、熱源となったマグマはやがて固化し、下部地殻に付加することになる。ただし下部地殻は  $H_2O$  の添加をうけ、玄武岩は熱変成作用をうけ角閃岩に変化し、深部ではガーネットが形成されることもありうる。このように多様な鉱物組成を示す下部地殻が溶融すると、さらに変化に富んだマグマが生産されるようになる。そのように形成された幅広い組成のマグマが、上昇する過程で互いに混合することは必然であり、さらに上部地殻物質を溶かしこむこともありうる（同化作用）。地殻では下部から上部に至る様々な段階で、上記したような現象が繰り返されており、さらに多様なマグマを生産しているものと考えられる。このような前提に立てば、マグマの発生から噴火に至る過程で、マグマが混合し組成を変えるのは火山岩に共通する現象であり、カルクアルカリ岩系の火山岩に特有な現象ではありえない。それゆえマグマの混合が本質的なマグマ成因論にはなじまないことを議論した。この考えは、私のために貴重な時間を割いて分析データを提供してくれた方々の意見とも異なるものであり、内心は申し訳ない気持ちであった。

学位審査をお願いしたのは、北海道大学の岩石学講座の勝井義雄教授であった。先生は基本的には結晶分化作用の立場の方であり、私の火山岩成因モデルにはかなり懐疑的であった。博士論文の内容についても、「課程博士なら特定のテーマを解決するだけで十分だが、論文博士は研究の集大成であり壮大な体系がなければ…」とも言われた。しかし上記論文を公表した後にお会いした時には、いつもは厳しい意見ばかりの先生から「小林君も意外と岩石学がわかっているんだな」とにこやかに声をかけてもらった。正直なところ、この言葉でようやく学位取得が見えてきたと感じた。審査用の学位論文を提出したのは、先生が退職する1年半ほど前の1988年中であったが、1988年から活発化した十勝岳の噴火で陣頭指揮をとっていた勝井先生が倒れ、89年の2月に北大病院に入院するという事態になった。すぐに緊急手術をうけたが、最初は危篤状態と伝えられた。その後、何とか危機的状態は脱することができたが、もう定年まで大学には出てこれそうにないということだった。先生の退院の見込みがないので、審査用の学位論文は私のもとに送り返されてきた。さて困ったことになった、どうしようかと考えていたところ、先生は奇跡的に回復し、夏すぎには学位論文を審査するので至急論文を送り返すようにという便りが舞い込んだ。その後はとんとん拍子に話が進み、1989年の末に学位審査をパスさせていただいた。勝井先生が定年退官となる直前であり、いわゆる「駆け込みドクター」であった。一時はどうなることかと心配したが、本当に運がよかったとしか言いようがない。

強靱な体力をほこっていた勝井先生も、去年（2015年）の10月に89才で逝去された。私にとっては非常にきびしい先生であったが、つたない学位論文に粘り強く最後まで付き

合ってください。学位取得後は海外留学などもあり、北海道に行く機会も随分減ったが、2000年の有珠山噴火を契機に、調査で北海道に行ったときには札幌の先生の自宅を訪ね、研究の現状について報告するようになった。数年前のことであるが、南極に「勝井海峡」(Katsui strait) というのがあるとのことで、資料を見せながら命名のいきさつを説明してくれた。先生の密かな自慢でもあった。今でこそ私は勝井先生の一番弟子のように思われているようだが、卒論からずっと教養部の講座(教養講座あるいは第6講座とよばれていた)に所属していたため、博士論文の審査をお願いするまで先生との研究面での交流はほとんどなかった。運命のいたずらなのか、感慨深いものがある。

### ニュージーランドでの研究

ニュージーランドに留学するきっかけは、学位を取得したころに井沢英二教授(九州大学)から、日米の金鉱床研究者による研究集会を九州で開催するので、指宿、桜島、霧島等の巡検案内をしてほしいと依頼されたことである。最初は鉱床研究者の集まりと聞いてあまり乗り気ではなかったが、井沢さんにはいろいろお世話になったことがあり、また少数ながら火山地質の研究者も参加するというダメ押し的なお願いをされ、最後は引き受けることにした。研究集会は1991年11月に開催され、Bruce Houghtonというニュージーランドの火山研究者も参加していた。彼は私と同年代の火山地質学者であり、論文等で名前は知っていた。彼も私と同じような問題意識をもっていたため、霧島では個人的に韓国岳のアグルチネートの露頭を案内したりした。夜に酒をのみながら地質の話をしていると、海外留学にはどんなところに行ったことがあるかと聞かれた。私は学位取得が遅かったため、学会参加以外では長期の留学などの経験はないと応えると、それなら俺の研究所に来ないかという話になった。彼は北島のタウポという町にあるワイラケイ研究所(IGNSの支所のひとつであり、主に地熱、地震、火山の研究者が所属)の所長であった。南のトンガリロ(Tongariro)という火山には、見事なアグルチネートがあるので、それを研究したらどうかと提案もされた。さらに家族を含めた往復の航空運賃と滞在中の研究に必要な経費は提供する、ただし物価は安いので生活費は自分で工面してほしいとのことであった。どのくらいの期間いけるのかと尋ねたところ、好きなだけいてもいいという話だった。さすがに好きなだけ行くわけにはいかず、いろいろ相談した結果、地質調査が主体であれば1年は短いので、可能であれば2年間がいいということで意見が一致した。

私は1988年6月1日付けで、新設された火山学講座に配置換えとなっていた。1990年5月に助教授になったばかりであり、1992年からすぐに留学するわけにはいかなかった。上司の田中 穰教授と相談し、卒論で引き受けている学生(3年生)を卒業させてからで、かつ2年間ということでの了解をえた。その後教室会議でも了解がえられ、1993年4月から1995年3月までの海外留学が実現することになった。

ご存知のように、ニュージーランドの季節は日本とは逆である。4月からというタイミングは冬に向かう季節にあたり、高い火山であるトンガリロのアグルチネートの調査はすぐ

にはできなかった。火山地質の専門家は所長の Bruce と私の隣部屋にいた既知の Ian Nairn だけであった（2年目からは Colin Wilson, Thor Thordarson らが在籍）。Bruce は多忙で一緒に研究できなかったが、Ian からトンガリロ中腹にある Tama Lake というマールの調査に誘われた。真冬になる前に2~3回通っただけだったが、トンガリロの山麓には、Tama Lake とほぼ同じ時期に別の火口から噴出したテフラの累層（Mangamate Formation）があるのに気がついた。Ian に聞いたところ、約1万年前のほぼ同時期に噴出したテフラであるが、個々の噴出源は特定されていないとのことだった。この噴出源を特定する研究も魅力的であったが、冬の間は野外調査ができないため、Ian の提案で温暖な北方のロトルア周辺にあるハロハロ（Haroharo）火山と一緒に調査することになった。Ian の家は調査地域に近い岡の上にあり、眼下には湖が広がり、その先にはタラウェラ（Tarawera）火山が望める風光明媚な環境にあった。

ハロハロ火山はそれほど高くはなく、冬でも調査は可能であった。この火山も火山群の形態をしており、北東から南西に連なる割れ目火道方向にのびた扁平な火山地形をしていた。流紋岩質マグマの軽石噴火が主体であり、広域にテフラが分布していた。家からこの調査地域までは100 km も離れており、帰路も100 km 以上の長距離ドライブであった。早朝には川面に霧が立ちこめ、霧の中に突っ込むドライブはスリルに満ちていた。調査地域は一面の松林であり、大小のシダ植物も茂っていた。製紙会社の私有地であるため、入り口には頑丈なゲートが設置されていた。調査許可証を発行してもらい、車で調査地域に入るための鍵も借り受けた。週に1~2回の割で、フィールドに通ったように思う。調査中は伐採した巨木を積んだ大型トラックとすれ違うことはあっても、人に会うことはほとんどなく、たまに鹿にでくわす程度であった。森と湖が広がる美しい地域で、ただ一人で自然を堪能しながらの調査は楽しかったが、車の横転事故や崖から滑り落ち足首を骨折するアクシデントにも見舞われた。この地域の研究は2年間では完成せず、帰国後にも Ian との共同研究を続け、2005年によく論文化することができた（Kobayashi et al., 2005）。

夏場になるとトンガリロ火山の本格的な調査が始まった。トンガリロも家から100 km の距離があった。トンガリロ火山は霧島山と似た火山地形であり、大小の火山からなる火山群をなしていた。その山並みを縦走あるいは横断するたくさんのトレッキングコースがあり、登山客でにぎわっているが、日本と違って山の中には車道がまったく通っていない。そのため山麓の駐車場から標高差1000 m を越える登山道を登ることも多かった。アグルチネートにも未練はあったが、最初は Mangamate Formation の個々のテフラの噴出源を特定するために、層厚・粒径変化を調べながら霧島のような火山体をくまなく歩きまわった。その結果、南北に10 km 以上も連なる割れ目火道から噴出したテフラの噴出順序と火道位置を特定することができた。さらにこの累層には50 km 離れたタウポカルデラで噴出したテフラが2層挟在しており、ニュージーランド北島の南北60 km に連なる地域で、次々と噴出したことを明らかにした（Nairn et al., 1998）。日本では故中村一明教授（東大地震研究所）が火山と応力場についての研究を進めていたが、ニュージーランドでは火山（噴火）と地

殻応力場の関係が非常に明瞭であり、実感として理解できるようになった。また日本とは異なり、玄武岩質マグマと流紋岩質マグマとの成因関係もストレートに理解できた。博士論文で考えた地殻の部分溶融モデルが理想的に適用でき、かつ地殻応力の重要性を体感できる地域で研究できたのは貴重な経験であった。

あと2つの話題にも触れておきたい。その第1は留学のきっかけとなったアグルチネートの調査についてである。最初の話で記したように、留学当時の私は、アグルチネートは火砕流堆積物の火口近傍相と考えていた。ノースクレーター (North Crater) という火山の崩壊壁には、大規模なアグルチネートの露頭がある。火山地質の分野では、けっこう有名な露頭であった。この調査を始めてすぐに、このアグルチネートも薄い火砕流堆積物が次々と集積し溶結したものである証拠を見いだした。共同研究者の Ian にそのことを伝えたが、最初は半信半疑のようであった。しかし一緒に露頭を見てまわった後には、納得してくれたように感じた。その後、Peter Kokelaar (リバプール大学) がその露頭をみて感じるものがあつたらしく、私の不在中に Ian を訪ねて産状についていろいろ質問したそうである。Ian が「日本から来ている Tetsuo Kobayashi はすべて溶結した火砕流堆積物だと言っている」と説明すると、なるほどというような顔でうなずいていたとのことであった。Kokelaar とはその後会う機会もなく、彼がどう考えたのかは知らないままである。

第2はタウポカルデラの噴火現象をつぶさに観察する機会に恵まれたことである。これは同僚となった Colin Wilsonのおかげである。彼からは多くの露頭情報を教えてもらい、暇を見つけては個人的に見てまわった。また Stephen Self (当時はハワイ大学) と院生たちが訪れた時には、Colin の案内する巡検に参加させてもらった。タウポ噴火関連で印象に残ったのは、主要な噴火後の現象ではあるが、湖岸に分布する津波堆積物と巨大軽石 (giant pumice) の存在とともに、湖岸の堆積物に生じた小断層や奇妙なスランプ構造であった。

このようにタウポ噴火についての見聞を広げ、また自分でも様々な現象を調査するなかで、複雑なタウポ噴火の推移も詳しく理解することができたし、また問題点を考えるきっかけにもなった。さらに一般的な「カルデラ噴火」の推移だけでなく、それに付随する水中噴火と陸上噴火、噴火に伴う地震や二次爆発現象など、多面的な地学現象を一連の推移のなかで捉えることができるようになった。

### カルデラ噴火の予知 (予測) を目指して

北海道にいる時もカルデラは身近な存在であったが、ちゃんと勉強したことはなかった。しかし鹿児島では、ほとんど全域にシラスが分布している。これはなんとかしなければと思ったが、どのように研究すべきか考えあぐねていた。そのうちに指宿高校教員の成尾英仁さんと知り合った。彼は指宿地方の地質をくまなく調べていたので、しばしば露頭を案内してもらった。特に興味を引いたのは、カルデラ形成後の火山活動の末期に発生した地震の痕跡であった。湿った火山灰が液状化し、たくさんの碎屑岩脈 (clastic dike) となって同じテフラ層を貫いていた。池田カルデラの地質については宇井 (1967) の論文があつた

が、この現象は記載されていなかった。

本格的にカルデラ噴出物を研究するようになったのは、宇井さんや荒牧先生の調査に同行し、火砕流堆積物等の調査のノウハウを勉強してからである。カルデラに関係した最初の論文は、始良カルデラから噴出した大隅降下軽石についてであった(Kobayashi et al., 1983)。その後続く研究は、大隅降下軽石の噴火中に発生した *intra-plinian flow* である垂水火砕流堆積物の成因(福島・小林, 2000)であった。

鬼界カルデラの研究は 1980 年ころから始めていたが、本格的に調査を始めたのは日米科学協力の協同研究に参加した時だった。日本側は九州のカルデラ噴出物を中心に研究を進めたが、私は鬼界カルデラ近傍の噴出物の調査を主に担当した。カルデア縁の外側に分布する長浜溶岩を覆う強溶結の火砕流堆積物は、かなり古い噴出物と考えられていたが、実はアカホヤ噴火時の *intra-plinian flow deposit* (船倉火砕流堆積物) であることが判明した。長浜溶岩表面の岩塊の間隙に土壌は存在せず、アカホヤテフラが直接落ち込んでいた。しかし間隙を埋めるテフラには長浜溶岩からの熱の影響を示す痕跡は認められなかった。それゆえ長浜溶岩とアカホヤ噴火の発生までの間には、溶岩が冷却するより長い時間差が存在したが、地質学的にはカルデラ噴火直前に噴出した溶岩と推定した(Kobayashi and Hayakawa, 1984)。この時点ではカルデラ噴火に先行する溶岩の噴出との時間差ははっきりしなかったが、その後の調査で長浜溶岩噴出時の火山灰層とアカホヤ噴火の降下軽石層が土壌を挟んで重なっている露頭を発見した。土壌の厚さから、両者の時間差を約 100 年と推定した(小林, 2008)。

1986 年にニュージーランドの北島で IAVCEI (国際火山学会) が開催され、会議前後の巡検でたくさんの露頭をみてまわった。それとは別に、Ian Nairn がロトルア近郊の Okataina caldera を個人的に案内してくれた。ボートで湖岸を巡ったりしたが、Rotoma という湖岸で溶岩の割れ目を埋める降下軽石が、溶岩の熱で溶けて縮小し丸いガラス玉のようになっているのを発見した(遠藤・小林, 2012 に写真あり)。また 1989 年にアメリカのニューメキシコ州サンタフェで開催された IAVCEI 後の巡検では、クレーター・レークカルデラの噴火の直前に噴出した Cleetwood lava を強溶結の降下軽石が直接覆う露頭を見て、鬼界カルデラとの類似性に強烈な印象をうけた。ただし、Cleetwood lava は、カルデラ噴火が発生した時も高温状態を保持していたことになる。この露頭に関しては論文(Bacon, 1983)で知ってはいたが、やはり現地で直接露頭を前に観察するのとは大違いであった。

ニュージーランド留学から帰国したその年に、成尾さんから鬼界カルデラ・アカホヤ噴火に関連して、南九州一帯に噴砂が発生していること、種子島や屋久島では段丘礫が地表にとび出す噴砂さえ見られるとの話をきいた。噴砂・噴礫の話聞いた時は、留学中に温めてきたアイデアがまさに実証される研究対象だと感激に打ち震える思いであった。この大地震は噴火中に発生したものであり、少なくとも 2 回発生したことを議論した(成尾・小林, 2002)。その後、さらに調査を進めると、カルデラ噴火の前兆として長浜溶岩の噴出以前にも大規模な地すべり崩壊が発生したこと、また地震発生時だけでなく噴火終了後に

も大規模な津波が発生していることに気づいた。

2007 年頃からは原因不明のめまいの発作になやまされ、フィールド調査のペースはずいぶん落ちた。このような時期になんとかまとめたのが「カルデラの研究からイメージされる新しい火山像—マグマの発生から噴火現象までを制御するマントル—地殻の応力場—」（小林, 2008）である。この論文は私のマグマ成因論をベースに、火山現象と地殻応力の関係を本格的に考察したものであり、私にとってはそれまでの研究の集大成であった。

めまいには1年以上苦しめられたが、症状は次第に遠のいていった。そのころから本格的にカルデラ噴火の予知（予測）を考えるようになった。その原点は鬼界カルデラの研究にあった。長浜溶岩の噴火からアカホヤ噴火までの推移を見ると、長浜溶岩はアカホヤ噴火のテフラとほぼ同じ組成の流紋岩質であり、溶岩の流出が卓越する噴火であった。付随するテフラはブルカノ式噴火によるものであり、発泡した軽石は含まれていない。その後100年（～それ以上かもしれない）の休止期間のあとに、大規模な軽石噴火が始まっている。流紋岩質マグマは長い年月をかけ徐々に蓄積され、次第に巨大なマグマ溜りを形成するが、マグマ溜りの外殻に相当する部分は脱ガス・結晶化が進行し、そのままでは発泡できない状況になっているのであろう。おそらくマグマ溜りが膨張し、周囲の地殻応力が限界に達すると、不活発なマグマが弱線にそって絞り出され、主に溶岩が噴出するタイプの噴火が発生する。その結果、マグマ溜りは急速に減圧されることとなり、液体状のマグマが徐々に発泡し、100年～それ以上の年月をへて破局的な噴火が発生すると考えた（小林, 2008；小林ほか, 2010）。

そのような前兆的な溶岩主体の噴火は、他のカルデラ噴火でも次々と見いだされるようになった。国内では阿蘇カルデラの Aso-4 噴火前の高遊原溶岩、Aso-2 噴火前の玉来川溶岩～秋田溶岩（小林ほか, 2009）、海外では既知のクレーターレークのカルデラ噴火と Cleetwood, Llao Rock 等の溶岩があり、フィリピンのイロシンカルデラ噴火と Malobago dome の形成も同様の関係であった（Kobayashi et al., 2014）。さらにインドネシアのバツールカルデラ噴火でも類似例が発見され（小林ほか, 2016）、未公表ではあるが始良のカルデラ噴火でも類似現象を発見している。このような事例が増えると、破局的なカルデラ噴火には必ず顕著な前兆現象が発生することが期待される。厚い殻に覆われたマグマが、何の前触れもなくいきなり破局的な噴火になる訳ではなさそうである。

一方、マスコミを通じて流れてくるのは、カルデラ噴火は1万年に1回の確率で噴火するのでいつ噴火してもおかしくない、人類はカルデラ噴火を経験していないので予知など不可能だなど、噴火予知には否定的なコメントが目立つ。特にここ数年はカルデラ噴火を原発の立地評価の中で議論するようになり、活断層を後期更新世以降の活動で評価しているのに対して、カルデラ噴火は数万年程度の活動履歴だけで評価するのはおかしいとか、カルデラ噴火を想定すればそもそもカルデラのそばに原発をつくるのがおかしい等の意見も聞く。しかし火山の研究者が社会から求められているのは、噴火リスクに対してより深い認識を得るために、まずは真剣にカルデラ火山の研究を推し進めることではないかと考

える。

カルデラ噴火と活断層とは根本的な違いがある。断層と違い、カルデラ噴火はどこで発生するかは自明のことである。そしていったん噴火が発生すれば、もはや制御の仕様がないうことも当然である。それゆえ一般的な噴火予知の 5 原則（いつ、どこで、どのような噴火が、どのくらい続き、いつ終了するのか）の全てがわかる必要はなく、「いつごろ」噴火するのかがわかりさえすれば、カルデラ噴火の予知（予測）としては十分な意味をなす。

では噴火の直接的な引き金は何であろうか？しばしば噴火の引き金とされる「マグマの混合」は、噴火の結果の現象であり、噴火の原因ではありえない（小林, 2008）。端的にいうと噴火の引き金は、マグマ溜りをとりまく地殻応力にはかならない。地殻応力との関係で溶岩が絞りだされ、その急激な減圧がマグマの発泡を誘発し、最終的に破局的なカルデラ噴火に至るとというのが、現在の私のカルデラ噴火のモデルである（「科学」に掲載された小林（2014）を参照）。

これまでの研究で、カルデラ噴火には 100 年以上前に顕著な前兆が認められた。それゆえ九州のカルデラ火山の現状は、いつ破局的な噴火が起きてもおかしくないような切迫した状況にあるとは考え難い。このような時期にこそ、じっくりと腰を据え、カルデラ噴火の実態（マグマ溜りの形成プロセス、存在形態、噴火の引き金等）について、基礎的で包括的な研究に取り組むべきではなかろうか。長年火山地質を研究してきた私にとって、最後に最大の研究テーマと位置付けている。ただしマグマ成因論と同じく、カルデラ噴火も唯一の噴火原因というものはなく、様々な要因が絡み合い、その結果として噴火に至るのが真実の姿であろう。それゆえ可能な限り多くの状況証拠を積み重ねることで、より真実に近づくことができるものと考えている。

## おわりに

鹿児島大学に赴任して以来、火山地質一筋に走りつづけてきた気がする。この道に入り今日に至るまで、ここには書ききれないほど多くの方々との出会いがあった。卒業論文では河内晋平さん（当時は北海道大学助手）にフィールド調査の基礎を徹底的に叩き込まれた。人格的にも大きな影響をうけた。河内さんからは大学院でも卒論の延長線でやるように意見されたが、私はそのテーマには賛同せず、独自に利尻火山をやると決めてしまった。やはりその根底には、火山地形の美しさに惹かれた中学時代の思い出があったのかもしれない。利尻火山の研究が完成するまでには長い回り道を余儀なくされたが、火山地質だけでなくマグマの成因を深く理解する機会が与えられた訳であり、結果的にはよかったと思っている。

鹿児島大学では、多くの学生・院生および研究仲間との交流があり、有形無形の財産となった。特に火山学講座の教授として 1988 年後期から赴任された高木章雄先生（地震学）からは、多大な影響をうけた。東北大学時代は学問に厳しく、非常に恐ろしい先生と言われていたようだが、鹿大ではそのような雰囲気はまったくなかった。研究分野は異なっ

いたが、私のマグマ成因論を好意的に受けとめてくれた。また私の研究スタイルと波長があったのか、しばしばお酒に誘っていただき、二人で研究面の話で盛り上がった。ジョッキを重ねるごとに気炎をあげ、私は一方的な聞き役となる。そして最後は、そろそろ時間ですと止めに入るのが、いつものパターンだった。とにかくスケールの大きな先生だった。また高校の理科教員であった成尾英人さんは露頭情報の宝庫のような方であり、今日までずっと研究のパートナーとして私の研究を支えてくれた。もう一人忘れられないのは、福田登志郎さんである。赴任当初は私とあまり年齢が違わない院生であったが、2008年に社会人院生（博士後期課程）となり、始良カルデラ噴火の推移についての研究を続けていた。しかし完成の一步手前でご病気になり逝去された。彼の意思を引き継ぎ、いずれは総括的な論文を完成させたいと思っている。上記した方以外のお名前は省かせていただくが、これまでお付き合いいただいた全ての方々に感謝したい。

鹿児島は火山のメッカであることから、1988年には鹿児島国際火山会議が開催された。当時はまだ若い38才であり、主催者側の下働きとして随分苦勞した。しかしそのおかげで、多くの海外の研究者と知り合うことができた。その伝手でニュージーランド、イタリア、アメリカ本土、ハワイ島、メキシコ、スコットランド、ハンガリー、カムチャッカ半島、アイスランド等の火山を訪ね見聞を広めることができた。最近でもフィリピンやインドネシアなど、多くの火山の調査を進めている。

海外の研究者で最も深い付き合いをしたのは Ian Nairn である。彼は私より5才年長であり、火山地質のセンスは抜群であった。彼を最初に知ったのは1984年ころに仕事の都合で鹿児島を訪ねてきた時であった。1986年にニュージーランドで開催された IAVCEI の後には、個人的にロトルア周辺の火山を案内してくれた。ニュージーランド留学中の2年間は、彼とコンビを組んだ研究だった。帰国した後も、彼の研究の分担者として何年もの間、ニュージーランドによばれ共同研究を進めることができた。ただし Ian のプロジェクトの資金も豊富ではなく、滞在中の経費を節約するため彼の家にも宿泊することも多かった。

2001年のことであるが、Ian の奥さん (Jane) のお父さん (L.F. Brosnahan) が、ぜひ私に会いたいとやってきた。かなり高齢 (80才以上?) の方であり、年寄りの英語など理解できないだろうと心配していたが、実にわかりやすい英語であった。話をきいて驚いたのだが、彼は南太平洋大学の学長として、大学間の研究教育の協定締結のため、1982年に鹿児島大学を訪れていた。石神学長と協定書にサインする写真を見せながら、当時の思い出を楽しそうに話してくれた。奇遇とは、まさにこのようなことだと思った。彼はもともと英語学が専門とのことであり、明快な英語を話す理由も理解できた。当時のことをもっと聞きたいと思ったが、その後 Ian を訪ねたときには、すでに亡くなっておられた。添付した写真は、彼からもらった記事のコピーと、2001年に会った時の記念写真である (写真は本文の最後に掲載)。

私が鹿児島大学にきた当時、プレートテクトニクス理論は日本全体でもまだ素直には受け入れられてはいなかった。鹿児島大学も似たような状況だったが、1983年来鹿したア

アメリカ地質調査所の Warren Hamilton 博士にお願いし、鹿大の学生向けにプレートテクトニクスの講演をしていただいた。彼は北米の西海岸に分布するフランシスカン層群が付加体であることを世界に先駆け指摘した著名な地質学者であり (Hamilton, 1969), 学生には良い刺激になったものと思われる。

私が在籍した当時の北海道大学の教室は年長の教授たちが支配するような雰囲気があり、日本における反プレートテクトニクスの牙城の 1 つであった。そのため多くの院生 (特に地史・層序・変成岩分野) は、先生の目の届かないところでプレート説を勉強していた。ただ鹿児島大学が北大と違っていたのは、最年長の露木利貞先生 (温泉地質学) と浦島幸世先生 (金属鉱床学) がプレートテクトニクスを好意的に理解していたことである。柔軟な発想は年齢 (若さ) だけでなく、真剣に地球と向き合う研究姿勢から産み出されるのではないかと思ったりもした。私も定年退職しすでに若くはないが、まだまだ柔軟な発想でカルデラ噴火の予知 (予測) に道筋をつけるような研究をしたいと願っている。それこそが鹿児島、九州のみならず日本、世界の火山防災に貢献できる道と信じているが、博士論文の時と同じように悪戦苦闘している自分が見えるようである。

## 引用文献

- 青木謙一郎・吉田武義 (1984) 吾妻山と磐梯山 (口絵写真解説). 火山, **29**, 349-350.
- Bacon, C.R. (1983) Eruptive history of Mount Mazama and Crater Lake caldera, Cascade Range, U. S. A. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., **18**, 57-115.
- 大學康宏 (2008) 古代から中世の霧島火山群の噴火年代—宮崎県内の「霧島高原スコリア」を中心として—. 人類史研究, **14**, 61-77.
- 遠藤邦彦・小林哲夫 (2012) 「Field Geology 9 第四紀」, 日本地質学会フィールドジオロジー刊行委員会(編), 共立出版, 231p.
- 藤野直樹・小林哲夫 (1997) 開聞岳火山の噴火史. 火山, **42**, 195-211.
- 藤沢康弘・奥野 充・中村俊夫・小林哲夫 (2002) 九州北東部、鶴見火山の最近 3 万年の噴火活動. 地質学雑誌, **108**, 48-58.
- 福島大輔・小林哲夫 (2000) 大隅降下軽石に伴う垂水火砕流の発生・堆積様式. 火山, **45**, 225-240.
- Hamilton, W. (1969) Mesozoic California and underflow of pacific mantle. Geol. Soc. Am. Bull., **80**, 2409-2429.
- 井村隆介・小林哲夫 (1991) 霧島火山群新燃岳の最近 300 年間の噴火活動. 火山, **36**, 135-148.
- 小林哲夫 (1982) 桜島火山の地質: これまでの研究の成果と今後の課題. 火山, **27**, 277-292.
- 小林哲夫 (1984a) 1983 年 10 月三宅島噴火の溶岩とスコリア丘の地形. 火山, **29** (三宅島噴火特集号), S221-S229.
- 小林哲夫 (1984b) 由布・鶴見火山の地質と最新の噴火活動. 地質学論集, No. 24, 93-108.

- 小林哲夫 (1987) 地殻の部分溶融による火山岩成因論. 火山, **32**, 237-257.
- 小林哲夫 (2008) カルデラの研究からイメージされる新しい火山像—マグマの発生から噴火現象までを制御するマントルー地殻の応力場—. 月刊地球 総特集 カルデラ生成噴火—準備過程の理解に向けて—, 海洋出版, 号外 No. 60, 65-76.
- 小林哲夫 (2009) 桜島火山, 安永噴火 (1779-1782 年) で生じた新島 (安永諸島) の成因. 火山, **54**, 1-13.
- 小林哲夫 (2014) 九州を南北につらなるカルデラたち. 科学, **84**, 84-93.
- Kobayashi, T. and Hayakawa, Y. (1984) Geology of Kikai caldera (Source of the Koya Ignimbrite), Japan. A progress report of the U.S.-Japan Cooperative Science Program "Volcanology of the Koya ash flow" (Principal investigators, Walker, G.P.L. and Ui, T.), 13-14.
- 小林哲夫・池辺浩司 (1985) 九重火山東部の地質. 火山, **30**, 310.
- 小林哲夫・加藤和夫 (1986) 雲仙火山の形成史. 火山, **31**, 299-300.
- 小林哲夫・溜池俊彦 (2002) 桜島火山の噴火史と火山災害の歴史. 第四紀研究, **41**, 269-278.
- Kobayashi, T., Aramaki, S., Watanabe, T., and Kamada, M. (1981) Kirishima volcano. IAVCEI Symposium on arc volcanism (Field excursion guide to Sakurajima, Kirishima and Aso volcanoes), 19-32.
- Kobayashi, T., Hayakawa, Y., and Aramaki, S. (1983) Thickness and grain-size distribution of the Osumi pumice fall deposit from the Aira caldera. Bull. Volcanol. Soc. Japan, **28**, 124-139.
- Kobayashi, T., Nairn, I., Smith, V., and Shane, P. (2005) Proximal stratigraphy and event sequence of the 5.5 ka Whakatane rhyolite eruption episode from Haroharo volcano, Okataina Volcanic Centre, New Zealand. New Zeal. Jour. Geol. Geophys., **48**, 471-506.
- 小林哲夫・西村光史・宮縁育夫・稲倉寛仁 (2009) Aso-2 火砕流噴火の直前に噴出した異常に高温の安山岩質マグマ. 日本火山学会講演予稿集, 2009 年度秋季大会, 19.
- 小林哲夫・奥野 充・長岡信治・宮縁育夫・井口正人・味喜大介 (2010) 大規模カルデラ噴火の前兆現象—鬼界カルデラと始良カルデラ—. 京大防災研年報, 第53号B, 269-275.
- 小林哲夫, 味喜大介, 佐々木寿, 井口正人, 山元孝広, 宇都浩三 (2013) 桜島火山地質図 1:25,000 (第2版). 地質調査総合センター.
- Kobayashi, T., Mirabueno, M. H. T., Bornas, M. A. V., Torii, M., Laguerta, E. P., Daag, A. S., Bariso, E. B., Nakamura, T., and Okuno, M. (2014) Eruptive sequence and characteristics of the Irosin ignimbrite, southern Luzon, Philippines. Jour. Geogr. (Chigaku Zasshi), **123**, 123-132.
- 小林哲夫・Agung Harijoko・I Wayan Warmada・渡邊公一郎・永田知研・中村俊夫・田口幸洋・奥野 充 (2016) インドネシア, バリ島のバツール新期カルデラ形成噴火の推移. 国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集, 2015, No. 2, 35-39.
- 栗畑光博 (2012) 桜島火山起源の忠誠テフラの降下年代について. 宮崎考古, No. 23 日高正晴先生追悼記念号, 89-98.
- 町田 洋・新井房夫 (1976) 広域に分布する火山灰—始良 Tn 火山灰の発見とその意義—. 科学, **46**, 339-347.

- 町田 洋・新井房夫 (1978) 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラアカホヤ火山灰. 第四紀研究, **17**, 143-163.
- Matumoto, T. (1943) The four gigantic caldera volcanoes of Kyusyu. *Jap. J. Geol. Geogr.*, **19**, 57 p.
- 味喜大介 (1999) 古地磁気方位・強度測定による桜島の溶岩流の年代推定. 火山, **44**, 111-122.
- 味喜大介・小林哲夫 (2016) 桜島火山・南岳の形成過程－溶岩の古地磁気学的年代と噴出量の推定からの考察－. 火山, **61**, 237-252.
- Nairn, I. A., Kobayashi, T., and Nakagawa, M. (1998) The ~10 ka multiple vent pyroclastic eruption sequence at Tongariro volcanic centre, Taupo Volcanic Zone, New Zealand: Part 1. Eruptive process during regional extension. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **86**, 19-44.
- 成尾英仁・小林哲夫 (2002) 鬼界カルデラ, 6.5 ka BP 噴火に誘発された2度の巨大地震. 第四紀研究, **41**, 287-299.
- Okuno, M., Nakamura, T., and Kobayashi, T. (1998) AMS  $^{14}\text{C}$  dating of historic eruptions of the Kirishima, Sakurajima and Kaimondake volcanoes, southern Kyushu, Japan. *Radiocarbon*, **42**, 825-832.
- 奥野 充・筒井正明・中村俊夫・小林哲夫 (2001) 霧島火山群における最近約2万年間の $^{14}\text{C}$ クロノロジー. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書(XII), 118-123.
- 大森房吉 (1918) 日本噴火志 上編. 震災予防調査会報告, No. 86, 236p.
- 尾関信幸・奥野 充・小林哲夫 (2005) 雲仙火山・眉山の形成過程. 火山, **50** (6), 441-45.
- 重永卓爾 (1991) 桜島に起源を有する文明 Tephra の年次について. 「大岩田村ノ前遺跡」, 都城市文化財調査報告書, 第14集, 都城教育委員会, 64p.
- 田島靖久, 松尾雄一, 庄司達弥, 小林哲夫 (2014) 霧島火山, えびの高原周辺における最近15,000年間の活動史. 火山, **59**, 55-75.
- Takahashi, E. (1986) Genesis of calc-alkali andesite magma in a hydrous mantle-crust boundary: Petrology of lherzolite xenoliths from the Ichinomegata crater, Oga peninsula, northeast Japan, part II. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **29**, 355-395.
- 高橋正樹・大塚 匡・川俣博史・泊 寿・安井真也・金丸龍夫・大槻 明・島田 純・厚地貴文・梅澤孝典・白石哲朗・市来祐美・佐竹 紳・小林哲夫・石原和弘・味喜大介 (2011) 桜島火山および始良カルデラ噴出物の全岩化学組成－分析データ 583 個の総括－. 日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, No. 46, 133-200.
- 筒井正明・小林哲夫 (2015) 霧島火山群, 御鉢火山におけるアグルチネートの形成機構. 月刊地球総特集－九州の火山地質学-I, **37**, 131-139.
- 宇井忠英 (1967) 鹿児島県指宿地方の地質. 地質学雑誌, **73**, 477-490.



# INFORMATION BULLETIN

THE UNIVERSITY  
OF THE SOUTH  
PACIFIC



Volume 15, Number 32

13 August 1982

## VISIT TO JAPAN

On 21 July, 1982, the Interim Vice-Chancellor, Professor L.F. Brosnahan, and the Director of the Institute of Marine Resources, Dr Uday Raj, visited Kagoshima University in Southern Japan to sign a Memorandum of Understanding on research and training co-operation in



*Signing the Memorandum of Understanding between Kagoshima University and the University of the South Pacific at Kagoshima, 21 July, 1982, from left, President Kanejuni Ishigama and the Vice-Chancellor, Professor L.F. Brosnahan. Standing, from left, Professor S. Iwakiri, Agriculture Director, Research Center for the South Pacific of Kagoshima University; Professor D. Kakimoto, Dean, Faculty of Fisheries, Kagoshima University; and Dr Uday Raj, Director, Institute of Marine Resources, USP.*

1982年7月21日、鹿児島大学で協定書に署名する石神学長と Brosnahan 学長



Ian の家のベランダでの記念撮影 (2001年11月)。左の紳士が Brosnahan 氏, その横の2人は私の娘, 右の2人は Nairn 夫妻 (Jane and Ian)