

# 平成 14 年度「かいれい」単独調査 KR02-16（伊豆小笠原海域）レポート

KR02-16 乗船研究者一同



鳥島沖ドレッジ

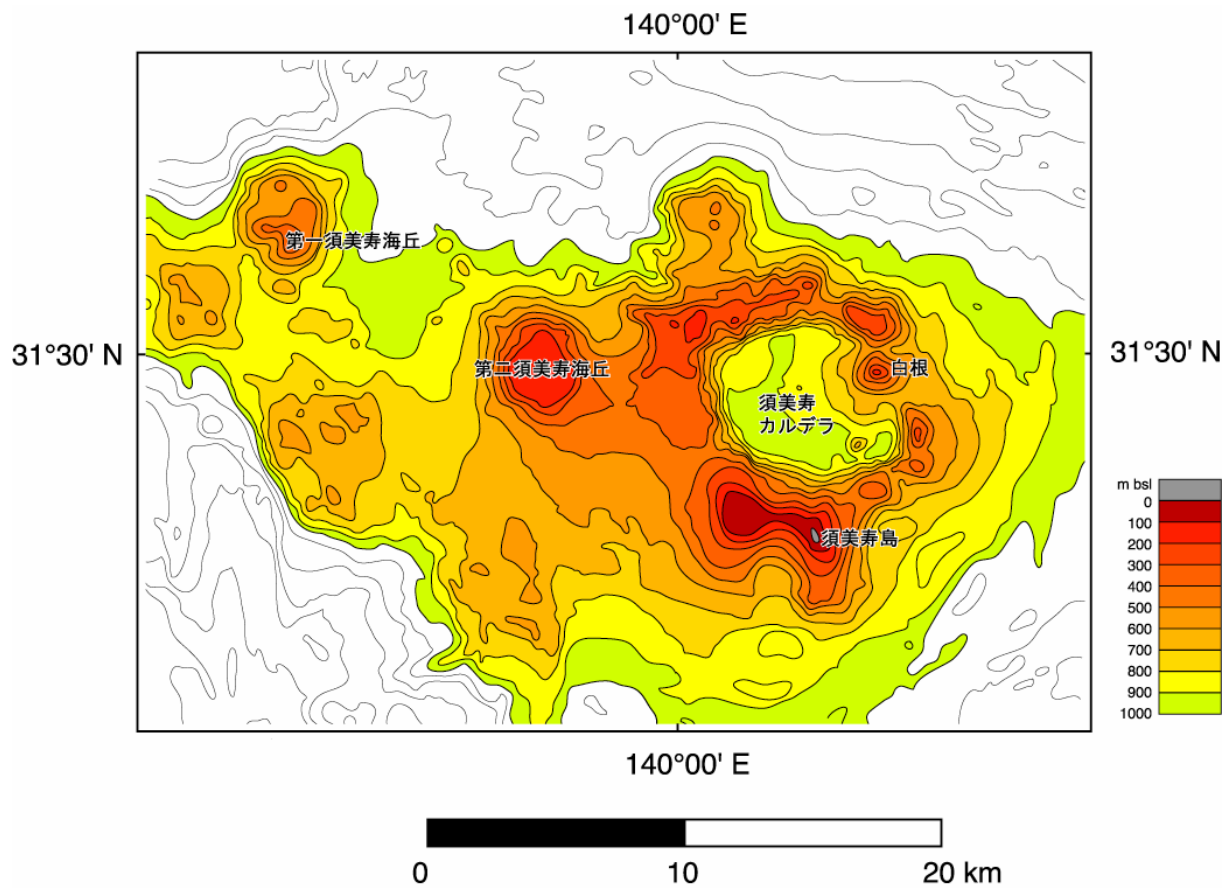


Deep Sea Research Vessel KAIREI, 4,628 tons



鳥島，蒸気をあげる硫黄山

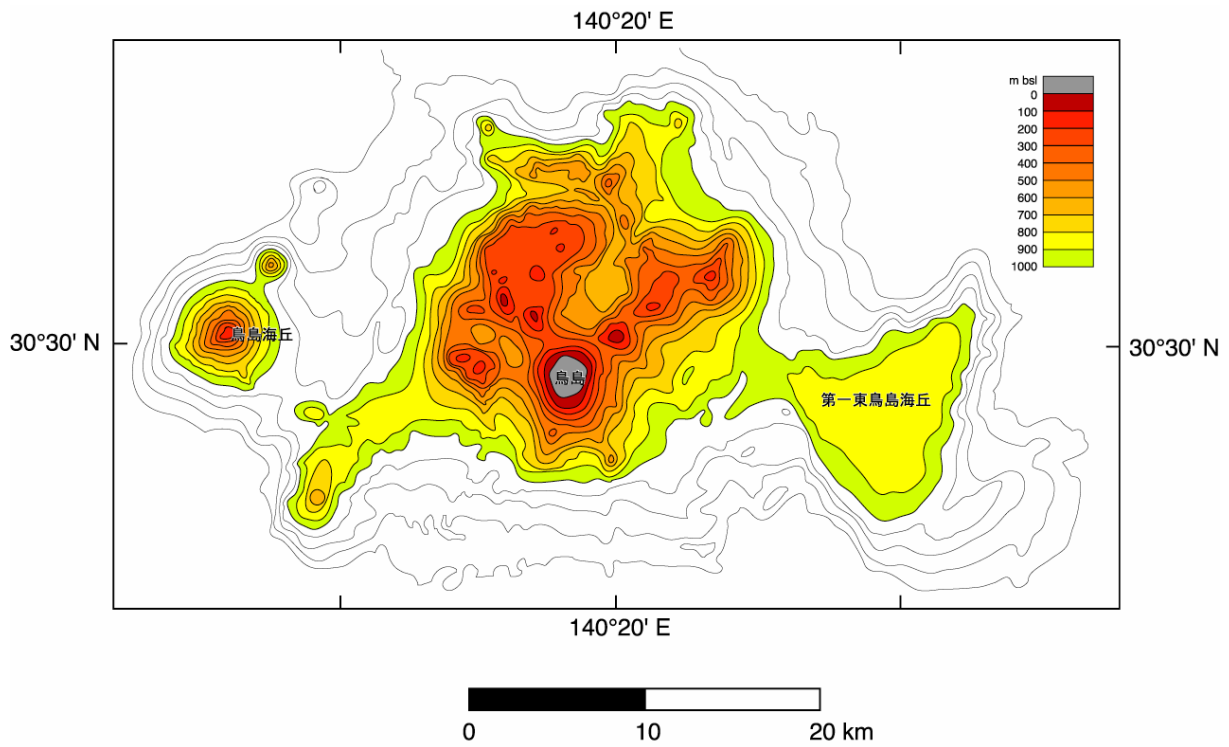




須美寿島周辺地域の地形図。須美寿カルデラの西の第一須美寿海丘，第二須美寿海丘などの高まりは須美寿カルデラとは異なる岩石からなる古い火山体であることが判明した。



スミス島。さきの NT02-10 「なつしま」において調査。多数の玄武岩岩脈よりなる。



鳥島周辺地域の地形図。鳥島を含む鳥島海山は体積  $466\text{km}^3$  の巨大な火山である



北東から見た鳥島。手前のなだらかな山が旭山 (387m)。硫黄山 (394m) がその向こうに見える。



北西方から見た鳥島。中央が硫黄山 (394m)。



左より仲二郎，田村芳彦，入野直子，谷健一郎，宿野浩司，常青

## KR02-16 乗船者リスト

### 乗船研究者

田村 芳彦 (主席研究員)

海洋科学技術センター、固体地球統合フロンティア研究システム

常 青

海洋科学技術センター、固体地球統合フロンティア研究システム，別府勤務

仲 二郎

海洋科学技術センター、固体地球統合フロンティア研究システム

石森 麻澄

マリン・ワーク・ジャパン

宿野 浩司

海洋科学技術センター、固体地球統合フロンティア研究システム

白石 綾

マリン・ワーク・ジャパン

谷 健一郎

海洋科学技術センター、固体地球統合フロンティア研究システム

宗 輝

マリン・ワーク・ジャパン

佐藤 悠助

マリン・ワーク・ジャパン

入野 直子

海洋科学技術センター、固体地球統合フロンティア研究システム

細谷 慎一

日本海洋事業

野 徹雄

日本海洋事業

鈴木 啓吾

日本海洋事業

小泉 透

日本海洋事業

「かいいい」乗組員

湯川 修 (船長)

石渡 正善

前田 勇雄

足立 龍生

田淵 邦治 (機関長)

塚田 実

野口 和徳

間谷 安宏

渡瀬 諭

城戸 洋一郎

竹内 悠介

中村 眞喜男

佐々木 洋

八籐後 浩三

佐藤 勝彦

小田 初男

山本 和弥

藤村 幸人

村尾 勝

阿部 一夫

張本 恒雄

園生 修一

戸田 洸一朗

光森 龍一

福田 好幸

田中 信介

森田 富久

高津 忠幸

## はじめに

平成 14 年度深海調査研究の一般公募に基づいて、「海洋性島弧のカルデラ火山形成過程と安山岩の成因」（研究代表者：田村芳彦）が採択された。この課題について、平成 14 年 12 月 10 日（火）より平成 14 年 12 月 27 日（金）までの 18 日間、伊豆小笠原弧のスミス島および鳥島周辺において、「かいいい」による単独調査が実施された。目的はスミスカルデラおよび鳥島海山の海底噴出物のドレッジによる採取と、エアガンを用いたシングルチャンネル地震波速度探査によって、これら両火山および周辺地域の地質構造を解明することである。

伊豆小笠原弧は典型的な海洋性島弧で、大陸地殻を持たない。しかし近年、この地域の地震波速度構造により、中部地殻に 6.2km/s という低速度層が存在していることが明らかになった (Suyehiro *et al.*, 1996; Takahashi *et al.*, 1998)。この地震波速度は、花こう岩類から構成される大陸の上部地殻に特徴的なものである。このことは沈み込み帯（海洋性島弧）においてまさに大陸地殻がつくられていることを示唆するものである。

一方、伊豆小笠原弧においては玄武岩と流紋岩のバイモーダルな火成活動が卓越している (Fiske *et al.*, 2001; Tamura & Tatsumi, 2002)。大陸地殻を持たない海洋性島弧において、いかに大量の流紋岩マグマをつくるか、ということも近年盛んに議論されている (e.g., Hannah *et al.*, 2002; Tamura & Tatsumi, 2002)。Tamura & Tatsumi (2002)では、伊豆弧の火山岩のレビューから、中部地殻における安山岩の部分溶融が流紋岩マグマを生成すると結論した。しかし、中部地殻にあると結論された安山岩の成因は依然謎として残っている。また、Taylor & Nesbitt (1998)は伊豆大島から鳥島にかけての広範なサンプルの Sr, Nd, Pb 同位体比と微量元素組成を求め、伊豆弧におけるスラブ由来流体のマグマへの寄与を議論している。また、Ishizuka *et al.* (2003)ではこれらの現在のフロント火山と背弧側の古い島弧火山列との相関関係を見だし、伊豆弧における島弧縦断方向のマントルウエッジの不均質性を示唆している。このような火山弧に沿ったマントルの不均質性は、伊豆弧のマントルウエッジにも、東北日本で存在が示されたような‘熱い指’ (Tamura *et al.*, 2001; 2002; Tamura, 2003) が存在する可能性を暗示している。火山の配列を見ても、たとえばスミスカルデラと鳥島の間約 90km 間には第四紀火山は存在せず、マントルウエッジの 3 次元的な構造を示唆している。

これまでの伊豆弧全域に及ぶ岩石学的、地球化学的研究を土台として、提出されている仮説を検証し、更にマグマの成因、特に大陸地殻物質である安山岩の成因、を明らかにしていくためには、特定の火山において徹底的に調査研究を行う必要がある。なぜなら、一つの火山の中でマグマのソースマントルの不均質性が見られるかどうかなどの基礎的な疑問も明らかになっていないからである。また、安山岩が地殻内で部

分溶融を受けているという仮説を検証するためにも、マグマの分化、または‘反分化’と呼ぶべき組成変化を丹念に追う必要がある。さらに、90km の距離を置いて隣りあう二つの巨大火山の比較研究は、マンツルの熱い指との関連においても興味深い。隣り合うマンツルの熱い指が、隣り合う島弧火山のマグマの成因に密接に関係している可能性があるからである。

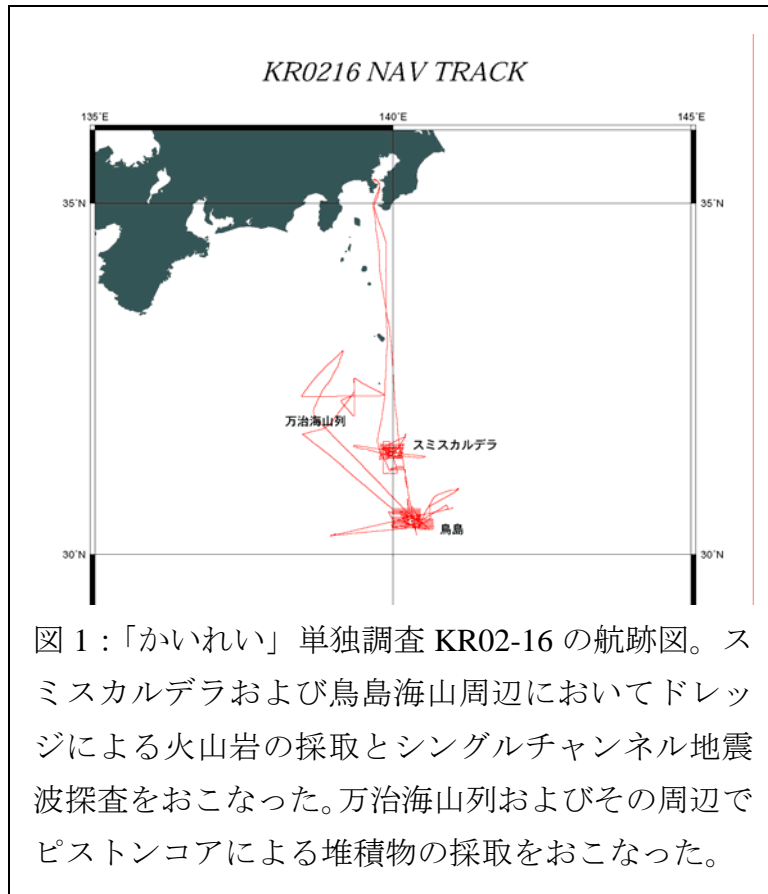


図1:「かいいい」単独調査 KR02-16 の航跡図。スミスカルデラおよび鳥島海山周辺においてドレッジによる火山岩の採取とシングルチャンネル地震波探査をおこなった。万治海山列およびその周辺でピストンコアによる堆積物の採取をおこなった。

本航海では、伊豆小笠原弧の代表的な火山であるスミスカルデラと鳥島火山にターゲットを絞り、ドレッジによるサンプル採取をおこなった。スミスカルデラは、伊豆弧のバイモダル火山の代表的なものであり、また長径7km x 9kmの、箱根火山に次ぐ、巨大なカルデラ地形をもつ。鳥島は直径～2.5キロのほぼ円形の小さい島であるが、海底には多数の高まりやカルデラが見られる。鳥島火山は海面下も含めると総体積466km<sup>3</sup>に達し、伊豆小笠原弧では三宅島に次ぐ巨大な火山である。また、

鳥島には玄武岩から流紋岩にいたる幅広い組成を持つ溶岩が報告されている。しかし、鳥島カルデラの試料に関する研究はほとんどない。

シービームによる地形調査やシングルチャンネルによる地震波速度探査により地質構造の解明を目指した。図1に航跡を示す。先の平成14年9月20日～10月11日の「なつしま」NT02-10航海により、スミスカルデラではドルフィン3K、しんかい2000およびスミス島上陸により多量の岩石が採取され、海底カルデラの直接観察がなされている。今回のドレッジと合わせ、スミスカルデラの全体像とマグマの成因を明らかにしたい。鳥島火山については今回のドレッジと平成15年に予定されている鳥島上陸調査を合わせて鳥島火山の全貌を明らかにする予定である。火山フロントの火山からはなれて、将来のIODPに向けての準備もかねて、背弧側にある万治海山列周辺のシングルチャンネルによる調査をおこなった。

## シングルチャンネル反射法探査 (SCS) について

反射法探査は、海底下の構造を調査する上で重要な調査である。反射法の探査方法は、震源と単一チャンネルの受信ケーブルを曳航しながら観測を行うシングルチャンネル反射法探査（SCS）と震源と多チャンネルの受信ケーブルを曳航しながら観測を行うマルチチャンネル反射法探査(MCS)がある。SCSはMCSと比較するとシステムが小規模であるため、調査効率が良く、コストも押さえられ、データ処理に要する時間も短い。しかし、SCSはシングルチャンネルのためS/Nが低く、深海域下や海底下深部の構造探査は難しく、多重反射が取り除けないため、質の高いデータは得られない。

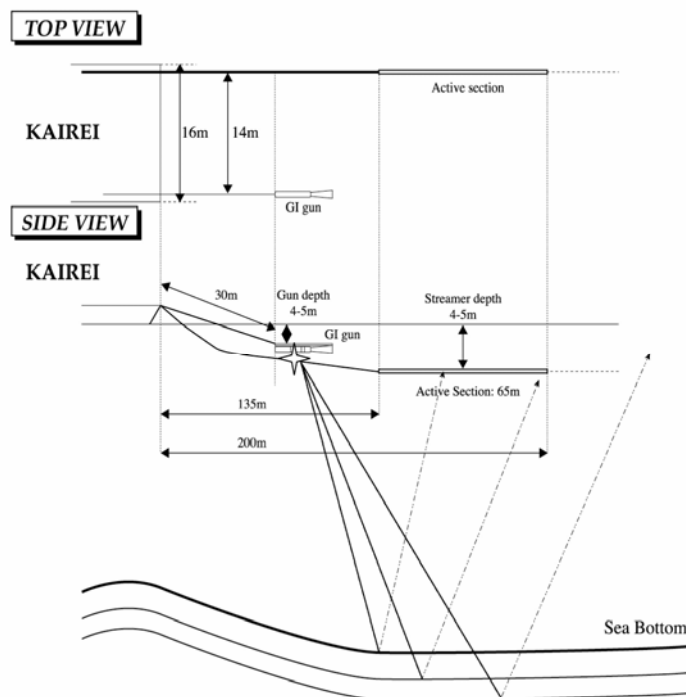


図2 SCSシステム構成図

今回、「かいいい」に搭載されたSCSのシステム概要及び構成は図2, 3のとおりである。震源はSSI社製のGIガン(350cu in)を用いている。GIガンは、タイムディレイにより、1発目（G：ジェネレーター側 245cu in）の発音バブルの膨張収縮から起こる振動を2発目（I：インジェクター側 105cu in）のバブルにより打ち消し、すっきりしたパルスにすることにより音源の単一性を高めている。今調査では、タイムディレイを35.0-40.0msecに設定した。GI-GUNの発振圧力は2000psi(13.7

Mpa)で本船装備のコンプレッサーを使用した。GIガンは、A-フレームを用いて本船中央から曳航した。GI-GUNの曳航深度を一定に保つため風船ブイを取り付けた。のちに、ストリーマーと距離が短いことがわかったため、左舷甲板から曳航した。左舷から曳航したときの投入/揚収用ワイヤーは左舷端艇甲板ホーサードラムに巻きつけた。

ストリーマーケーブルはS.I.G社製で全長300m（アクティブセクション65m, リードインケーブル235m）、ハイドロフォンを48個使用したものである。曳航中の水深は4-6m（対水速度約6knt）で、MCSで使用しているバードのような深度調整機器は装備していないが、リードイン部分にケーブルを浮き沈みする空気抜き栓がついているため、水深を5m付近にすることが出来た。調査がないときはケーブルを右舷端艇甲板ホーサードラムに巻きつけた。調査時は、ケーブルを全て繰り出し、コネクタはドライラボへ引き込み、ハイドロフォンは端艇甲板トモから曳航した。



なお、アナログ受信した信号をA/D変換し、デジタル収録(SEG-Y)した。船上処理は、PRO-MAX及びSPW (PARALLEL GEOSCIENCES, Inc. U.S.A.)を使用した。

今回行ったシングルチャンネル反射法探査の測線図を図4に示す。

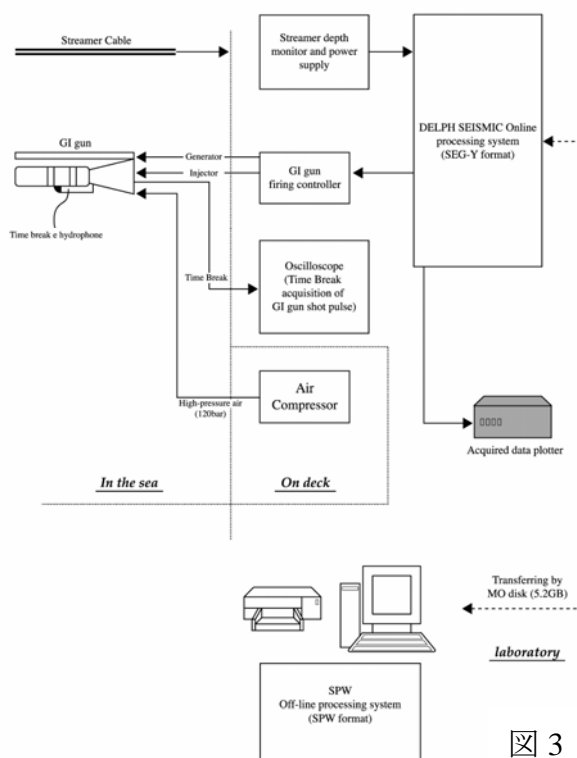


図3 SCS

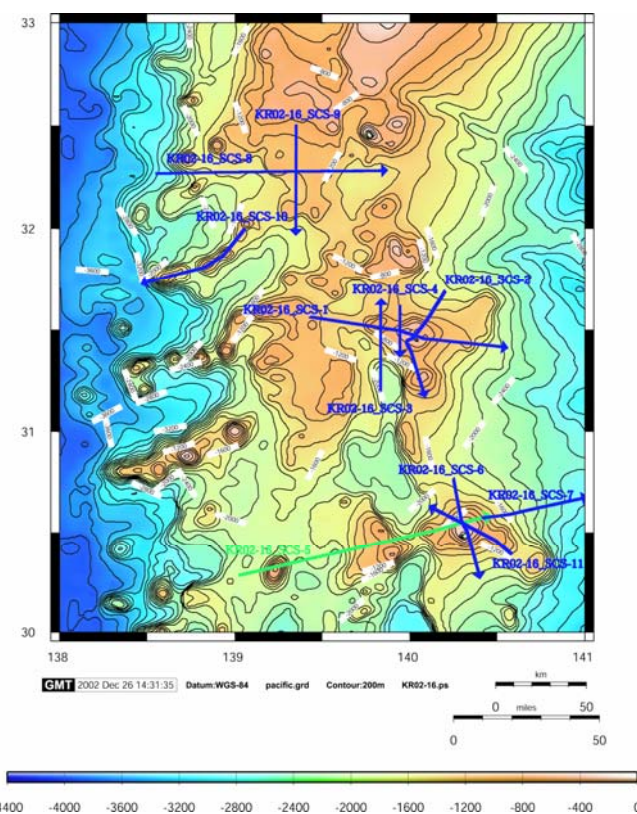


図4 シングルチャンネル反射法探査の測線。

## 須美寿カルデラとその周辺海域の海底地形

須美寿カルデラ周辺海域で行った Sea Beam ソナー調査では、カルデラとカルデラ西方海域の詳細な海底地形図・サイドスキャン図を作成した。調査海域は複数の火山体から構成されており、カルデラ西方には第1須美寿海丘・第2須美寿海丘などの半径2-3kmの比較的大規模な海丘をはじめとして、半径1km未満の地形的高まりが多数分布している。

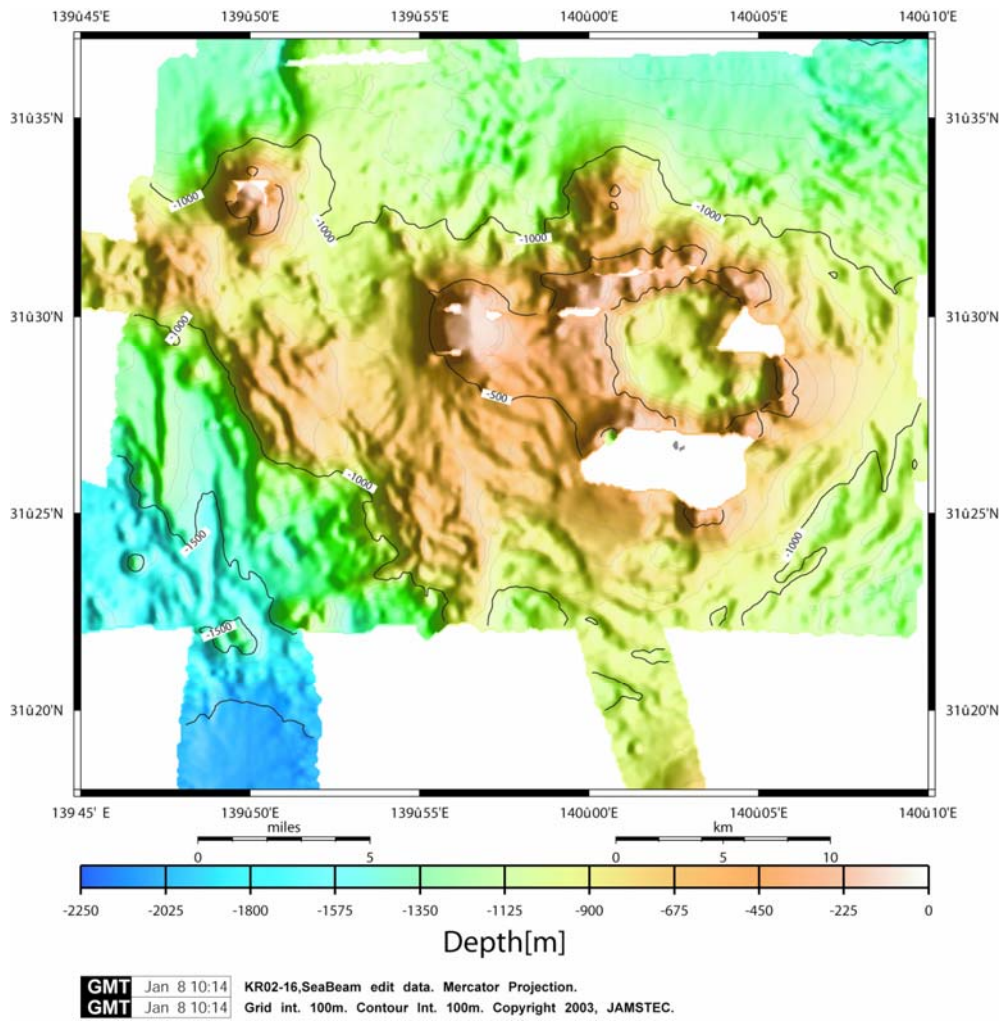


図5 須美寿カルデラと周辺海域の海底地形図

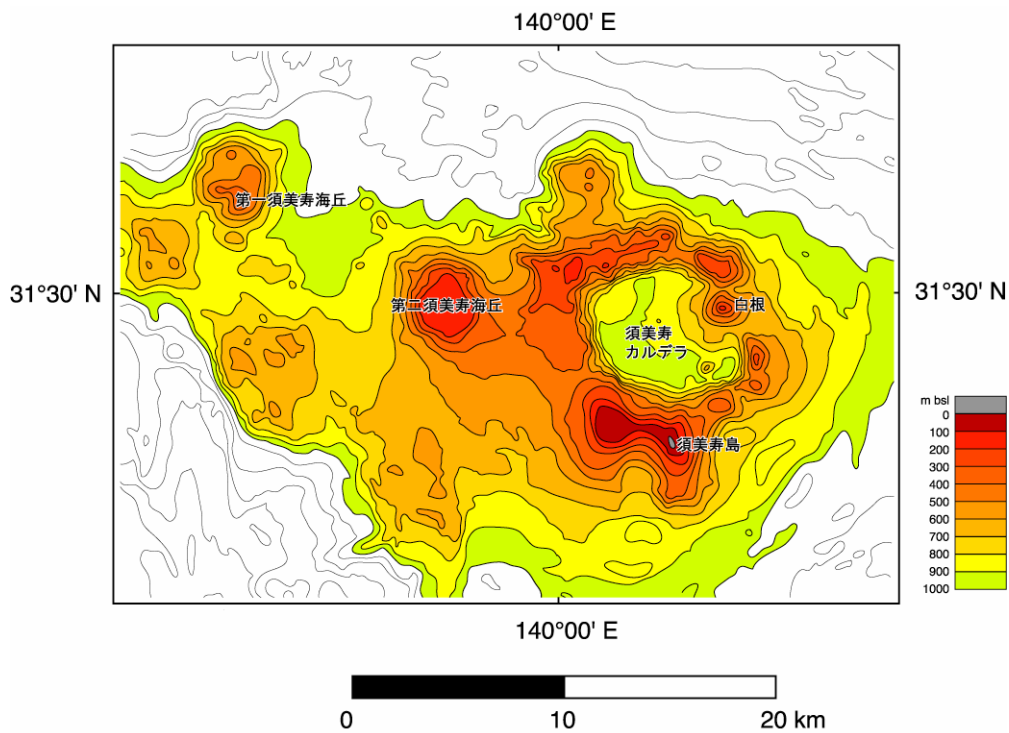


図6 須美寿カルデラとその周辺地域の簡略化した地形図

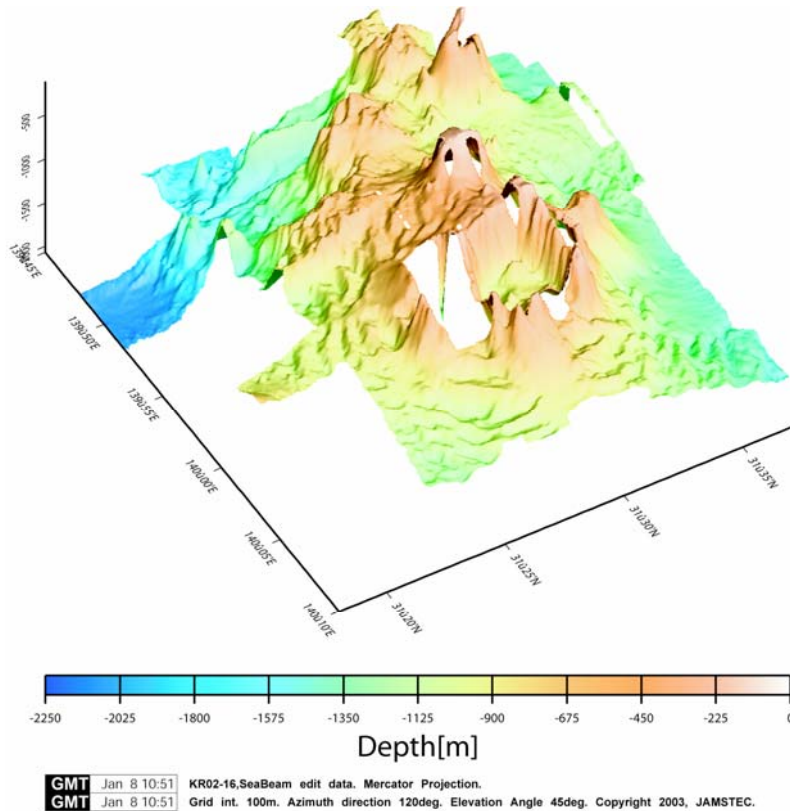


図7 須美寿カルデラ三次元地形図。調査地域に水深の浅い白根，須美寿島周辺，第一須美寿海丘山頂などがはいていないため，それらの部分は表現されていない。

三次元地形図で明らかのように、カルデラ外側下部斜面にはカルデラに平行した走向に複数の畝状地形が並んでいる。この構造はカルデラ北方斜面以外の方角に認められ、カルデラ西方の第二須美寿海丘の下部斜面にも存在している。後述のシングル・チャンネル音波探査によってこの畝状地形内には層状構造が認められ、その下部の地層は畝によって乱されていないことが明らかになった。これらのことより、この地形はカルデラ形成後に外側斜面の表層堆積物が大規模地滑りを起こして形成されたと考えられる。

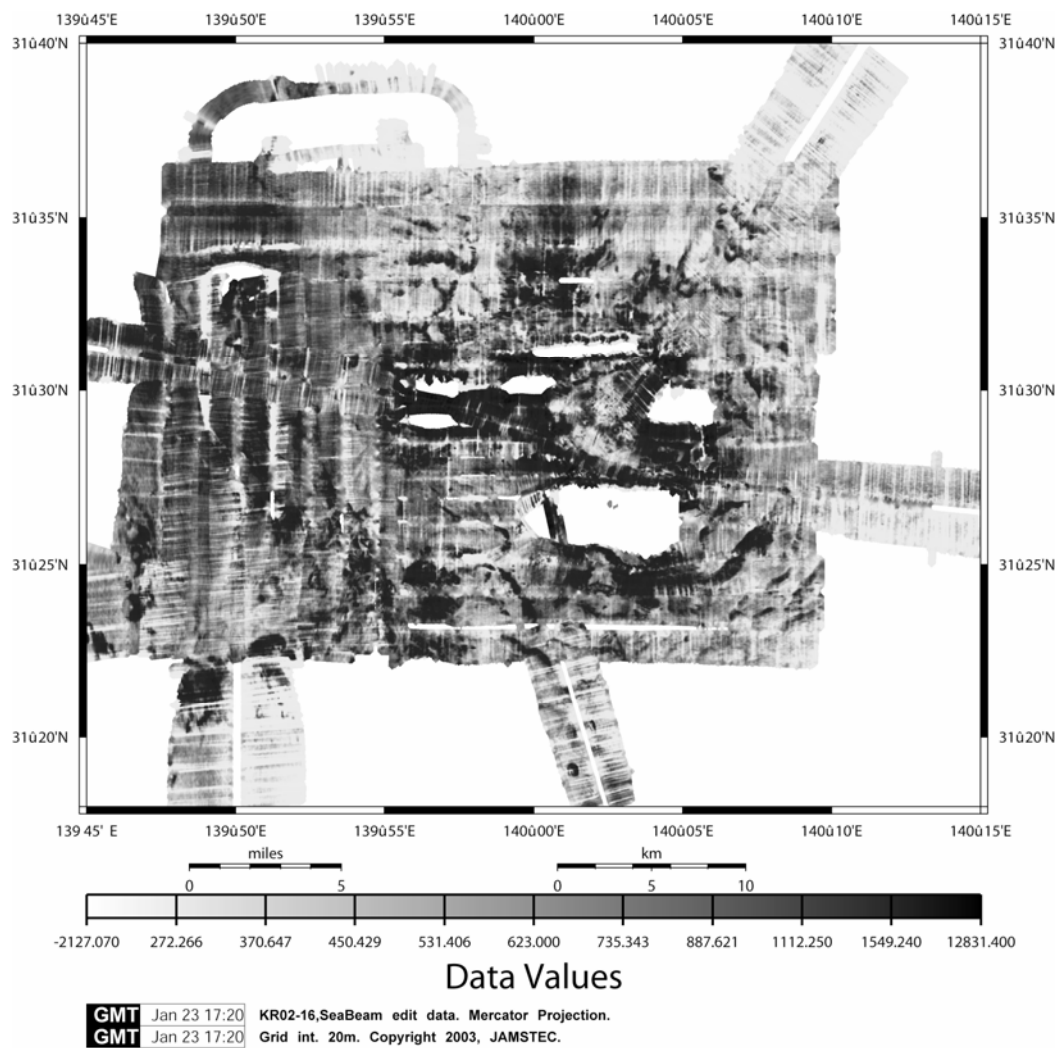


図 8 須美寿カルデラとその周辺海域のサイドスキャン図：色の濃い部分は強い後方散乱強度をしめす（硬い、粗いおよび音が地形に対して垂直近くにあたった場合）。

## 須美寿島周辺のシングルチャンネル反射法探査

須美寿カルデラとその周辺の海丘を横断する測線で4回のシングルチャンネル反射法探査を行った。SCS-1：第1須美寿海丘南側斜面・第2須美寿海丘・須美寿カルデラを横断する東西方向約100kmの断面図、SCS-2:カルデラ北東から探査を開始し、須美寿カルデラ中心部で東南東に転向して第3須美寿海丘を横断する水平距離約70kmの断面図、SCS-3：第1須美寿海丘を南北方向に横断する水平距離約50kmの断面図、SCS-4：第2須美寿海丘を南北方向に横断する水平距離約30kmの断面図。

音波探査の結果から、須美寿カルデラの堆積物は第2須美寿海丘・第3須美寿海丘の裾野を覆っており、須美寿カルデラ形成期前にこれらの海丘が既に形成されていたことを示している。微化石を用いた検討等により須美寿カルデラ形成は後期更新世と考えられており（岩淵, 1999）、これらの海丘が形成された火山活動はそれ以前であることが明らかになった。また須美寿カルデラ東側斜面はカルデラ中心方向に向かって層厚が増す堆積物によって埋められており、最上部には前述の地滑り堆積物起源と考えられる畝状の構造が並んでいるのが認められる。

須美寿カルデラ内を東西・南北に横断する断面図（SCS-1, 2）より、カルデラ底が南西に傾斜し、カルデラ内堆積物も南西に向かって厚くなっていることが明らかになった。これはカルデラ陥没が非対称に起こったことを示唆していると考えられる。

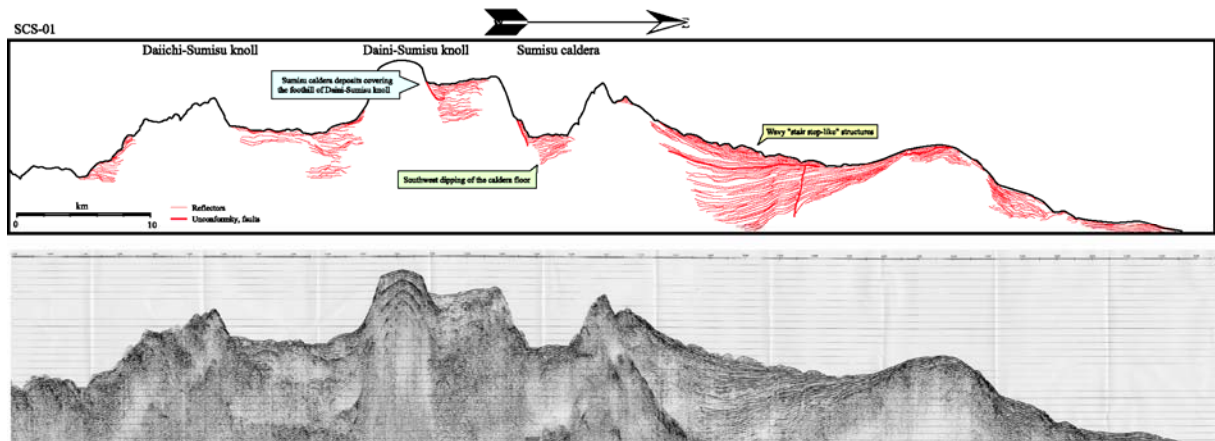


図9 SCS-1：第1須美寿海丘南側斜面・第2須美寿海丘・須美寿カルデラを横断する東西方向約100kmの断面図。第2須美寿海丘は須美寿カルデラの後期の軽石堆積物によって覆われている。ドレッジによると、第一須美寿海丘と第二須美寿海丘は同じ軽石で形成されているが、第二須美寿海丘を覆っている須美寿カルデラの軽石は色、組成、鉱物組み合わせが異なる。また東の高まりは基盤であるとおもわれるが、須美寿カルデラに向かって基盤が深くなっていること、またスミスカルデラの堆積物中にも正断層が見られることから、伊豆弧の火山フロントは東西方向の伸長場であることが推察される。東北日本弧とは対照的である。

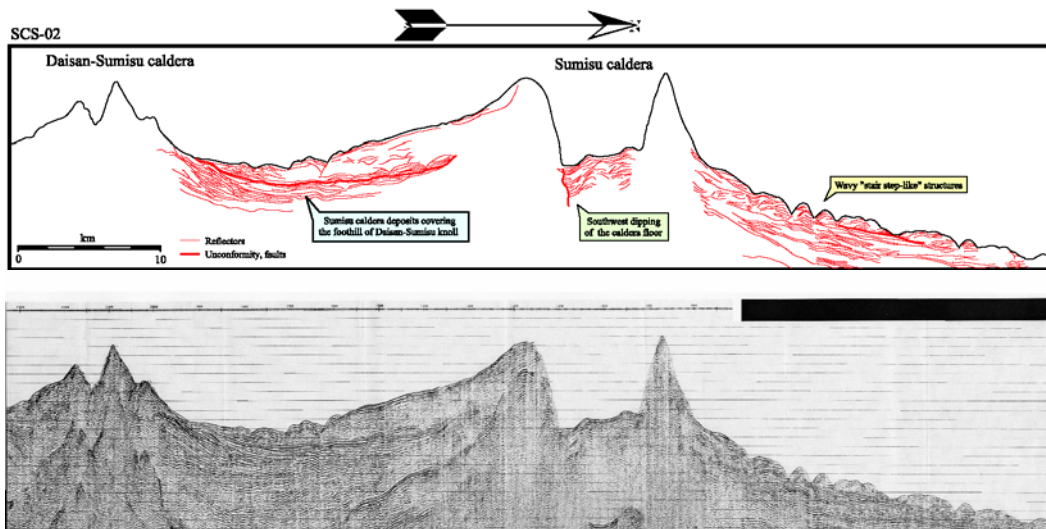


図 10 SCS-2：カルデラ北東から探査を開始し、須美寿カルデラ中心部で南南東に転向して第3須美寿海丘を縦断する水平距離約70kmの断面図。須美寿カルデラの軽石堆積物や地滑り堆積物が南須美寿カルデラを覆っていることがわかる。また、興味深いことに、現在海面で見られるような凸凹が海底下の須美寿カルデラ堆積物の下にも観察される。南須美寿カルデラ由来と思われる地滑り堆積物が、須美寿カルデラの堆積物の下にあることが推察される。

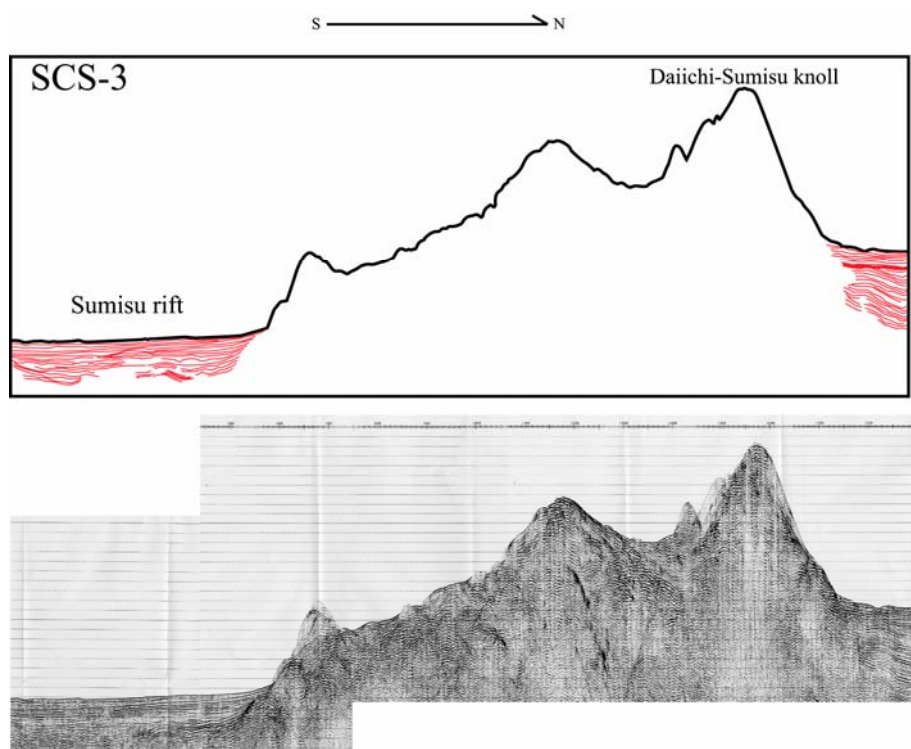


図 11 SCS-3

第一須美寿海丘を南北に横断する約50kmの測線。第一須美寿海丘南方はスミスリフトの厚い堆積物に覆われているが、海丘自体にはほとんど堆積構造は認められない。北方斜面は第一須美寿海丘起源と考えられる堆積物で覆われている。この堆積物上部はほぼ水平の層状構造をなし、不整合面を挟んで下部層は北に傾斜した構造になって

いる。

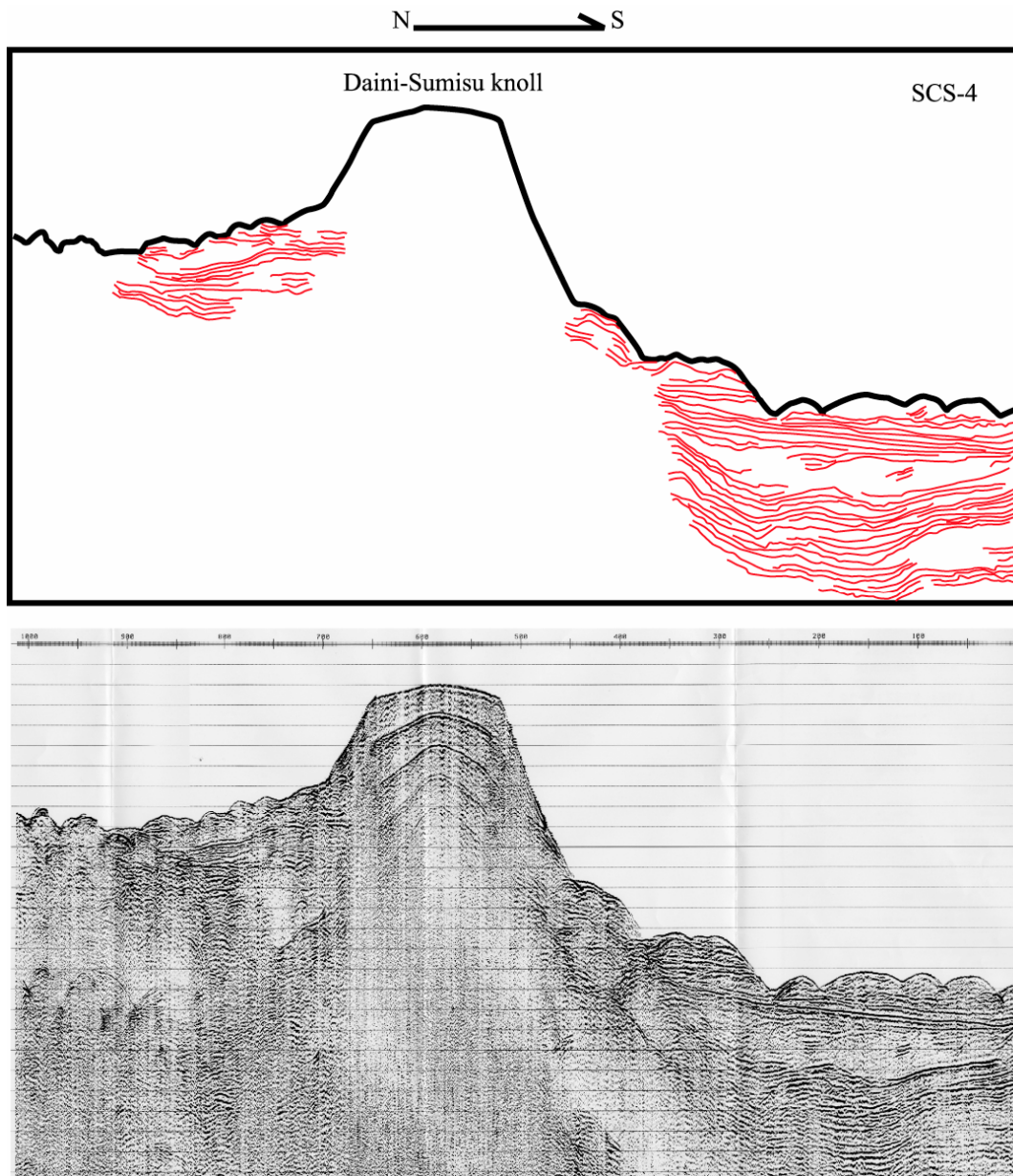


図 12 SCS-4

第二須美寿海丘を南北に横断する約 30km の測線。第二須美寿海丘北方・南方斜面共に、地滑り起源と考えられる畝状構造が多数分布している。畝の下の層状構造は畝によって乱されておらず、地滑りが堆積物表層で起こったことを示唆している。海丘頂部は平坦になっており、あまり明瞭ではないが、海丘の外形にほぼ平行な層状構造が認められる。

### 鳥島周辺海域の海底地形

鳥島周辺海域において、シービームによる海底地形調査を北緯 30 度 20 分、から 30 度 40 分、東経 140 度から 140 度 40 分の海域で実施した。その海底地形図を

図 9, 10 にまた同時に得られたサイドスキャン図を図 11 に示す。また、その海域を含む西南西から東北東 (SCS57)、北北西から南南東 (SCS11)、北西から南東(SCS8) の 3 本の測線でシングルチャンネル反射法探査を行った。

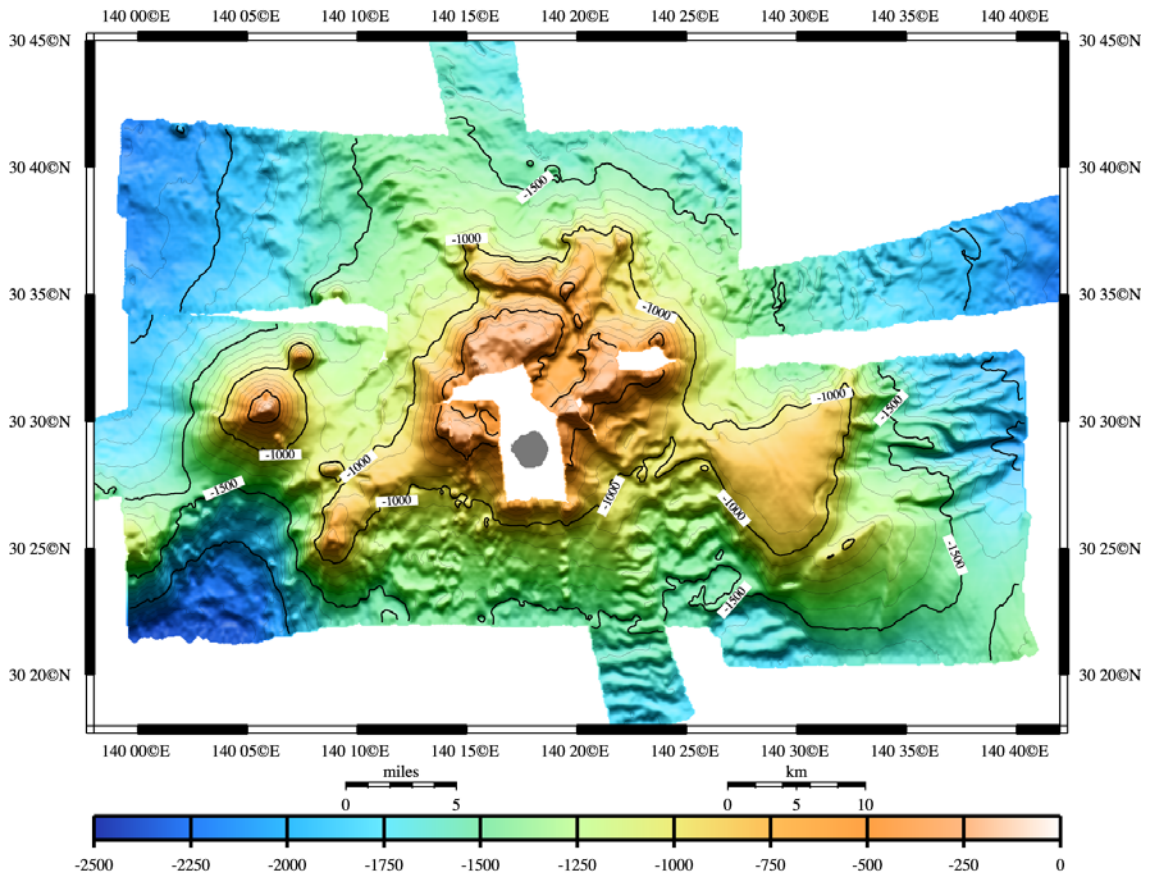


図 13 鳥島周辺のシーブーム地形図

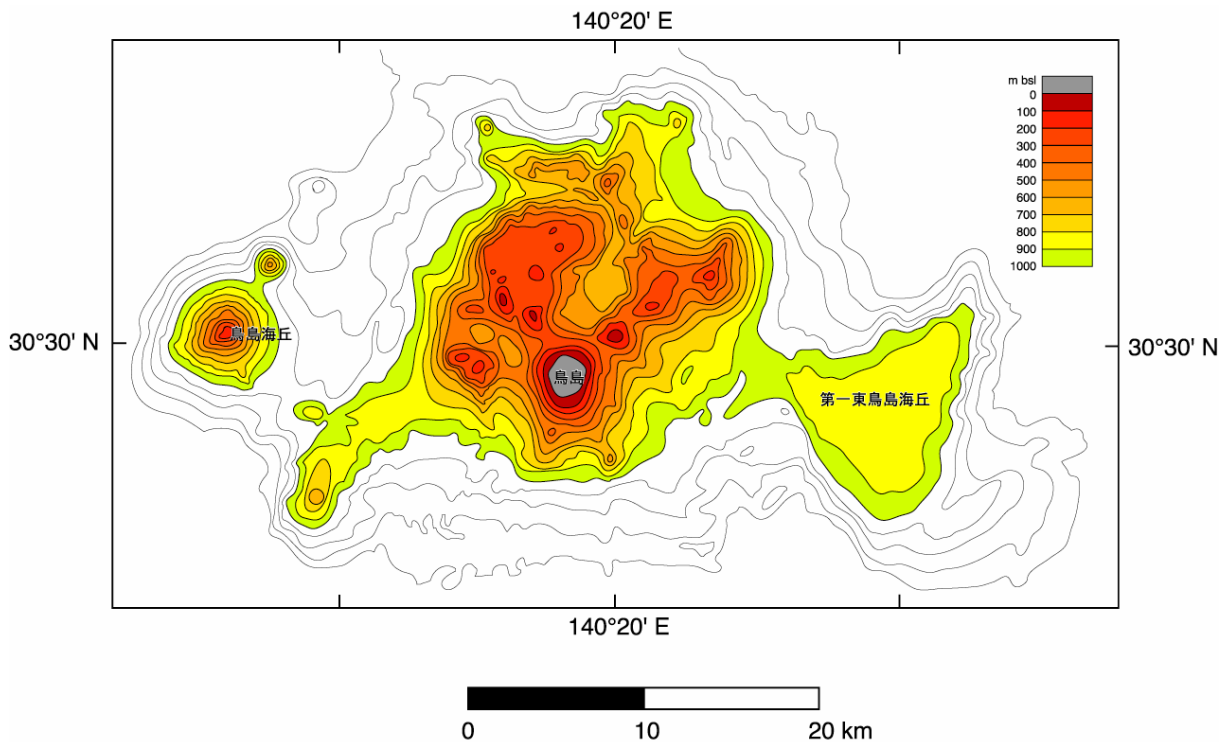




図 14 鳥島周辺の簡略化した地形図

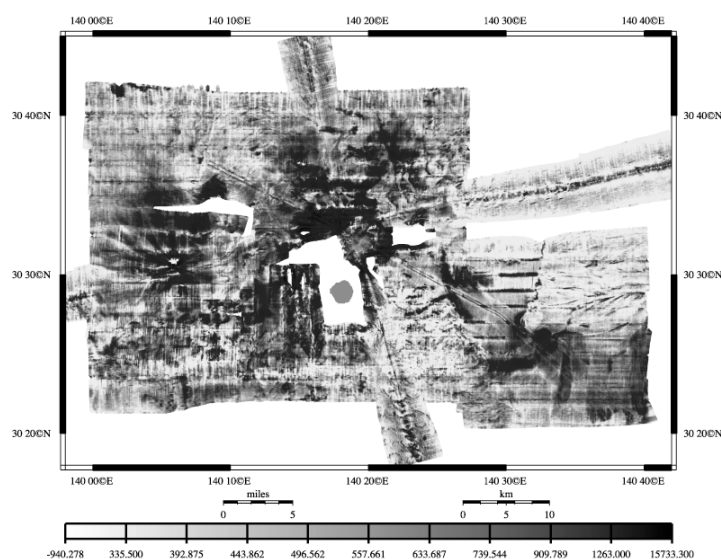


図 15 鳥島周辺のシービームによるサイドスキャン図。色の濃い部分は強い後方散乱強度をしめす（硬い、粗いおよび音が地形に対して垂直近くにあたった場合）。

鳥島は2002年8月に小規模に噴火した。今回のシービームおよび海上保安庁（1996）による調査から鳥島海山は直径約8kmのカルデラを有し、鳥島はそのカルデラ縁の南に位置している。

約5kmの不規則な中央火口丘とカルデラの西縁の境界が不明瞭で、スミスカルデラ等の他の伊豆小笠原弧の海底カルデラに比べカルデラ地形は明瞭ではない。また平坦なカルデラ底は南東部にのみ認められる。シングルチャンネル音波探査からその平坦なカルデラ底は比較的軟弱と思われる成層した堆積物が覆っている。

サイドスキャン図からは中央火口丘とカルデラ内壁と縁は一般に粗粒な堆積物か固結した岩石の露頭からなるものと思われ、玄武岩やスコリア質の岩片がドレッジされた。上部カルデラ外側斜面は一般に粗粒な堆積物か固結した岩石の露頭からなるものと思われる。下部斜面では比較的平坦で、傾斜もより緩やかで比較的細粒な堆積物で覆われている。また、波状にうねった地形が所々にあり、これらはカルデラ縁に由来する地回りと思われる。

鳥島海山カルデラの周辺には地形的高まりが存在する。サイドスキャンの結果では円錐形のものも普通粗粒な堆積物か固結した岩石の露頭からなるものと思われ（鳥島海丘など）、その内の幾つかからスコリア質の岩片がドレッジされた。一方、カルデラの南東にある、逆三角形で平坦な頂部を持つ、第1東鳥島海丘の表層はシングルチャンネル音波探査結果等からみて、制成層した比較的細粒の堆積物で覆われている。

海上保安庁（1996）沿岸海の基本図（5万分の1）、海底地形地質調査報告書。

## 鳥島周辺のシングルチャンネル反射法探査

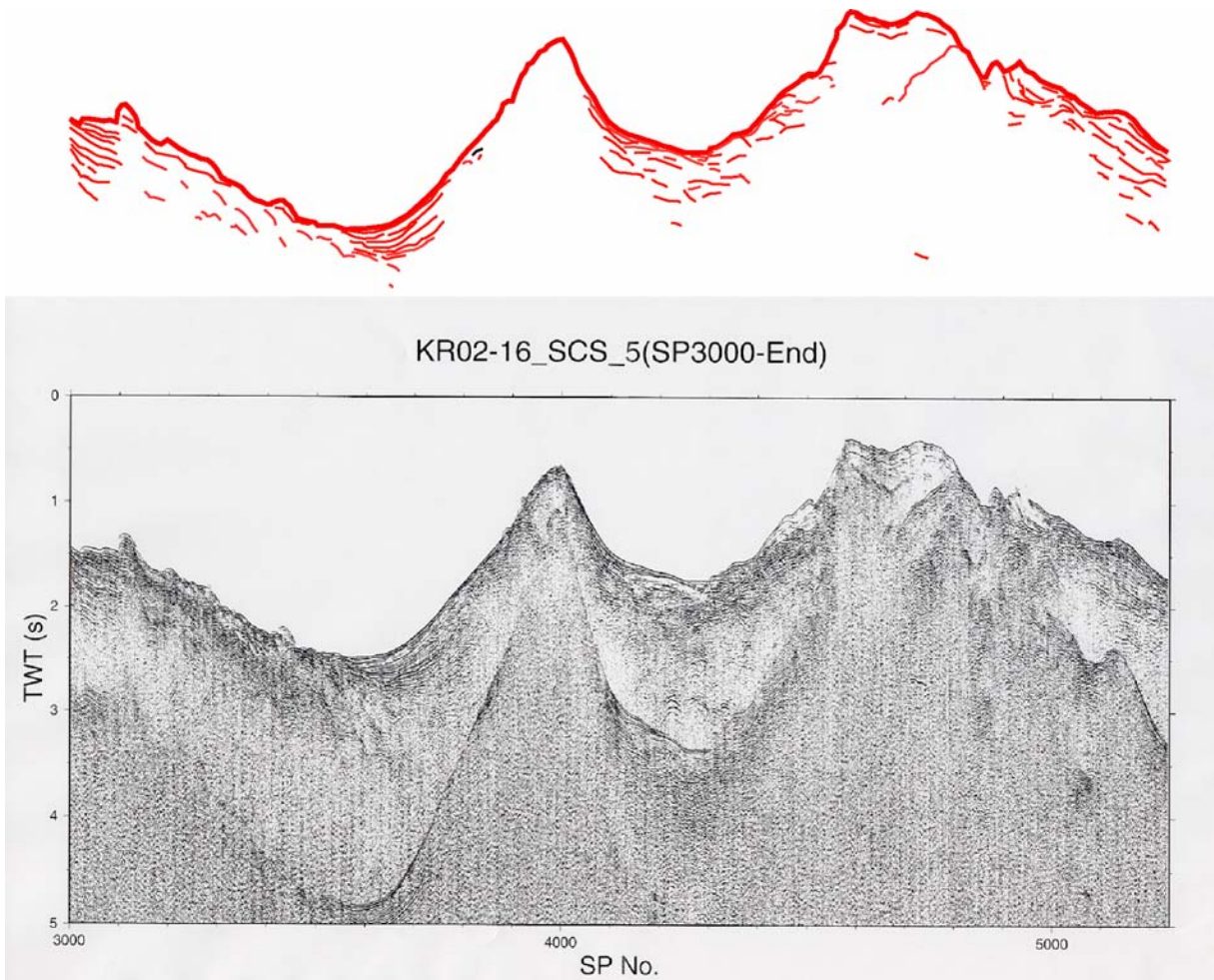


図 16.

鳥島海丘と鳥島カルデラの北側を切った東西測線。鳥島海丘と鳥島火山との前後関係は不明。鳥島北部の高まりの下に強い反射面が見える。後の測線でも同様な反射面が見られ、可能性の一つとしてカルデラ形成後の貫入岩がみえているのかもしれない。

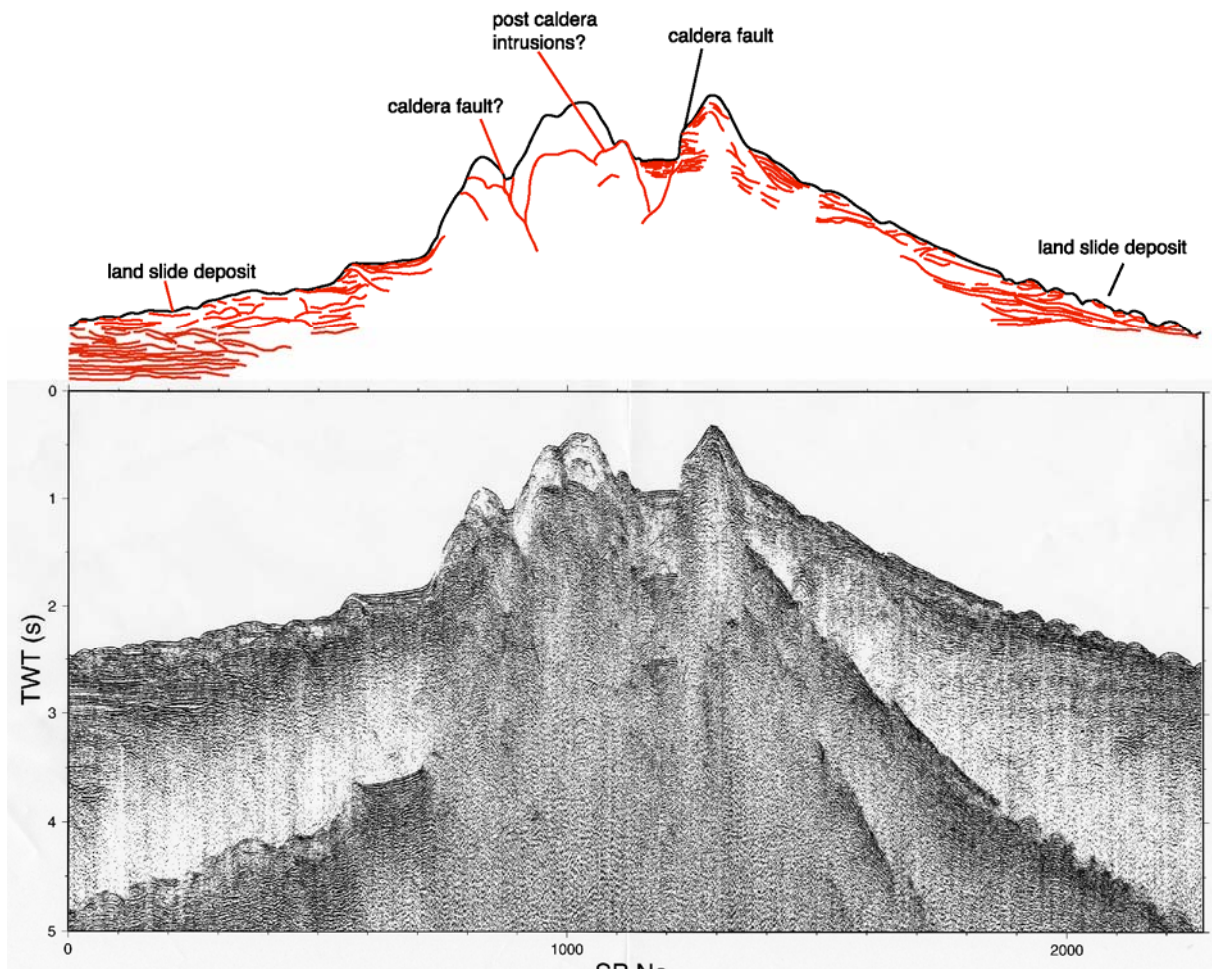


図 17. SCS-6

鳥島カルデラをほぼ南北に切った測線。南側（図の右）のカルデラ断層が明瞭だが、北側のカルデラ壁ははっきりしない。前図のように、中央部にカルデラ形成後の貫入岩が見えているとすると、カルデラのサイズは須美寿カルデラと同じような規模になる。北部と南部には地滑り堆積物が海底面を被っている。

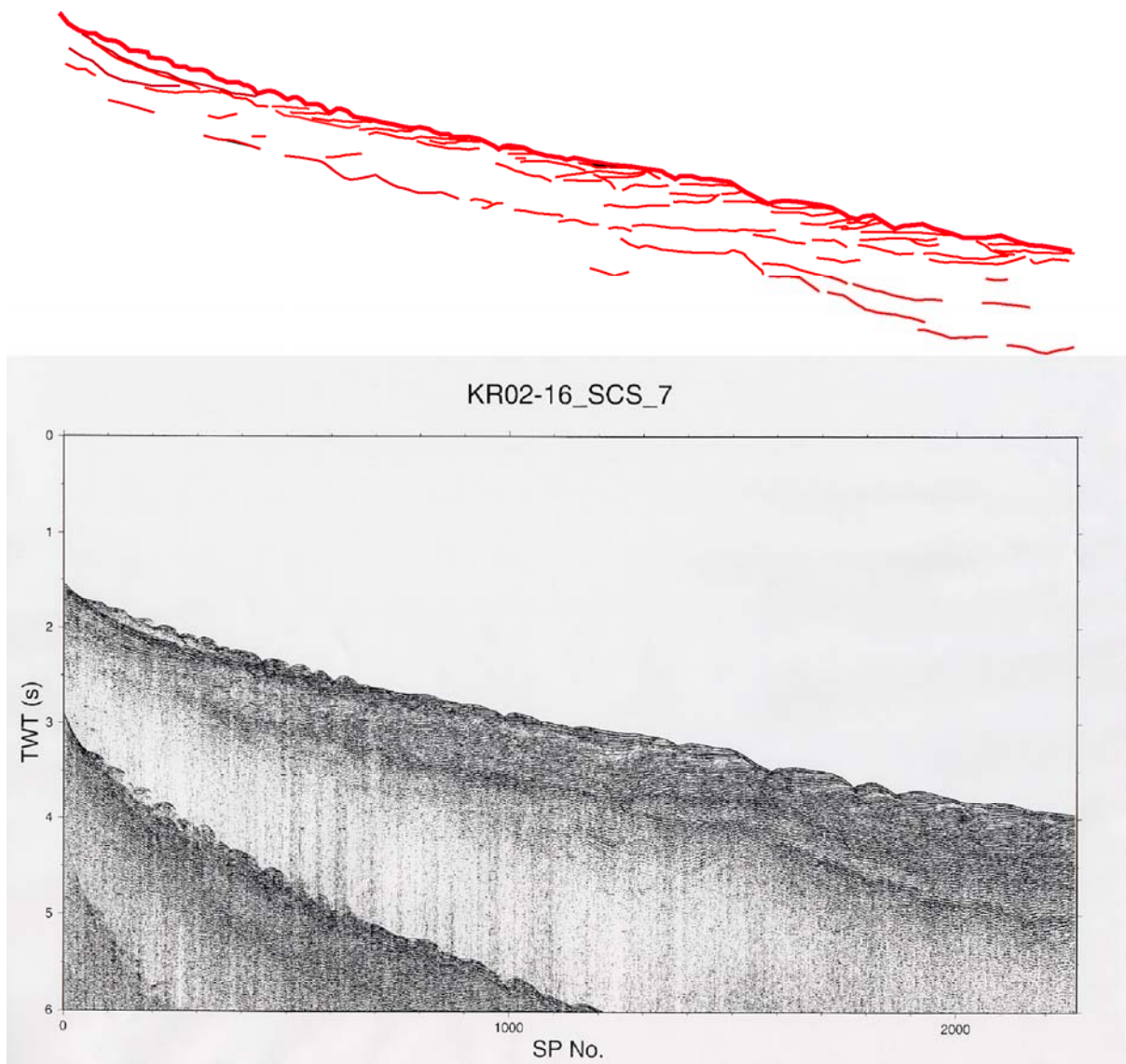


図 18.  
鳥島東部の海底面。地滑り堆積物が顕著にみられる。

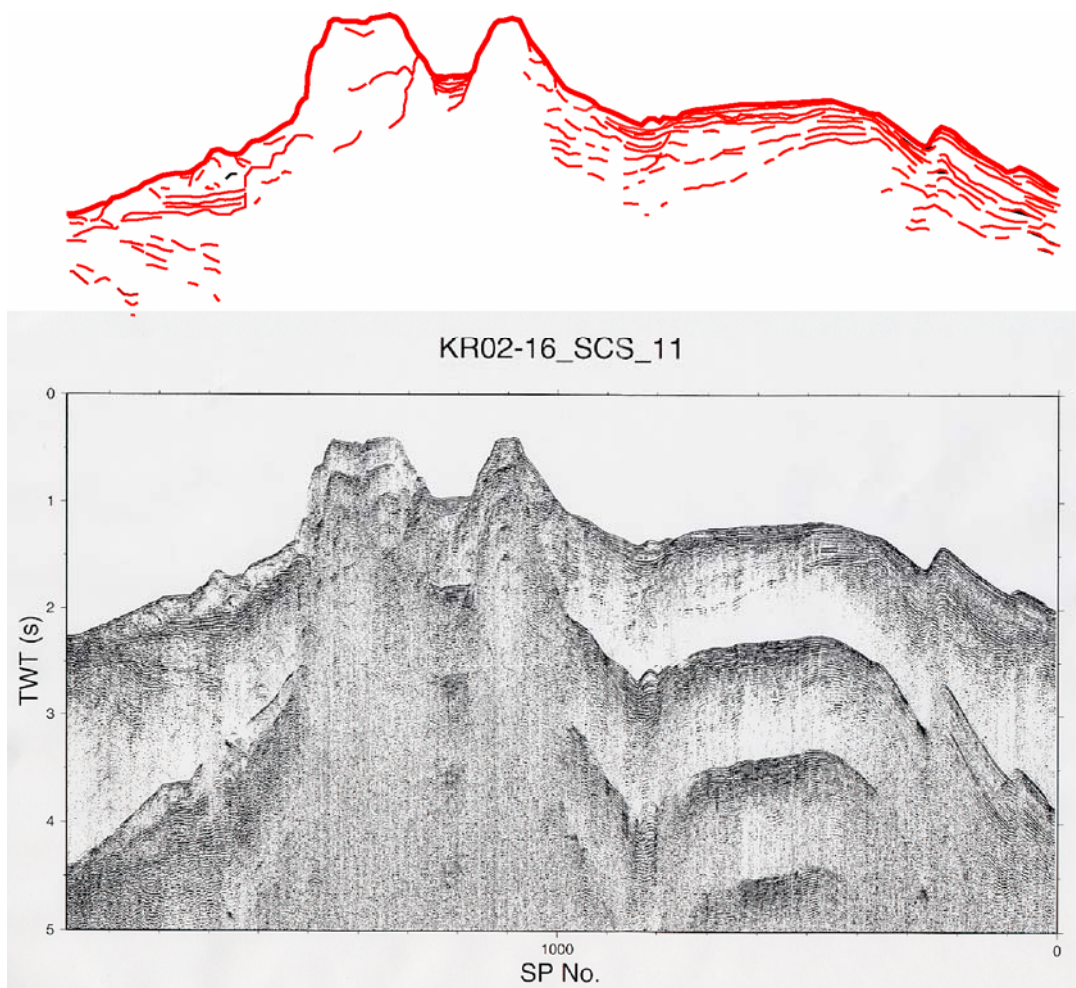


図 19. 第一東鳥島海丘から鳥島カルデラを南東（右）から北西（左）に切った測線。第一東鳥島海丘と鳥島カルデラの間に正断層がみられる。また鳥島カルデラの南東側のカルデラ壁と断層は明瞭である。

## ドレッジ

### スミス島周辺海域 (図 20)

スミス島周辺において 8 回のドレッジ (D1~D8) をおこなった。D1~D3 および D5, D8 においてスミスカルデラの噴出物を採取した。D4, D6, および D7 はそれぞれ第 2 スミス海丘, 第一スミス海丘, および近辺の地形の高まりである。スミスカルデラ西方のこれら 3 点ではほぼ同じ組成の軽石が採取され, それらはスミスカルデラのものとは明瞭に異なることが判明した。また, シングルチャンネルによる地震波探査では, スミスカルデラの噴出物が第 2 スミス海丘にアバットしており, スミスカルデラの噴出物がより新しいことが明らかとなった。よってスミス島周辺では二つの火山がある。火山フロントのスミスカルデラとそのすぐ西方の古い火山体である。

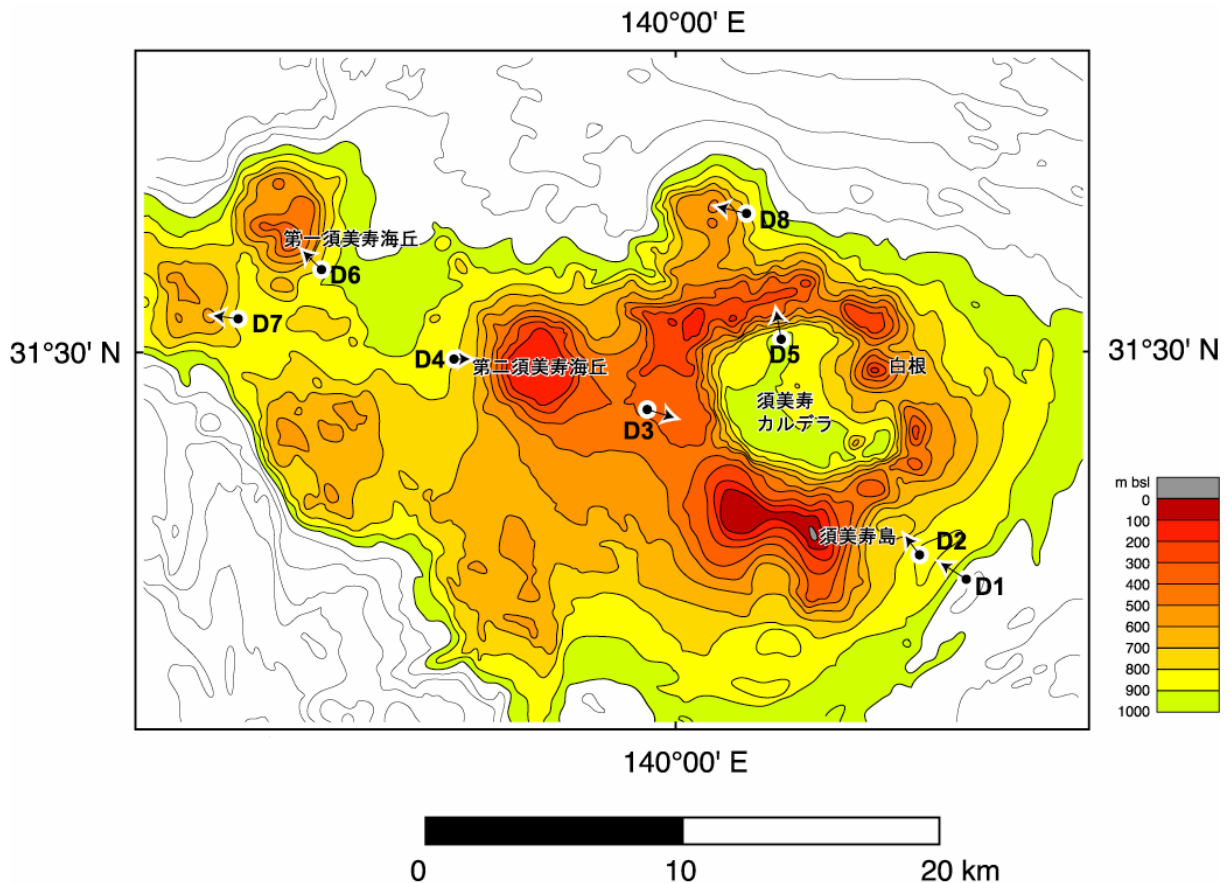


図 20 : スミス島周辺海域におけるドレッジ。スミス島の北側に 7 x 9km の長径を持つスミスカルデラがある。スミスカルデラの西側の高まり (D4 の東) は第二スミス海丘である。D6 の高まりは第一スミス海丘。

### 鳥島周辺 (図 21)

鳥島周辺においては D9~D21 の 13 回のドレッジをおこなった。このうち D14 は鳥島海丘で, スミスカルデラとスミスの西側の古い火山体との関係のように, 鳥島海山と

は異なる火山体の可能性がある。D20 はなだらかな地形を呈している第一東鳥島海丘である。基盤が露出しているかと思われたが、鳥島起源の碎屑物に覆われているようである。鳥島海山のドレッジからは、軽石、スコリア、溶岩片と多様な岩石が採取された。一部の流山をのぞいて、それぞれの高まりはスコリアコーンや軽石丘などの単一な岩相でできていると考えられる。現在の鳥島カルデラはスミスカルデラに比較して規模が小さい。本航海により、西側のかつてのカルデラ底が後のマグマによって底上げされている可能性が示唆された。

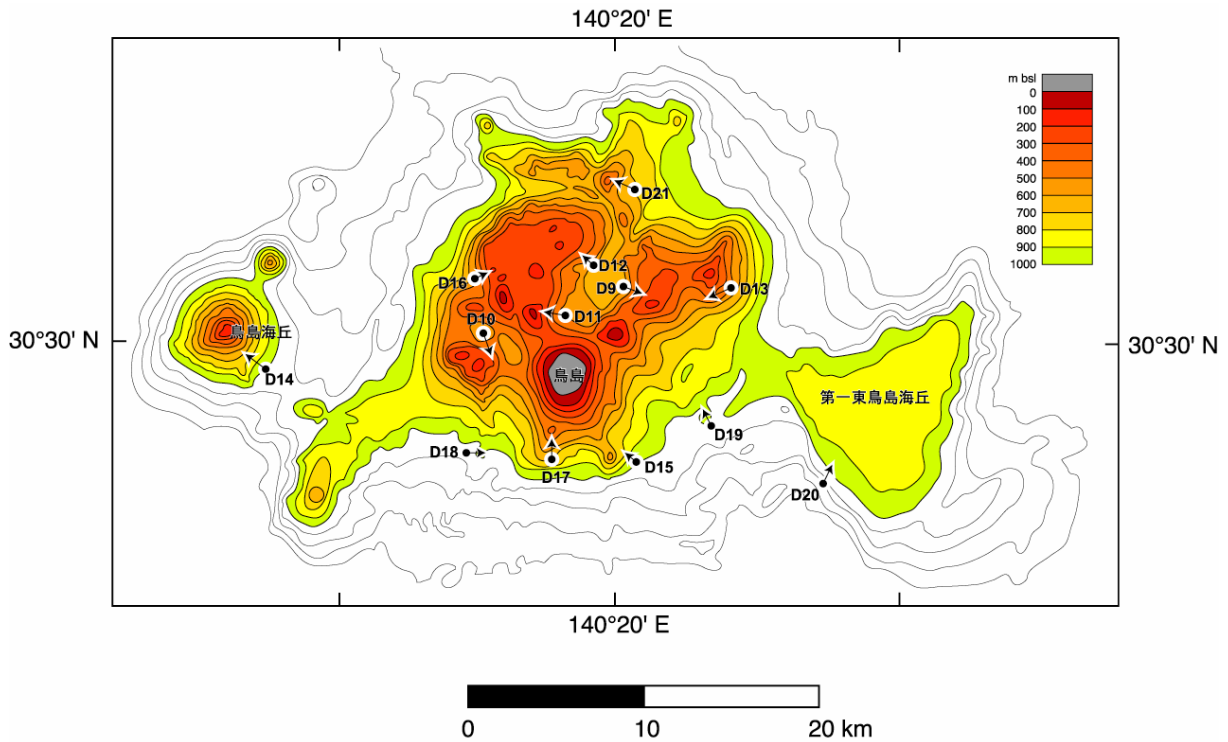


図 21：鳥島周辺海域におけるドレッジ。現在の鳥島カルデラ（2 x 5km）は鳥島北方に位置し、スミスカルデラに比較して規模が小さい。D14 の高まりは鳥島海丘。東側のD20 の台地状の高まりは第一東鳥島海丘。

## ドレージされた岩石の簡単な記載

### スミスカルデラ周辺のドレージ



#### D1

日時：12月11日（水）。場所：スミスカルデラ南東外斜面，水深：1045-865 m，総量 >200kg。玄武岩（52% SiO<sub>2</sub>）からデイサイト（68% SiO<sub>2</sub>）に至る幅広い岩質の岩石を採取した。岩石はすべて新鮮である。代表的な岩石は、

D1-R1: 単斜輝石に富む複輝石デイサイト（68% SiO<sub>2</sub>）。

D1-R6: クリアな斜長石をもつソレライト質の複輝石安山岩（60% SiO<sub>2</sub>）。

D1-R9: はカンラン石の斑晶に富み発泡した単斜輝石カンラン石玄武岩（52% SiO<sub>2</sub>）。

D1-R10: 53% SiO<sub>2</sub>の斜長石斑晶のみを含む玄武岩である。

D1-R20: D1-R1と同様な単斜輝石に富む複輝石デイサイト（67% SiO<sub>2</sub>）。



#### D2

日時：12月12日（木）。場所：スミスカルデラ南東外斜面，水深：961?-791 m，総量 >300kg。ドレージのあたりはほとんどなかったが，大量の軽石（70% SiO<sub>2</sub>）と少量の玄武岩ブロック（〜51% SiO<sub>2</sub>）が採取された。軽石は新鮮で大きいものは数十cmある。

D2-R1, -R2, -R3: やや分化した（〜52% SiO<sub>2</sub>, 〜5% MgO）カンラン石玄武岩である。単斜輝石を稀に含む。

D2-R2: 石基 >98 vol. %のほぼ無斑晶質で少量の斜長石を含む発泡した玄武岩であるが，石基に0.1〜0.2mmの骸晶状のカンラン石が含まれている。これらは須美寿島の玄武岩に類似しているが，カンラン石がより細粒で，須美寿島のものより新鮮である。

D2-R4: MgOが6 wt%のかなりマグネシアンな玄武岩である。この岩石は希土類元素が測定されており，須美寿島と同じ高 Zr 系列の玄武岩で，現在まで採取されたもの



の中でもっとも未分化なものであることがわかった。

D2-R5, -R6: 単斜輝石>>斜方輝石の複輝石流紋岩 (〜71% SiO<sub>2</sub>) である。斜長石や不透明鉱物も見られるが、石英は斑晶として観察されない。

---

### D3



日時：12月12日（木）。場所：スミスカルデラ西側の外側斜面，第二スミス海丘との間，水深：402-355 m，総量>300kg。円摩されており，ほとんど転石であると思われる。大量の軽石(69% SiO<sub>2</sub>)と少量の安山岩(60% SiO<sub>2</sub>)，玄武岩ブロック(49% SiO<sub>2</sub>)。Obsidian R15 が一個採取された。

D3-R1:あまり発泡していない斑晶質な複輝石流紋岩 (69% SiO<sub>2</sub>)。流理がみられる。単斜輝石を多く含有し，クリアな斜長石と磁鉄鉱を含み，石英を欠く。

D3-R15:オブシディアン，上記と同じ斑晶組み合わせを持つ新鮮な岩石である。

D3-R16: REE の測定がなされた，最も未分化な low-Zr 玄武岩 (49% SiO<sub>2</sub>)。単斜輝石を 3%，カンラン石を 5%含有する。単斜輝石はすべてカンラン石と集斑晶をなし，穴だらけの外観を呈している。

ドレッジの D2, D3 の軽石は，先のしんかい 2000 のダイブにおいてカルデラ底ではまったく観察されなかった。よって，スミスカルデラ形成時の噴火によるものと考えられる。今回の航海のシングルチャンネル反射法で，これらの軽石堆積物が，第二スミス海丘および南須美寿カルデラをおおっていることが確認された。

---

### D4



日時：12月12日（木）。場所：第二スミス海丘の西側の斜面，水深：805-653 m，総量>300kg。大量の軽石 (〜76% SiO<sub>2</sub>) と少量の安山岩 (54~58% SiO<sub>2</sub>)。軽石はスミスカルデラの軽石(黄色がかった)に比べて白く，シリカの量も 75%前後と多い。

斑晶組み合わせも異なり、斜長石とともに石英の斑晶がかなり多く含まれる。石英は自形のものと同化されたものの両方がある。単斜輝石はほとんど見られず、少量の斜方輝石が観察される。白黒の縞状軽石もみられる。

D4-R2: ソレイト質の複輝石安山岩 (opx 1%, cpx 0.7%, pl13%, mt 0.4%) であり、須美寿カルデラのソレイト安山岩と比較のため、REE の測定がなされている。

D4-R6: 流紋岩, 76 wt. % SiO<sub>2</sub>

---



## D5

日時: 12月13日(金)。場所: スミスカルデラ北側の内壁, 水深: 904-735 m, 総量 >300kg。カルデラ壁はほとんど垂直, またはハングオーバーしている箇所があることが前回のしんかい 2000 のダイブで確認されていた。そのためドレッジには困難が予想されていたが, 案の定, 引き上げの途中に 20kN の張力がかかり, 重りを引きちぎられた。幸いなことに, 重りは亡失したが, ドレッジ本体は無事に回収された。ドレッジには 300kg 近い岩石が入っており, 岩石はマンガンコーティングのほとんど無い新鮮な亜角レキであった。ほぼ均一な岩相であるため, 一つの露頭の崖錐をさらってきたものと思われる。

D5-R2, R3, R4, R10: これらの岩石はほぼ同じ組成をしている。SiO<sub>2</sub>が 69~70%, MgO ~1% の, 複輝石デイサイトである。斑晶は斜方輝石, 単斜輝石, 斜長石および磁鉄鉱。これらの岩石はドルフィン 3 およびしんかい 2000 のダイブでカルデラ南側の内壁およびカルデラ底において多く観察され, 見慣れたものであった。

---



## D6

日時: 12月14日(土)。曇り, 海況良し。3回ドレッジのうちの一回目。7時30分開

始。場所：第一スミス海丘南東斜面，水深：832-677 m，総量～100kg。ドレッジは大きい当たり（～15kN）が数回あった。軽石が100キロ程度採取された。軽石の形状は角張っており，その一部にMnコーティングが見られるが，他の面にはみられないことから，露頭をクラッシュしてきたものだと考えられる。

D6-R5, R7: 軽石はシリカ76%くらいの白色のもので，D4（第二スミス海丘）のものに類似している。黄色がかったスミスカルデラのものとは明瞭に異なる。興味深いことに，軽石中にかなり大きい（2～3センチ）の黒色包有物が取り込まれているものがある。また，白色の軽石も均一ではなく，黒～灰色の不均質な部分が流理のようにはいつていることがある。斑晶組み合わせはD4の軽石と同じで，多いものから斜長石，石英，斜方輝石，少量の不透明鉱物である。

D6-R11: 軽石から分離した黒色包有物である。組成的には61% SiO<sub>2</sub>のカルクアルカリ安山岩である。

D6-R5の流紋岩と，それに包有されていた安山岩D6-R11は平行移動したような同じREEのパターンを持つ。

---

**D7**

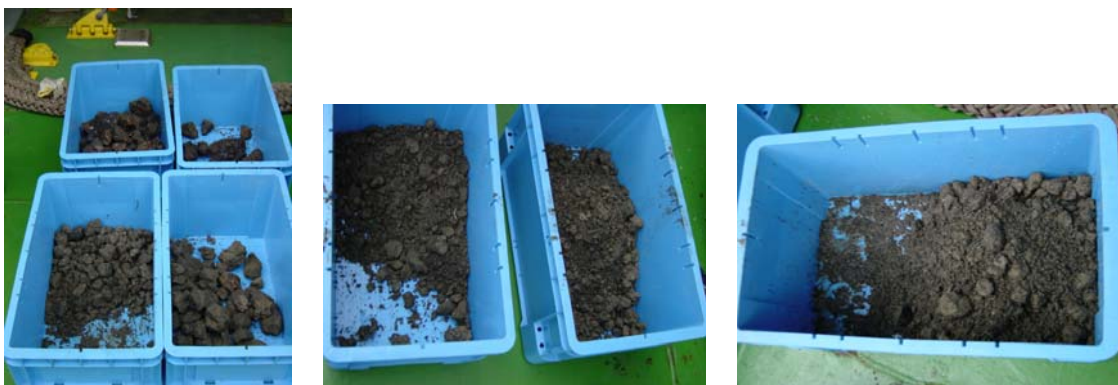


日時:12月14日(土)。場所:第一スミス海丘南西の別の小海丘の東斜面。水深:760-638 m，総量～100kg。ヒューズワイヤーは2本切れたがドレッジ本体は無事であった。すべて軽石であり，軽石中に稀に黒い石質岩片を含んでいる（別のサンプル袋にいれる）。

D7-R1, R2, R4: シリカ～76%の流紋岩。第一スミス海丘の軽石（D6）とみかけも斑晶組み合わせも全岩組成もほとんど同じ。この海丘と第一，第二スミス海丘は，スミスカルデラの一世代前の火山体の残がいである可能性が示唆される。

---

**D8**



日時：12月14日（土）。場所：スミスカルデラの北北西にある高まり。水深：754-614 m。総量～200kg。大きくわけて3種の岩石、マンガンコーティングのある溶岩、新鮮な軽石、円礫を主体とする heterolithic な火山角礫岩が採取された。溶岩はマンガンコーティングからスミス本体のものより古いと思われるが、船上では玄武岩とデイサイトの2種が少なくとも識別された。しかし、全岩組成では識別されず。

D8-R1, R2, R4, R7: すべて～56% SiO<sub>2</sub>の安山岩であった。これらは斜方輝石に富んだ複輝石安山岩である。斜方輝石も単斜輝石も反応縁をもっている。鉱物組み合わせは、多いものから斜長石, 斜方輝石, 磁鉄鉱, 単斜輝石で, 単斜輝石はまれに粗粒（～1mm）で累帯構造の目立つものがある。

D8-R8, R9: 軽石は大きさがこぶし大に揃っている。sortingを受けた様である。ほぼ一様なものが多数採取された。色は黄色っぽく、第一、第二スミス海丘のものとは明瞭に異なる。集斑状の細粒の単斜輝石, 斜長石, 鉄チタン鉱物が観察されるが、石英を欠く。斑晶組み合わせから、D2やD3と同様、スミスカルデラ由来であると考えられる。

火山角礫岩は礫種がいくつかみられ、礫自体も円磨されているので2次的な堆積物（火山噴火に直接伴わない）とおもわれる。

## 鳥島周辺のドレッジ



**D9**

日時：12月15日（日）。小春日和で海況良し。場所：鳥島北東沖 5km。鳥島から二つ目の海底の高まり。水深：640-561 m。総量～200kg。大量に採取されたのは、最初は、ガラスが茶色く変質したスコリアだと思われた。しかし、すぐ北東のドレッジ D13において同様な軽石が採取されたので、D9の岩石もガラスが変質した軽石であると思われる。特徴的なのは、数ミリから1センチを超える斜長石や単斜輝石の結晶を含有していることである。ほかに、新鮮な軽石が2—3個、玄武岩のブロックが2個（D9-R10）、安山岩らしきものが1個（D9-R9）はいていた。泥岩もある。

*D9-R1*: カンラン石，斜方輝石，単斜輝石，斜長石，磁鉄鉱。船上では玄武岩と記載されたが，ガラス質のデイサイトである可能性もある。

*D9-R3, R5*: 軽石。斑晶組み合わせは斜長石，斜方輝石，単斜輝石，磁鉄鉱。斜長石はガラスの包有物を多く含んだり，ボロボロになるまで融食されているのが多い。斜長石の産状が特徴的。D9-R3は74.3%  $\text{SiO}_2$

*D9-R6*: 不均質なスコリア。>5 mmのキंकバンドを持つカンラン石を含有している。カンラン石の周囲の基質は発泡しておらず，ゼノリストして取り込まれた様である。基質中の斑晶は，カンラン石，斜方輝石，単斜輝石，斜長石，磁鉄鉱。斜長石は，R5同様，とにかくきたない。

*D9-R9*: 斑晶質の安山岩。斑晶は，カンラン石（すべて変質），単斜輝石，斜長石。

*D9-R10*: 玄武岩（52.0%  $\text{SiO}_2$ ）。斑晶はカンラン石，単斜輝石，および斜長石でカンラン石は～2mmの粗粒なものもある。



**D10**

12月15日（日）。場所：鳥島西方沖 3kmの高まり，水深：574-320 m，総量～200kg。

深さー550mから180°の方向に引いたがほとんど当たりがなかった。しかし大量のスコリアと、5cmの軽石が一個採取された。スコリアはー20cmの扁平のものからほぼ球形のものまでいろいろある。表面はざらざら、ごつごつしていて円磨されていない。大きなものはつぶれたような扁平な形をしている。その場で噴出して、定置してから再移動していない様に推察される。半分に切ると、緻密な内部を発泡したクラストがおおっているのが観察される。発泡途中で急激に冷却されたのかもしれない。

D10のスコリアは、カンラン石、単斜輝石、斜長石を斑晶として持つ玄武岩 (~49% SiO<sub>2</sub>)である。鏡下では、急冷を示唆するような、骸晶状のカンラン石が観察される。この高まりは水中のスコリアコーンであると思われる。



## D11

12月15日(日)午後。天気快晴、海況良し。場所：鳥島沖、北北西約2kmの高まり。水深：470-295m、総量ー200kg。95%以上が軽石であり、スコリアや玄武岩の岩片が数個程度はいつていた。軽石は黄土色で、スミスカルデラのものに類似している。軽石は縞状のものが多い。玄武岩の石質岩片(?)を含んでいることがある。

*D11-R1, R3, R6*: 縞状軽石である。斑晶組み合わせは斜方輝石、単斜輝石、斜長石、磁鉄鉱である。斜長石はガラスの包有物が多く、融食された外形を示す。D11-R1, R3のWt% SiO<sub>2</sub>はそれぞれ62.6%と63.2%。

*D11-R7, R8*: スコリア。マグネシアンな安山岩 (57.1% SiO<sub>2</sub>, 5.1% MgO)。>5mmの粗粒なカンラン石や、単斜輝石の反応縁を持つカンラン石を含有する。多量の単斜輝石、少量の斜方輝石、融食した斜長石、磁鉄鉱を含む。斑晶組み合わせは、D9-R6のスコリアや、D13の軽石に類似する。

*D11-R10*: 複輝石安山岩 (60.5% SiO<sub>2</sub>)。斜長石は融食されている。石基に溶け残りのようなカンラン石がある。

*D11-R14*: 玄武岩 (48.6% SiO<sub>2</sub>)で上記のスコリアと斑晶組み合わせや斑晶の産状が異なる。斑晶組み合わせは、カンラン石、単斜輝石、および斜長石で、斜方輝石と磁鉄鉱を欠く。斜長石は上記と対照的に概してクリアである。

*D11-R16*: 不均質な安山岩。多量のカンラン石、単斜輝石、斜方輝石、溶けた斜長石、磁鉄鉱を斑晶とする。D11-R14と斑晶組み合わせも斜長石の外観も異なる。



## D12

12月15日(日)午後。天気快晴、海況良し。場所：鳥島カルデラの北西の内壁，D9の対面のカルデラ壁にあたる。水深：642-482m，総量～200kg。表面に薄いマンガンコーティングを受けた変質した凝灰岩（細粒～ラピリ）。緑から薄緑色を呈する。これまでのドレッジサンプルにMnコーティングが見られなかったことから鳥島の古い活動の凝灰岩である可能性が大きい。全岩分析は無理なくらい変質している。あとでも議論するが，この高まりはカルデラ壁なのか後カルデラ丘なのかは解決すべき問題である。この凝灰岩はもともとカルデラ底に堆積していたものがマグマによって持ち上げられたのかもしれない。シングルチャンネルによる地震波断面ではこの堆積物の下に地震波速度の異なるものが観察される。



## D13

日時：12月17日(火)，一日中高いうねりあり。午前7時30分開始。場所：鳥島の北東10km沖にある南北に2キロ程度連なる高まり。D9のさらに5km東北東。深さ：577-476m。強い当たりが何回もあった。総量：～60kg。1センチ前後もある単斜輝石や斜長石の巨晶を含む軽石(スコリアではない)が98%で緻密なスコリアが2%程度。カーボネートが一サンプル。結晶の写真も撮る。

D13-R2, R3: 軽石。斑晶は，～1 mmのカンラン石と巨大な(～5 mm)単斜輝石，斜方輝石，斜長石および磁鉄鉱からなる。斜長石は溶けているような外観を呈す。

D13-R5: 軽石(72.5% SiO<sub>2</sub>)だが，斑晶に乏しいうえ，上記と斑晶組み合わせが異なる。クリアな斜長石と単斜輝石と斜方輝石。

D13-R8: 玄武岩。斜方輝石，単斜輝石，斜長石，稀にカンラン石(薄片中に一個)。

D13-R9: マグネシアンな安山岩(57.7% SiO<sub>2</sub>, 5.5% MgO)。R2,R3と同じ斑晶組み合わせ。溶けた斜長石と粗粒のカンラン石が特徴的。

D13-R11: 完晶質の玄武岩(48.5% SiO<sub>2</sub>)。カンラン石，斜長石，単斜輝石。



## D14

日時：12月18日（水）海況よく，この日の3回のドレッジの午前の一回目。場所：鳥島海丘。深さ：953-738 m。当たりは一回のみ。約 200kg のスコリアが採取された。奇妙な woody scoria からあまり発泡していないものまでである。鳥島海丘は海底のスコリアコーンである様。安山岩のブロックも数個あり。鏡下では，クリアな斜長石を持つスコリアと，融食された斜長石を持つスコリアの2種があるよう。融食された斜長石を持つスコリアは，多数のメルト包有物が観察される輝石を伴っている。両者は共にデイサイト(63~66 % SiO<sub>2</sub>)であるが，後者の方が MgO が高い。

D14-R1, R6: デイサイト(~66 % SiO<sub>2</sub>, 1.2 % MgO)。クリアな斜長石，単斜輝石>斜方輝石，磁鉄鉱

D14-R4, R9: デイサイト(~65 % SiO<sub>2</sub>, 2.3 % MgO)。融食された斜長石，単斜輝石とほぼ同量の斜方輝石，磁鉄鉱

D14-R11, R12: 安山岩(63 % SiO<sub>2</sub>, 1.5 % MgO)。クリアな斜長石，単斜輝石，斜方輝石，磁鉄鉱。R12 は新鮮なガラスが濃集している。



## D15

日時：12月18日（水）。場所：鳥島から 3.5km 南南東の高まり，水深：791-584 m，総量~100 kg。玄武岩~安山岩の溶岩岩片（最大が 13.5kg）が採取された。

D15-R3: opx-cpx-pl andesite (56.5 % SiO<sub>2</sub>)

D15-R4: olivine basalt (50.9 % SiO<sub>2</sub>)，単斜輝石，磁鉄鉱をふくまない。1~2mm のカンラン石斑晶。

D15-R7: olivine basalt，少量の単斜輝石を含む。

D15-R8: tholeiitic two-pyroxene rhyolite (71.9 % SiO<sub>2</sub>)

D15-R9: olivine-cpx basalt，単斜輝石は粗粒で 5mm にもおよぶ。

D15-R14: olivine basalt (~49 % SiO<sub>2</sub>)，カンラン石は粗粒，稀に単斜輝石を含む。





### D16

日時：12月18日（水）。場所：鳥島北北西 6km のシングルチャンネル seismic profile 測線上の高まり。水深：603-343 m。ドレッジは当たりなし。ほとんど砂。総量～50kg。変質した軽石が数個。軽石は結晶質であり，結晶は新鮮そうに見える。

---



### D17

日時：12月19日（木）海況良し。場所：鳥島南南西 2km 沖の高まり。鳥島 1902 年の海中噴火地点と考えられている。水深：594-540 m。ドレッジが露頭にかかってなかなか外れず。ドレッジは何とか回収できたが，ほとんど砂で岩石は大きい収穫なし。総量～50kg。砂の中に上の写真のように小石が入っている程度。こういう溶岩露頭こそハイパードルフィンの活躍の場ではないだろうか。小石は斜長石が目立つ（～30%）玄武岩。

---



### D18

日時：12月20日（金）。海況が余りよくなかったが，午前中にドレッジを2回おこなった。場所：鳥島の約 3km 西方の海底にリッジ状に南北に小丘が並んでいる。そのうちの南のもの（鳥島の南西 5km）。地形上は，海底の流山の一つにもみえたが，ドレッジした結果，北から続くスコリアコーンのようである。5km 北のこのリッジの北端部でも同じようなスコリアが採取されている（D10）。水深：1010 m，当りはほとんど無かったが，総量<10kg，Monolithologic なスコリアが採取された。発泡度が低

い dense なものもある。気泡の形が不均一である理由は、水中で急冷したからであろう。

D18-R01, R03: basaltic scoria (~49 % SiO<sub>2</sub>, ~6.4 % MgO) 骸晶質のカンラン石, 単斜輝石, 斜長石

---

## D19



日時：12月20日（金）。場所：鳥島東南東7kmの高まり。山体崩壊した際の流山とおもわれる。水深：1068-1012 m, 総量~100kg。こぶし大のスコリアと軽石が大部分を占めている。どちらも似たような大きさのものが20kgくらいで、黒白のバイモーダルな典型的な露頭をドレッジした様にてである。一つのドレッジで黒い石と白い石がほぼ同量はいっているのはこれが初めて。非常に印象的。他には、30kgもある安山岩の溶岩ブロックや、凝灰角礫岩のかけらがはいっている。

D19-R01: 斑晶に乏しい流紋岩 (72.6 % SiO<sub>2</sub>)。斜方輝石, 単斜輝石, 斜長石, 磁鉄鉱。溶食された石英を含有する。

D19-R03, R04: 軽石 (69-71 % SiO<sub>2</sub>)。斜方輝石, 単斜輝石, クリアな斜長石, 磁鉄鉱。

D19-R10: 複輝石安山岩。

D19-R11: 複輝石安山岩 (55.7 % SiO<sub>2</sub>)。斜方輝石, 単斜輝石, 斜長石, 磁鉄鉱。

D19-R12: 玄武岩 (51.3 % SiO<sub>2</sub>)。カンラン石, 単斜輝石, 斜長石。

---

## D20

日時：12月21日（土）。海況は最悪。午後になって少しだけ海況が落ち着いたところでドレッジする。ほとんど当たりなし。ドレッジ揚収時に再び海況悪化。白い波が砕け散る中で揚収する。場所：第一東鳥島海丘。水深：1211-1167 m。~5cmの少し変質した円摩された軽石が2個採取されたのみ。第一東鳥島海丘はのっぺりとした台地状の地形をしていて複雑な地形の鳥島カルデラとは対照的である。基盤が鳥島の噴火物で覆われていると考えられる。

---

## D21

日時：12月25日（水）。場所：鳥島北方の鳥島カルデラの北の縁。水深：640-577 m。総量：~50kg。半分がカーボネートで、スミスカルデラにおいてガサガサといわれていたものに類似している。軽石の円レキが約40%。安山岩のブロック, 玄武岩のブ

ロックが一個ずつ。ラピリ凝灰岩のレキもはいつている。これらの多様なレキ相からこの高まりは溶岩ドームのようなものではなく、堆積構造を持った山体であるのはたしか。カルデラ形成前の山体の一部であるか？この高まりがカルデラ壁とすると、鳥島カルデラは実際にはかなり大きいものであったことになる。

D21-R01: 複輝石デイサイト(67.6 % SiO<sub>2</sub>)。斜方輝石，単斜輝石，斜長石，磁鉄鉱。

D21-R09: カンラン石は完全に変質。Olivine-cpx basalt

D21-R10: cpx-pl 流紋岩(74.8 % SiO<sub>2</sub>)。斜長石はクリア。

type	no.	Sample	powder	trace	major
D	45	D9-R01			
R	46	D9-R03	○	○	
D	47	D9-R05			
D	48	D9-R06			
B	49	D9-R09			
D	50	D9-R10	○	-	
B	51	D10-R01	○	○	
B	52	D10-R02			
B	53	D10-R03			
B	54	D10-R04	○	○	
B	55	D10-R05			
D	56	D10-R14			
D	57	D11-R01	○	○	
D	58	D11-R03	○	○	
D	59	D11-R06			
D	60	D11-R07	○	○	
D	61	D11-R08			
A	62	D11-R10	○	○	
B	63	D11-R14	○	○	
D	64	D11-R16			
D	65	D13-R02			
R	66	D13-R03			
R	67	D13-R05	○	-	
	68	D13-R08			
D	69	D13-R09	○	○	
B	70	D13-R11	○	○	
R	71	D14-R01			
D	72	D14-R04			
R	73	D14-R06	○	○	
D	74	D14-R09	○	○	
D	75	D14-R11			
D	76	D14-R12	○	○	
D	77	D14-R18			
D	78	D15-R03	○	○	
B	79	D15-R04	○	○	
B	80	D15-R07			
A	81	D15-R08	○	○	
	82	D15-R09			
B	83	D15-R14	○	○	
B	84	D18-R01			
B	85	D18-R03	○	○	
B	86	D18-R04	○	○	
B	87	D18-R10	○	○	
D	88	D19-R01	○	○	
D	89	D19-R03	○	○	
R	90	D19-R04	○	○	
A	91	D19-R10			
D	92	D19-R11	○	○	
B	93	D19-R12	○	○	
D	94	D21-R01	○	○	
R	95	D21-R02			
R	96	D21-R05			
B	97	D21-R09			
R	98	D21-R10	○	-	
D	100	D11-R08			

29 26

Sample	Ol	Cpx	Opx	PI (Clear-rich)	PI (melt-rich)	Opaque	note
D9-R01	+	+	+	+		+	magmatic enclave, calcite cemented
D9-R03	+	+		+		+	
D9-R05		+	+		+	+	
D9-R06	+	+	+		+	+	magmatic enclave, tuff
D9-R09	+	+			+		Ol->calcite
D9-R10	+	+		+	+	+	heterogeneous GM
D10-R01	+	+		+			Ol=skeltal, Cpx=hourglass structure
D10-R02	+	+		+			Ol=skeltal, Cpx=hourglass structure
D10-R03	+	+		+			Ol=skeltal, Cpx=hourglass structure
D10-R04	+	+		+			Ol=skeltal, Cpx=hourglass structure
D10-R05	+	+		+			Ol=skeltal, Cpx=hourglass structure
D10-R14	+	+			+	+	
D11-R01		+	+		+	+	magmatic enclave
D11-R03		+	+		+	+	heterogeneous tx., Ol is in mafic GM
D11-R06		+	+		+	+	/enclave/
D11-R07	+	+	+		+	+	r-zoned Opx
D11-R08	+	+	+		+	+	
D11-R10	+	+	+		+	+	Px-PI xenolith, magmatic inclusion
D11-R14	+	+		+	+		heterogeneous tx.
D11-R16						+	
D13-R02	+	+	+		+	+	heterogeneous GM
D13-R03	+	+	+		+	+	
D13-R05	+	+	+	+		+	
D13-R08							bad thin section
D13-R09	+	+	+		+	+	
D13-R11	+	+		+	+		Ol inclusion in PI, intergranular GM
D14-R01		+	+	+		+	
D14-R04					+	+	
D14-R06	+	+	+	+		+	
D14-R09	+	+			+	+	
D14-R11	+	+	+			+	
D14-R12	+	+	+			+	
D14-R18	+	+	+			+	
D15-R03		+	+		+		many sieve PIs
D15-R04	+	+			+		
D15-R07	+	+			+		
D15-R08		+	+		+		
D15-R09							bad thin section
D15-R14	+	+			+		
D18-R01	+	+		+			Ol=skeltal
D18-R03	+	+		+			Ol=skeltal
D18-R04	+	+		+			Ol=skeltal
D18-R10	+	+		+			fresh GM
D19-R01		+	+	+		+	
D19-R03		+	+	+		+	
D19-R04		+	+	+		+	
D19-R10		+	+		+	+	
D19-R11		+	+	+		+	
D19-R12	+	+		+			
D21-R01		+	+	+	+	+	
D21-R02		+	+	+		+	
D21-R05		+	+	+		+	
D21-R09	+	+			+		Ol->saponite
D21-R10		+		+		+	
D11-R08	+	+	+		+	+	

revision: 2003.6.26

## R/V Kairei KR02-16 Log

### December 10, 2002

1400 Left YOKOSUKA JAMSTEC pier for research area.

### December 11, 2002

0600 Arrived at research area (off Sumisu shima)

0615 Released XBT, (31°-22,8728N, 140°-08,2359E)

0934-1105 Carried out MNBES mapping survey.

1235-1416 Carried out dredge haul. (D-1)

1420 Proceeded to SCS-1 point.

1746 Launched AIR-GUN

1755-1759 Veered out streamer cable.

1802 Commenced towing proton magnetometer

1847 Commenced SCS survey. (SCS-1)

### December 12, 2002

0445 Finished SCS survey, moved to D-2 point.

0630 Recovered proton magnetometer.

0636 Recovered streamer cable.

0646 Recovered AIR-GUN.

0803-0958 Carried out dredge haul. (D-2)

1050-1240 Carried out dredge haul. (D-3)

1325-1516 Carried out dredge haul. (D-4)

1528 Commenced towing proton magnetometer.

1630 Commenced MNBGS mapping survey.

### December 13, 2002

0600 Finished MNBES mapping survey, moved to next dredge point.

0700 Arrived at dredge point. (D-5)

0718 Recovered proton magnetometer.

0731-1042 Carried out dredge haul. (D-5)

1043 Launched dredge.

1046 Suspended dredge operation due to rough sea.

1049 Recovered dredge, then moved to SCS start point.

1304 Launched Air gun.

1309-1314 Veered out streamer cable.  
1315 Commenced towing proton magnetometer.  
1404 Commenced SCS survey. (SCS-2)  
1925 Finished SCS survey. (SCS-2)  
2136 Commenced SCS survey. (SCS-3)

**December 14, 2002**

0150 Finished SCS survey. (SCS-3)  
0247 Commenced SCS survey. (SCS-4)  
0501 Finished SCS survey. (SCS-4)  
0713 Recovered proton magnetometer  
0720 Recovered streamer cable  
0729 Recovered AIR-GUN  
0738-0912 Carried out dredge haul. (D-6)  
0945-1119 Carried out dredge haul. (D-7)  
1256-1422 Carried out dredge haul. (D-8)  
1431 Commenced towing proton magnetometer  
1506 Commenced MNBES mapping survey.

**December 15, 2002**

0217 Finished MNBES mapping survey, left Sumisu area for Tori shima area.  
0700 Arrived at Tori shima area.  
0708 Released XBT. <30°-31.0018N, 140°-24.2237E>  
0720 Recovered proton magnetometer  
0745-0922 Carried out dredge haul. (D-9)  
1003-1146 Carried out dredge haul. (D-10)  
1252-1410 Carried out dredge haul. (D-11)  
1437-1600 Carried out dredge haul. (D-12)  
1607 Commenced towing proton magnetometer  
1643 Commenced MNBES mapping survey.

**December 16, 2002**

0215 Stopped MNBES mapping survey, commenced shifting to westward.  
0706-0719 Carried out figure eight running.  
0725 Recovered proton magnetometer

0733 Launched AIR-GUN  
0735-0739 Veered out streamer cable.  
0854 Commenced SCS survey. (SCS-5)  
2033 Suspended SCS survey (SCS-5) due to rough sea.  
2039 Recovered AIR-GUN  
2055 Recovered streamer cable.  
2125 Commenced MNBES mapping survey.

**December 17, 2002**

0530 Finished MNBES mapping survey, moved to next dredge point. (D-13)  
0730-0911 Carried out dredge haul. (D-13)  
1000 Suspended dredge due to rough sea then commenced "heave to".  
1745 Finished heave to, proceeded to MNBES point  
1855 Commenced MNBES mapping survey.

**December 18, 2002**

0641 Finished MNBES mapping survey, moved to next dredge point. <D-14>  
0730-0923 Carried out dredge haul. (D-14)  
1026-1204 Carried out dredge haul. (D-15)  
130-1436 Carried out dredge haul. (D-16)  
1553 Launched Air-gun.  
1556~1600 Veered out streamer cable.  
1618 Commenced SCS survey. (SCS-6)  
2120 Finished SCS survey. (SCS-6)

**December 19, 2002**

0058 Commenced SCS survey. (SCS-7)  
0600 Finished SCS survey.  
0620-0702 Carried out SBP survey.  
0704 Recovered AIR-GUN.  
0709 Recovered streamer cable.  
0736-0959 Carried out "Piston Core". (30°-39.6N 140°-55.7E)  
1304-1415 Carried out dredge haul. (D-17)  
1504 Commenced MNBES mapping survey.

**December 20, 2002**

- 0610 Finished MNBES mapping survey.
- 0732-0925 Carried out dredge haul. **(D-18)**
- 1023-1208 Carried out dredge haul. **(D-19)**
- 1326 Launched dredge.
- 1352 Recovered dredge.
- 1400 Suspended dredge operation due to rough sea, then commenced heave to.

**December 21, 2002**

- 1500 Finished heave to, commenced move to D-20 point.
- 1610 Arrived at D-20 point. (30-25.4N 140-27.35E)
- 1612-1805 Carried out dredge haul. **(D-20)**
- 1810 Commenced proceeding to Manji seamount area.

**December 22, 2002**

- 0400 Sea rough, commenced heave to.

**December 23, 2002**

- 0400 Sea rough, of finished heave to, then proceeded to SCS point.
- 0725 Reached point and released XBT. <32-16.1852N, 138-27.9972E>
- 0737 Launched AIR-GUN.
- 0740-0744 Veered out streamer cable.
- 0827 Commenced SCS survey. **(SCS-8)**
- 1852 Finished SCS survey (SCS-8), then shifted to WNW-ward.
- 2318 Commenced SCS survey. **(SCS-9)**

**December 24, 2002**

- 0346 Finished SC survey (SCS-9), shifted to west ward.
- 0702 Recovered AIR-GUN.
- 0707 Recovered streamer cable.
- 0747-0823 Carried out SBP survey.
- 0846-1016 Carried out Piston Core.
- 1201 Launched Air-gun.
- 1206-1208 Veered out streamer cable.
- 1226 Commenced SCS survey. **(SCS-10)**

- 1712 Finished SCS survey. (SCS-10)
- 1720 Recovered AIR-GUN.
- 1727 Recovered streamer cable, then proceeded to Tori Shima research area.
- 2340 Arrived at research area, commenced MNBES mapping survey.

**December 25, 2002**

- 0410 Finished MNBES mapping survey, then moved to SCS point.
- 0725 Lunched AIR-GUN.
- 0727-0730 Veered out streamer cable.
- 0753 Commenced SCS survey. (SCS-11)
- 1218 Finished SCS survey. (SCS-11)
- 1228 Recovered AIR-GUN.
- 1233 Recovered streamer cable.
- 1325-1554 Carried out dredge haul. (D-21)
- 1600 Left Tori shima area for Sumisu area.  
Sea slight.
- 1844 Commenced MNBES mapping survey.
- 2134 Suspended MNBES mapping survey due to rough sea.

**December 26, 2002**

- 0700 Suspended today's operation due to rough sea, then left research area for YOKOSUKA.

**December 27, 2002**

- 0015 Arrived at YOKOSUKA Section4.
- 0900 Arrived at YOKOSUKA JAMSTEC pier.  
Completed voyage KR02-16 .



# Dredge Samples

Dredge No. 1

2002.12.11 12:24-14:15

Latitude (N): 31° 25.25'

Longitude (E): 140° 07.04'

Depth (m): 1045-865

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. % SiO2	rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
D1-R01	fresh	none	33	27	20	16kg	68	dacite	gray		aphyric, cpx>opx, pl, mt	<10%
D1-R02	fresh	none	20	18	17	21kg		dacite				
D1-R03	fresh	none	33	20	13	11kg		dacite				
D1-R04	fresh	none	29	22	29	16kg		dacite				
D1-R05	fresh	none	28	24	19	17.5kg		dacite				
D1-R06	fresh	none	20	15	12	5kg	60	fresh andesite?			porphyritic, cpx, opx, pl, mt	0%
D1-R07	fresh	none	22	18	11	4kg		fresh andesite?				
D1-R08	fresh	none	22	17	10	5kg		fresh andesite?				
D1-R09	fresh	none	22	19	12	4.2kg	52	basalt			pl rich, ol, cpx	<20%
D1-R10	fresh	none	18	12	11	2.5kg	53	basalt			pl, +ol	well vesiculated.<30%
D1-R11	fresh	none	15	12	10	1.8kg		basalt				
D1-R12	fresh	none	18	14	7	1.2kg		basalt				
D1-R13	fresh	none	14	12	10	1.8kg		basalt				
D1-R14	fresh	none	14	10	9	1.5kg		basalt			pl-phyric	<20%
D1-R15	fresh	none	17	12	10	1.8kg		basalt			pl-phyric	vesiculated
D1-R16	fresh	none	12	12	8	1.2kg		basalt				
D1-R17	fresh	none	13	11	10	1.3kg		basalt				
D1-R18	fresh	none	11	11	7	1.1kg		basalt				
D1-R19	fresh	none	10	8	7	0.7kg		basalt-andesite			pl-phyric	vesiculated
D1-R20	fresh	none	11	9	8	600g	67.7	dacite			aphyric, cpx>opx, pl, mt	vesiculated

Dredge No. 2

2002.12.12 (1/3) 7:43-10:00

Latitude (N): 31° 25.66'

Longitude (E): 140° 05.94'

Depth (m): 961?-791

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. % SiO2	rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
D2-R01	fresh	none	13	11	8	1kg	52.5	basalt	black	subangular	pl rich, ol, +cpx	none
D2-R02	fresh	none	12	11	6	1kg	53.5	basalt	black	subangular	aphyric, pl, +ol	<20%
D2-R03	fresh	none	10	9	5	0.5kg	52.5	basalt	black	subangular	pl-phyric, ol, cpx	none
D2-R04			8	6	5	250g	51.3			angular	pl, ol	
D2-R05	fresh	none	20	18	16	1.5kg	71	pumice	gray	angular	cpx > opx, pl, opaque, no qtz	
D2-R06	fresh	none	16	14	13	2.7kg	71	pumice	gray	subangular	cpx > opx, pl, opaque, no qtz	<20%
D2-R07			18	13	13	1.2kg		pumice		subangular		<40%
D2-R08	fresh	none	17	10	8	700g		pumice	gray	subangular		
D2-R09			15	6	6	0.5kg		pumice				<50%

D2-R10 fresh none 11 9 5 0.45g pumice gray subangular <30%

Dredge No. 3

2002.12.12 (2/3) 10:47-12:40

Latitude (N): 31° 28.69'

Longitude (E): 139° 59.63'

Depth (m): 402-355

sample No.	alteration	Mn coating	size			weight		SiO2	rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	(g)	(wt. %)						
D3-R01	fresh	none	25	21	18	8kg	69.4	dacite	gray	subrounded	pl, cpx>opx, mt, no qtz	weak, flow structure	
D3-R02		none	18	15	11	4.5kg		dacite	gray	rounded	aphyric	none	
D3-R03	fresh (only inside)	film	25	17	16	7kg		lapilli tuff	brown	rounded			
D3-R04	fresh	none	29	23	18	5kg		pumice	black-gray	rounded			
D3-R05		none	28	21	18	6kg		pumice	gray	rounded		<80%	
D3-R06	highly altered	none	24	17	12	5.5kg			gray	subrounded		weak	
D3-R07		none	22	13	11	4kg		tuff breccia	gray	subangular-subrounded		none	
D3-R08		none	20	13	9	3kg		mudstone	brown-gray	rounded		none	
D3-R09	fresh altered	none	19	11	12	1.5kg		dacite	gray	rounded	aphyric	<10%	
D3-R10	outside	film	9	8	5	<0.5kg		dacite	gray	angular	pl	none	
D3-R11		film	16	10	9	500g		pumice				70%	
D3-R12		none	12	11	8	500g		pumice		rounded		<50%	
D3-R13		none	8	6	4	300g		banded pumice	gray-dark gray	subrounded		10%	
D3-R14	fresh	none	10	8	8	300g	60.3	pumice	dark gray	angular		<30%	
D3-R15	fresh	film	9	6	5	250g		obsidian	black	subangular	pl, cpx>opx, mt, no qtz	<20%	
D3-R16	fresh	film	10	9	8	550g	49.2	basalt	gray	subangular	pl, ol, cpx	none	

Dredge No. 4

Daini Sumisu Knoll

2002.12.12 (3/3) 13:18-15:15

Longitude (E): 139° 54.41'

Latitude (N): 31° 05.17'

Depth (m): 805-653

sample No.	alteration	Mn coating	size			weight		SiO2	rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	(g)	(wt. %)						
D4-R01	fresh	none	25	21	20	10kg	57.6	andesite	black	angular	pl, px	none	
D4-R02	fresh	none	15	7	6	1kg	57.6	andesite	black		pl, opx, cpx, mt	<10%	
D4-R03	fresh	none	17	12	10	1kg		basalt-andesite	black	angular	pl, cpx?	none	
D4-R04	fresh	none	18	11	7	1.1kg		andesite	black	subrounded	pl	moderate	
D4-R05	fresh	none	13	10	8	750g	53.6	andesite	black	rounded	pl, opx, cpx, mt	weak	
D4-R06	fresh	none	14	9	9	900g	76.1	pumice	white	subrounded	pl, Qtz, +opx	moderate <30%	
D4-R07	fresh	none	29	24	20	6kg	75.8	pumice	white	subangular	pl, Qtz, +opx	30%	
D4-R08	fresh	none	12	10	8	500g	76	pumice	white	subangular	pl, Qtz, +opx	30%	
D4-R09	fresh	none	13	10	8	400g	76.3	pumice	white	subangular	pl, Qtz, +opx	30%	
D4-R10	fresh	none	20	17	15	2.2kg		pumice	white	angular	pl, Qtz, +opx	30%	
D4-R11	fresh	none	16	12	8	600g		pumice	white/gray	subrounded	pl, Qtz, +opx	30%	
D4-R12	fresh	none	12	8	5	300g	76.4	pumice	white	subrounded	pl, Qtz, +opx	30%	

D4-R13		none	10	8	6	250g	pumice	white	subangular	pl, qtz, +opx	30%
D4-R14	fresh	none	9	6	4	100g	dacite	black	angular	px	none
D4-R15	fresh	none	25	18	8	4kg	scoria	black	rounded		
D4-R16		none	40	25	19	15kg	conglomerate	dark red-brown	subrounded-subangular		

Dredge No. 5

2002.12.13 7:29-9:17

Latitude (N): 31° 30.51'

Longitude (E): 140° 02.42'

Depth (m): 904-735

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
						SiO2						
D5-R01	fresh	none	38	20	19	17kg		dacite	gray	subrounded	opx, cpx, pl, mt	elongated vesicles
D5-R02	fresh	none	43	28	18	16kg	69.6	dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	<5%
D5-R03	fresh	none	33	19	19	12kg	69	dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	<10%
D5-R04		none	27	21	14	7kg	69.6	dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	weak
D5-R05	fresh	none	19	14	13	5kg		dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	weak
D5-R06	fresh		20	14	10	3kg		dacite	gray	subrounded	opx, cpx, pl, mt	weak
D5-R07	fresh		20	14	10	3kg		dacite	gray	subrounded	opx, cpx, pl, mt	weak
D5-R08	partly altered		31	22	14	8kg		dacite-rhyolite	light gray	subangular	pl	<10%
D5-R09	fresh		21	17	12	2kg		dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	elongated vesicles, <20%
D5-R10	fresh	none	21	16	9	2kg	69.4	dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	none
D5-R11	fresh	none	18	18	12	3.5kg		dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	none
D5-R12	fresh	none	18	15	10	2.5kg		dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	weak
D5-R13	fresh	none	22	11	6	1.5kg		dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	none
D5-R14	fresh	none	14	11	6	850g		dacite	gray	subangular	opx, cpx, pl, mt	none
D5-R15	fresh (only inside)		15	12	12	1.7kg		tuff	black/white	rounded		

Dredge No. 6

Daiichi Sumisu Knoll

2002.12.14 (1/3) 7:36-9:10

Latitude (N): 31° 32.11'

Longitude (E): 139° 51.26'

Depth (m): 832-677

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
						SiO2						
D6-R01	fresh		24	18	16	3kg		pumice		angular	pl, qtz, opx, mt	
D6-R02	fresh	film	27	18	14	3.4kg		pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	>50%
D6-R03	fresh	none	21	13	10	1.7kg		pumice	white-gray	angular	pl, qtz, opx, mt	80%
D6-R04		none	15	12	9	600g					pl, qtz, opx, mt	
D6-R05	fresh	none	16	12	10	700g	76.2	pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	
D6-R06	fresh	partly	20	15	9	800g		woody pumice	white-black	angular	pl, qtz, opx, mt	80%
D6-R07	fresh	partly film	17	11	9	600g	76.4	pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	>90%
D6-R08	fresh	none	12	10	9	500g		pumice	white/gray	angular	pl, qtz, opx, mt	
D6-R09		partly film	14	13	8	600g		pumice	white/black	angular	pl, qtz, opx, mt	
D6-R10			15	11	11	500g		pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	
D6-R11			4/4	3/4	2/3		61.1	mafic inclusion	black			

Dredge No. 7

2002.12.14 (2/3) 9:38-11:18

Latitude (N): 31° 30.86'

Longitude (E): 139° 48.84'

Depth (m): 760-638

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
						weight	SiO2					
D7-R01	fresh	none	22	16	14	2.5kg	76.4	pumice	white	subangular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R02	fresh	fully covered, film	31	22	18	8kg	76.2	pumice	white	subangular	pl, qtz, opx, mt	<70%
D7-R03	fresh		23	18	14	2.5kg		pumice	white/black	angular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R04	fresh		22	12	10	1.6kg	75.3	pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R05	fresh		23	14	11	1.6kg		pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R06	fresh	none	18	15	14	1.4kg		pumice	white	subangular	pl, qtz, opx, mt	<90%
D7-R07	fresh	partly	17	14	13	1.3kg		pumice	light brown	subangular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R08	fresh	partly	15	9	6	600g		pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R9	fresh	partly	15	10	9	500g		pumice		angular	pl, qtz, opx, mt	
D7-R10	fresh	partly, film	13	10	9	600g		pumice	white	angular	pl, qtz, opx, mt	

Dredge No. 8

2002.12.14 (3/3) 12:54-14:21

Latitude (N): 31° 32.00'

Longitude (E): 140° 01.52'

Depth (m): 754-614

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
						weight	SiO2					
D8-R01	fresh	film	29	16	16	8kg	56.1	andesite	black	angular	pl, opx, mt, cpx	none
D8-R02	fresh	film	29	20	18	9.5kg	56.4	andesite	black	angular	pl, opx, mt, cpx	none
D8-R03	fresh	film	29	17	13	9kg		basalt-andesite	black	angular	pl, opx, mt, cpx	none
D8-R04	fresh	film	13	12	9	1.1kg	56.3	andesite	black	angular	pl, opx, mt, cpx	none
D8-R05	fresh (only inside)	film	11	9	9	700g		dacite	dark gray	subangular	pl, opx, mt, cpx	<3%
D8-R06	fresh (only inside)	film	14	9	8	900g		dacite	black	subrounded-suban	pl, opx, mt, cpx	20%
D8-R07	fresh	none	8	5	3	200g	56.7	andesite	black	subrounded	pl, opx, mt, cpx	30%
D8-R08	fresh	none	9	7	5	200g		pumice	brownish gray	subrounded	aphyric (+pl, cpx, mt)	<20%
D8-R09	fresh	none	12	7	4	100g		pumice	brownish gray	subrounded	aphyric (+pl, cpx, mt)	30%
D8-R10	fresh	none	9	8	4	150g		pumice	brownish gray	subrounded	aphyric (+pl, cpx, mt)	20-30%
D8-R11	?	none	9	8	3	250g			light brown	subangular	aphyric (+pl, cpx, mt)	
D8-R12	fresh	none	9	8	5	200g		pumice	brownish gray	subrounded	aphyric (+pl, cpx, mt)	20%
D8-R13	fresh	none	19	14	10	2.2kg		breccia		subangular		
D8-R14	fresh		19	14	9	1.8kg		breccia		subangular		

Dredge No. 9

2002.12.15 (1/4) 7:21-9:21

Latitude (N): 30° 31.81'

Longitude (E): 140° 20.02'

Depth (m): 640-561

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm					SiO2	wt. %					
D9-R01	fresh	none	15	13	11	1.8kg			basalt?	black	subangular	ol, opx, cpx, pl, mt	<10%
D9-R02		none	31	31	19	19kg			lapilli tuff		subangular		
D9-R03	?	none	14	12	9	900g	74.3		pumice		subangular	pl, opx, cpx, mt	
D9-R04			12	12	7	700g			scoria	black-gray	subrounded		30-50%
D9-R05	altered		13	8	7	550g			pumice		subangular	pl, opx, cpx, mt	<80%
D9-R06	altered												
D9-R06	glass		14	11	8	700g			scoria	brown-light brown	subrounded	> 5mm ol, opx, cpx, pl, mt	<80%
D9-R07			18	12	11	1.1kg			scoria				
D9-R08			10	10	7	400g			scoria	brown-light brown			
D9-R09		none	7	6	4	250g			andesite	gray	subrounded	ol (altered), cpx, pl	
D9-R10	fresh	none	3.5	3.2	3	100g	52		basalt (fragments)	black	subrounded	ol, cpx, pl	20%

Dredge No. 10

2002.12.15 (2/4) 10:02-11:47

Latitude (N): 30° 30.50'

Longitude (E): 140° 15.11'

Depth (m): 574-320

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm					SiO2	wt. %					
D10-R01	fresh?	none	20	18	10	3.5kg	49		scoria	black	angular	ol (skeletal), cpx, pl	<70%
D10-R02	fresh		18	13	8	1.3kg			scoria	black	angular	ol (skeletal), cpx, pl	<80%
D10-R03	fresh	none	15	12	10	1.2kg			scoria	gray	rounded	ol (skeletal), cpx, pl	<60%
D10-R04	fresh		12	9	6	800g	48.9		scoria	black	angular	ol (skeletal), cpx, pl	
D10-R05	fresh	none	15	14	8	1kg			scoria	gray-black	subrounded	ol (skeletal), cpx, pl	<20%
D10-R06	fresh		9	8	6	750g			scoria	dark gray	sunrounded	ol (skeletal), cpx, pl	50%
D10-R07			9	9	8	1.2kg			scoria		subrounded	ol (skeletal), cpx, pl	<50%
D10-R08			9	8	7	500g					subrounded	ol (skeletal), cpx, pl	
D10-R09	weak	none	9	9	7	500g			scoria	black	subangular	ol (skeletal), cpx, pl	<70%
D10-R10			9	8	5	500g			scoria	black	subangular	ol (skeletal), cpx, pl	<50%
D10-R11	fresh		8	6	5	300g			scoria	black	rounded	ol (skeletal), cpx, pl	<50%
D10-R12	fresh		21	16	12	3.8kg			scoria	gray	subrounded	ol (skeletal), cpx, pl	<80%
D10-R13			24	14	11	2.6kg			scoria	gray		ol (skeletal), cpx, pl	<80%
D10-R14			6	4	4	20g			pumice		rounded		

Dredge No. 11

2002.12.15 (3/4) 12:52-14:10

Latitude (N): 30° 30.99'

Longitude (E): 140° 18.02'

Depth (m): 470-295

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm					SiO2	wt. %					
D11-R01	fresh	none	15	12	10	900g	62.6		pumice	ocher	subrounded	opx, cpx, pl, mt	<80%
D11-R02	fresh	none	18	13	8	1.1kg			pumice	ocher	subrounded	opx, cpx, pl, mt	>80%
D11-R03			18	7	6	700g	63.2		pumice	ocher	subangular	opx, cpx, pl, mt	
D11-R04	fresh	none	12	11	6	400g			pumice	ocher		opx, cpx, pl, mt	>80%
D11-R05	fresh		15	8	7	400g			pumice	ocher	subrounded	opx, cpx, pl, mt	
D11-R06	fresh		9	8	6	400g			pumice	ocher		opx, cpx, pl, mt	

D11-R07	fresh		9	7	7	600g	57.1	scoria	gray	rounded	>5 mm ol, cpx, opx, pl, mt	
D11-R08	fresh		9	7	4	300g		scoria	black		>5 mm ol, cpx, opx, pl, mt	
D11-R09	fresh		9	6	5	300g		scoria	gray	angular		20%
D11-R10	fresh	none	10	8	6	500g	60.5	andesite	black	subangular	pl, opx, cpx, +ol	none
D11-R11	fresh	none	7	6	4	200g		scoria	black	subangular		>80%
D11-R12	fresh	none	8	6	5	200g		pumice	ocher	rounded		>80%
D11-R13	fresh	none	11	8	4	200g		pumice	ocher	subrounded		>80%
D11-R14	fresh	none	7	4	4	200g	48.6	basalt	gray	angular	ol, cpx, pl	<20%
D11-R15		none	9	4	3	1kg		tree fragment?	black	angular		
D11-R16			5	4	3	200g		andesite		angular	ol, cpx, opx, pl, mt	
D11-R17	?	none	5	4	3			volcanic ash?	gray	angular		

Dredge No. 12

2002.12.15 (4/4) 14:33-15:56

Latitude (N): 30° 32.37'

Longitude (E): 140° 19.14'

Depth (m): 642-482

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
						SiO <sub>2</sub>						
D12-R01	strong	film	27	19	10	3.6kg		tuff	greenish white	subrounded		
D12-R02	strong	film	24	16	11	4.2kg		tuff	greenish white	subrounded		
D12-R03	strong	film	43	18	18	4.2kg		tuff	greenish white	subangular		
D12-R04	strong	film	17	13	12	2kg		tuff	greenish white	angular		
D12-R05	strong	film	17	11	10	1kg		tuff	greenish white	angular		

Dredge No. 13

2002.12.17 7:30-9:09

Latitude (N): 31° 55.97'

Longitude (E): 140° 23.89'

Depth (m): 577-476

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
						SiO <sub>2</sub>						
D13-R01			31	12	9	3kg		carbonate		angular		
D13-R02			13	11	8	600g		pumice		angular	~1 mm ol, ~5mm cpx, opx, pl, r	<80%
D13-R03			12	8	8	400g		pumice	brown	subangular	~1 mm ol, ~5mm cpx, opx, pl, r	90%
D13-R04			12	10	7	500g			brown	subrounded		90%
D13-R05			5	4	4	100g	72.5	pumice	gray/black		aphyric (pl, cpx, opx)	
D13-R06		none	9	4	4	400g		?	gray	subrounded	pl, px	
D13-R07		none	13	7	8	500g		pumice	gray			<90%
D13-R08			7	6	5	500g		basalt	gray-black		opx, cpx, +ol, pl	<50%
D13-R09	weak	none	7	6	5	300g	57.7	andesite	gray	subrounded	large ol, cpx, opx, pl, mt	10%
D13-R10			8	6	4	300g		dacite	gray	subrounded	pl, px	
D13-R11			5	5	3	200g	48.5	basalt	gray		ol, pl, cpx	<10%

Dredge No. 14

2002.12.18 (1/3) 7:30-9:21

Latitude (N): 30° 29.43'

Torishima Knoll

Longitude (E): 140° 07.09'

Depth (m): 953-738

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm					SiO2						
D14-R01	fresh	none	24	19	16	3.5kg			scoria	black	angular	pl, cpx>opx, mt	<70%
D14-R02		none	22	17	14	1.9kg			scoria	black	angular		70%
D14-R03	fresh		17	12	10	1kg				black	subangular		
D14-R04	fresh	none	20	15	9	1.3kg			scoria	reddish black	subrounded	eroded pl, cpx, opx, mt	70%
D14-R05			16	9	6	700g			scoria	black	subangular		
D14-R06	fresh		14	8	6	700g	66.2		scoria	black	rounded	pl, cpx>opx, mt	70%
D14-R07	fresh		14	8	6	700g				black	rounded		70%
D14-R08			13	11	10	700g			scoria	black	subangular		
D14-R09	fresh	none	7	7	5	200g	64.9		pumice?	brown	rounded	eroded pl, cpx, opx, mt	
D14-R10			9	6	4	100g			pumice	yellowish brown	subrounded		
D14-R11	fresh	none	17	12	8	1.4kg			andesite	black-gray	angular	pl, cpx, opx, mt	none
D14-R12	fresh		8	7	7	600g		63	andesite	black	subrounded	pl, cpx, opx, mt (fresh glass)	none
D14-R13			11	7	6	400g			basalt	black	angular		<50%
D14-R14	fresh		10	5	5	500g			scoria	black			
D14-R15	fresh	none	10	8	4	300g			scoria	black	angular		70%
D14-R16	fresh	none	12	10	7	400g			scoria	black	subrounded		<70%
D14-R17			9	6	4	350g			scoria	black	subangular		<30%
D14-R18	fresh		9	6	6	300g			banded scoria	black/gray			
D14-R19	fresh	none	10	6	4	250g			scoria	black	angular	pl	<70%

Dredge No. 15

2002.12.18 (2/3) 10:25-12:02

Latitude (N): 30° 26.77'

Longitude (E): 140° 20.16'

Depth (m): 791-584

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm					SiO2						
D15-R01	fresh	film	27	21	21	13.5kg			basalt-andesite	gray	subrounded	pl, cpx, ol	weak
D15-R02	fresh	film	24	22	16	10kg			basalt	black	rounded	pl, px, (ol)	20%
D15-R03	fresh	film	23	15	15	6.5kg	56.5		andesite	black	subangular	pl, cpx, opx	none
D15-R04	fresh	film	16	9	6	1kg	50.9		basalt	black	angular	pl, ol (1-2 mm)	none
D15-R05	fresh	film	13	11	5	900g			basalt	gray	subangular	pl, px	weak
D15-R06	weak	film	12	9	7	800g			basalt-andesite	gray	subrounded	pl, px, ol	none
D15-R07	fresh	film	13	8	6	700g				gray	subangular	pl, ol, +cpx	10%
D15-R08	fresh	film	11	8	5	500g	71.9		basalt	black	subangular	pl, opx, cpx	none
D15-R09	fresh	none	12	11	6	900g			basalt-andesite	gray	subangular	pl, ol, cpx (~5mm)	weak
D15-R10	weak	film	11	8	6	700g			basalt-andesite	gray	subrounded	pl, px, ol	weak
D15-R11	fresh	film	9	9	6	600g			basalt-andesite	red	subangular	pl, cpx	20%
D15-R12	fresh	film	9	8	8	350g			basalt	black	subrounded	pl, cpx	weak
D15-R13	weak	film	9	8	4	400g			subangular	black	subangular	pl	30%
D15-R14	fresh	film	8	7	6	500g	48.6		basalt-andesite	dark gray	subangular	pl, ol, +cpx	weak
D15-R15	fresh	film	12	6	5	500g			basalt	light gray	subangular	pl, cpx, ol	5%

Dredge No. 16

2002.12.18 (3/3) 13:09-14:36

Latitude (N): 30° 31.97'  
Depth (m): 603-343

Longitude (E): 140° 14.59'

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm				SiO2						
D16-R01	altered	none	14	8	8	700g		pumice	yellowish brown	rounded	cpx	<80%
D16-R02	altered	none	10	9	7	400g		pumice	brown	angular	pl, cpx	

Dredge No. 17  
2002.12.19 12:51-14:15  
Latitude (N): 30° 26.82'  
Depth (m): 594-540

Longitude (E): 140° 17.62'

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm				SiO2						
D17-R01		none	8	6	3	100g		basalt	black	subangular	pl>30%	
D17-R02	fresh	none	6	5	3	100g		scoria	black	subangular		>70%

Dredge No. 18  
2002.12.20 (1/2) 7:26-9:33  
Latitude (N): 30° 26.91'  
Depth (m): 1012-?

Longitude (E): 140° 14.86'

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm				SiO2						
D18-R01	fresh	none	10	8	6	500g		scoria	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	>50%
D18-R02	fresh	none	13	7	6	400g		scoria	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	<50%
D18-R03	fresh	none	11	8	8	600g	49.3	scoria	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	<50%
D18-R04	fresh	none	12	9	7	500g	49.3	basalt	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	
D18-R05	fresh	none	11	7	4	300g			black	angular	pl, skeletal ol, cpx	<50%
D18-R06	fresh	none	9	7	3	300g		scoria	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	>50%
D18-R07	weak	none	7	6	5	300g		scoria	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	<50%
D18-R08	fresh	none	7	6	6	250g		scoria	black	angular	pl, skeletal ol, cpx	>50%
D18-R09	fresh	none	8	5	4	150g		scoria	black	rough surface	pl, skeletal ol, cpx	70%
D18-R10	fresh	none	9	7	5	200g	49.4	scoria	black	rough surface	pl, skeletal ol, cpx	<50%

Dredge No. 19  
2002.12.20 (2/2) 10:12-12:08  
Latitude (N): 30° 27.61'  
Depth (m): 1068-1012

Longitude (E): 140° 23.46'

sample No.	alteration	Mn coating	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	wt. %		rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
		thickness mm				SiO2						
D19-R01	fresh	none	23	16	15	31kg	72.6	andesite	gray	subangular	aphyric, opx, cpx, pl, mt, qtz	none
D19-R02	none	none	23	15	14	3.4kg		volcnic breccia	yellowish brown	subangular		none
D19-R03	fresh	none	15	12	10	700g	69.3	pumice	light gray	subrounded	pl, opx, cpx, mt	
D19-R04	fresh	none	12	10	7	400g	70.9	pumice	light gray	subrounded	pl, opx, cpx, mt	
D19-R05	fresh	none	10	9	9	400g						weak
D19-R06	fresh	none	9	8	7	300g		pumice	gray	subrounded		
D19-R07	fresh	none	11	8	6	300g		pumice	gray			



D19-R08	fresh		9	6	5	100g	pumice	gray		aphyric	weak
D19-R09			8	6	7	300g	scoria	black	subangular	ol	<50%
D19-R10	fresh		11	8	6	500g	andesite	dark gray	subrounded	two-px andesite	
D19-R11			9	7	5	300g	55.7 andesite		subrounded	two-px andesite (opx, cpx, pl, mt)	
D19-R12	fresh		9	6	4	400g	51.3 basalt	dark gray	subangular	ol, cpx, pl	
D19-R13			9	5	4	250g	basalt	black	rounded	ol, cpx, pl	

Dredge No. 20

2002.12.21 16:13-17:04

Latitude (N): 30° 25.40'

Longitude (E): 140° 27.27'

Depth (m): 1211-1167

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. % SiO <sub>2</sub>	rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
D20-R01	weak	film	7	9	3	200g		pumice	gray	subrounded		<70%
D20-R02	weak	film	7	5	5	100g		pumice	gray	rounded		<70%

Dredge No. 21

2002.12.25 13:19-15:54

Latitude (N): 30° 34.82'

Longitude (E): 140° 20.07'

Depth (m): 640-577

sample No.	alteration	Mn coating thickness mm	size X (cm)	size Y (cm)	size Z (cm)	weight	wt. % SiO <sub>2</sub>	rock type	colour	shape	phenocrysts	vesiculation
D21-R01	fresh	inside	13	9	9	1kg	67.6	andesite	gray	subrounded	aphyric (opx, cpx, pl, mt)	<30%
D21-R02	weak	inside	12	8	8	500g		pumice	dark yellow	rounded		
D21-R03	weak	inside	12	8	7	400g		pumice	gray-dark yellow	rounded		
D21-R04		inside	8	6	3	200g		pumice	rounded			
D21-R05	fresh	inside	7	6	6	200g		pumice	gray	rounded		
D21-R06		inside	11	10	7	400g		pumice	brown-yellow	rounded		
D21-R07		inside	8	7	6	250g		pumice		rounded		
D21-R08		inside	9	4	4	250g		lapilli tuff	black			
D21-R09	fresh	inside	8	7	4	300g		basalt	gray	subrounded	ol (altered), cpx, pl	
D21-R10	fresh	inside	7	5	4	150g	74.8	pumice	gray	rounded	cpx, pl	