

火山活動史の編纂手法に関する調査

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1996年 1月

株式会社 ダイヤコンサルタント

©核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1996

本文の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

PNC TJ7308 96-002

火山活動史の編纂手法に関する調査

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1996年 1月

株式会社 ダイヤコンサルタント

PNC TJ7308 96-002

1 9 9 6 年 1 月

火山活動史の編纂手法に関する調査

米田 茂夫*・古澤 明*

要 旨

将来の火山活動の再開の可能性、再開した場合の活動の規模・様式を予測する上で、過去の活動の履歴(火山活動史)は重要な情報源となるため、過去のイベントを精度よく捉え、詳細な火山活動史を編纂することが必要となる。

本調査は、平成6年度に実施した別府湾におけるピストンコアの火山灰分析結果を用いて、別府湾周辺の火山を対象に、アカホヤ火山灰堆積以降(6,300年前)の活動史の編纂、及びピストンコア試料を用いた火山活動史編纂手法の適用条件・編纂精度の検討を目的に実施した。

調査の内容は、由布・鶴見岳、九重山周辺、阿蘇山周辺を対象とした火山灰調査と、その際採取した100試料の火山灰の火山灰分析及び屈折率測定である。調査の結果では、別府湾のG-5、G-6火山灰は阿蘇山起源の火山灰に、M-3火山灰は由布岳起源の火山灰に、G-4及びB-1火山灰は久重連山起源の火山灰に対比できる可能性が高いことが判明した。

このことは、ピストンコア試料中の火山灰分析が、ピストンコア採取地点周辺の火山活動を検討する上で、有効な手法であることを示すものであり、火山が存在する近傍に水域がある場合には、火山活動史編纂の一手法として、ピストンコアの火山灰分析は極めて有効であるといえる。

本報告書は株式会社ダイヤコンサルタントが動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した調査の成果である。

契約番号：07C0750

事業団担当部課室および担当者：東濃地科学センター 地層科学研究開発室

*株式会社ダイヤコンサルタント 名古屋支店

January, 1996

Investigation about editing technique of history of volcanic activity

Shigeo Yoneda*

Akira Furusawa*

ABSTRACT

The history of past activity(volcano activity history of volcano activity) is the important source of information when predicts possibility of reopening of volcano activity of future, scale/a style of activity at having reopened.

On this account, precision catches a past event well and needs to come to edit a history of detailed volcano activity.

This investigation aimed at the volcano that Beppu Bay was peripheral with volcanic ashes analysis result of piston core in Beppu Bay executed in 1994, and application condition of history of editing of thing of history AKAHOYA volcanic ashes accumulation after activity and examination of editing precision for a purpose.

An object and volcanic ashes investigation done and volcanic ashes of the case 100 sample gathered analyze M.T YUFU Tsurumi, M.T KUJYU, M.T ASO and contents of investigation are the refraction rate measurement.

On examination, the thing that the possibility that M.T KUJYU were by comparison in the volcanic ashes which spouted out M.T YUFU 4 and B-1 volcanic ashes in the volcanic ashes which spouted out M.T ASO was high was known in G-5 of Beppu Bay, G-6 volcanic ashes.

When volcanic ashes analysis in piston core examines volcano activity of piston core collection spot outskirts, this thing shows that it is effective technique.

In other words a volcano existing when there is are of the sea near, can be when volcanic ashes analysis of piston core is extremely effective as the only thing of history of volcano activity editing method.

Work performed by Dia Consultants Co., Ltd. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

PNC Liaison : Geological Environment Research Section, Tono Geoscience Center

* Dia Consultants Co., Ltd., Nagoya Office

目 次

1. 調査概要	-----	1
2. 分析方法	-----	2
3. 分析結果	-----	16
3.1 別府湾における完新世の火山灰層序	-----	16
3.2 鉱物分析結果	-----	23
2.a 阿蘇山噴出物	-----	25
2.b くじゅう連山噴出物	-----	33
2.c 由布岳噴出物	-----	54
4. 考 察	-----	63
4.1 各火山の噴出物の特徴	-----	63
1.a 阿蘇山	-----	63
1.b くじゅう連山	-----	64
1.c 由布岳	-----	65
4.2 別府湾の各火山灰への対比	-----	66
2.a 火山灰NAMI-4, K-2火山灰への対比	-----	66
2.b M-3火山灰のLOC S-3=由布岳(YA1)火山灰への対比	-----	68
2.c G-4火山灰のKJA8火山灰への対比	-----	70
2.d B-1火山灰のKJA9火山灰への対比	-----	72
2.e G-5火山灰のNAMI-6火山灰への対比	-----	73
4.3 別府湾のコアから見た九州中部の火山活動	-----	76
5. まとめと今後の課題	-----	77
5.1 手法の適応条件及び編纂精度についての検討	-----	77
5.2 今後の課題	-----	79

1. 調査概要

1) 調査件名

火山活動史の編纂手法に関する調査

2) 調査目的

将来の火山活動の可能性、再開した場合の活動の規模・様式を予測する上で、過去の活動の履歴(火山活動史)は重要な情報となるため、過去のイベントを精度良く捉え、詳細な火山活動史を編纂することが必要となる。

本調査は、平成6年度に実施した別府湾におけるピストンコアサンプルの火山灰分析結果を用いて、別府湾周辺の火山(由布・鶴見火山、九重火山、阿蘇火山)を対象に、アカホヤ火山灰堆積以降(6,300年前)の活動史の編纂(活動年代、活動様式、噴出物の分布、噴出量など)、及びその結果を踏まえ、ピストンコアで採取した海底堆積物を用いた場合の活動史編纂手法の適用条件、及び編纂精度について検討することである。

3) 作業範囲

1. 火山地質調査
2. 火山灰分析
3. 火山活動史の編纂手法に関する検討
4. 報告書の作成

4) 調査期間

自：平成 7年 8月19日

至：平成 8年 1月31日

5) 調査数量

調査数量は、表1.1に示すとおりである。

表1.1 調査数量表

試料SITE	阿蘇山周辺	くじゅう連山周辺	由布岳周辺	合計
前処理(#250~150篩分け及び洗浄)	14試料	55試料	34試料	100 試料
プレパラート作成	14試料	55試料	34試料	100 試料
鉱物組成分析	14試料	55試料	34試料	100 試料
火山灰ガラス屈折率測定	11試料	26試料	63試料	100 試料
斜方輝石屈折率測定	2試料	2試料	2試料	6 試料

5) 委託者

動力炉・核燃料開発事業団 東濃地科学センター 地層科学研究開発室

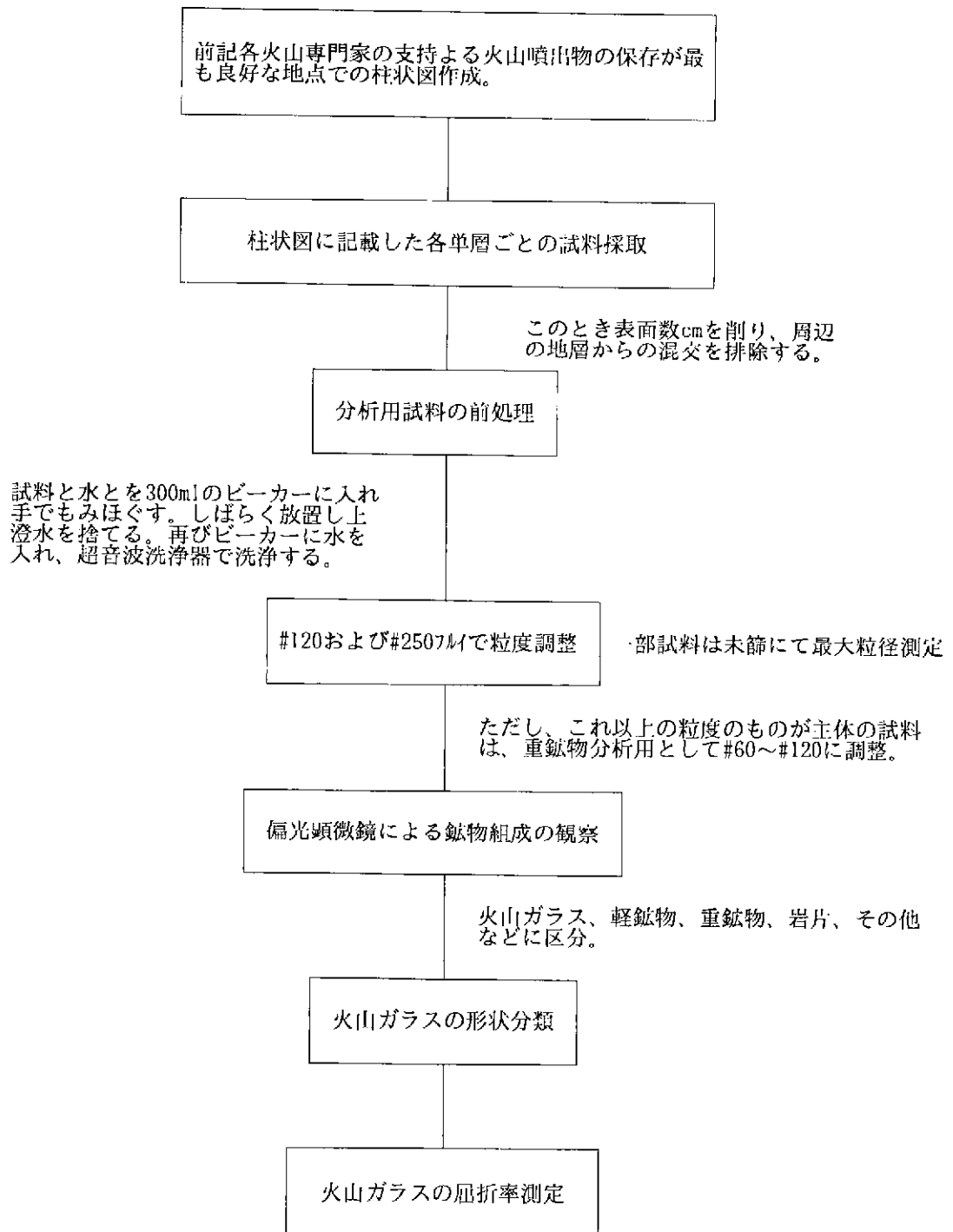
6) 受託者

株式会社ダイヤコンサルタント 名古屋支店

2. 分析方法

フロー

以下に示す分析フローチャートに従い分析を行った。



温度変化型屈折率測定装置にて、30個を口処に測定

偏光顕微鏡による鉱物分析方法

本分析では、主に火山噴出物を検出する事を目的としている。また、事前の概略検鏡では広域テフラによくみられるタイプの火山ガラスのほかにローカルな火山噴出物で発泡の痕跡がみられないものを多く含むことが判明した。また、前回調査により、火山ガラスの屈折率が1.54をこえる非常に高い値の greenis brown volcanic glass (淡緑褐色火山ガラス) が含まれていることが判明している。このため、洗浄した試料は光学レンズ用エポキシ接着剤 (屈折率1.54程度) で封入し、ベツケラインをみながらこのガラスの存在を識別した。

以上の状況および過去の分析方法 (岡村ほか, 1992) を基に、今回の検鏡では表2-1に示す項目に鉱物を区分した。

岡村ほか(1992)およびTakemura(1995)と異なる点は、表2-1に示す鉱物の区分方法にある。一般に火山灰分析を含む砂成分の分析では、識別できる出現鉱物を全て同定し定量的に記録する。ただし、これをまとめる際には、目的に適応した有意で最小の区分を用いる。

今回の区分もこの一般的な手法に基づいて表2-1のような識別可能な鉱物の種類を最も簡単に火山灰識別に有意な表現に区分した。

表2-1 今回の鉱物区分方法

GLASS						CRYSTAL								
Colorless		Brown		Green		MIN	LIG	VOL	OTH	HEA M				
BOB	PUS	BOB	OTH	BOB	OTH	+	M	ROCK		0px	Cpx	Ho	BHo	OTH

火山ガラス (GLASS)

火山ガラスは無色透明(Colorless)、淡褐色透明(Brown)、淡緑褐色透明(Green)に区分し、さらにそれぞれを発泡跡のあるもの(BOB)とないもの(OTH)に区分した。また、無色透明なガラスについては色の付いたガラスでの発泡跡のあるもの(BOB)をさらに吉川(1976)に従い大径 (扁平型: 平板状で突起が少ない平滑なガラス) のもの(BOB)、中径 (中間型: 扁平型と多孔質型との中間的な性質のガラス) のもの(PUL)、小径 (多孔質型: 気泡を多く含み非常に密に曲線状、直線状突起が存在するガラス) のもの(PUS)に細分した。

結晶(CRYSTAL)

結晶は無色透明無発泡ガラス中に微小結晶が封入されているもの(MIN +)、石英・長石類(LIG M)、微小な結晶の集まりで僅かにガラスが繋ぎとなる火山岩片(VOL ROCK)、風化粒や岩片などその他(OTH)、重鉱物(HEA M)に区分した。また、重鉱物は斜方輝石 (0px)、単斜輝石 (Cpx)、緑~褐色普通角閃石 (Ho)、酸化角閃石 (Bho)、その他 (OTH) に細分した。

木片や骨針などの生物遺骸についてはまとめてBIOと区分した。

鉱物の種類概要

火山ガラス

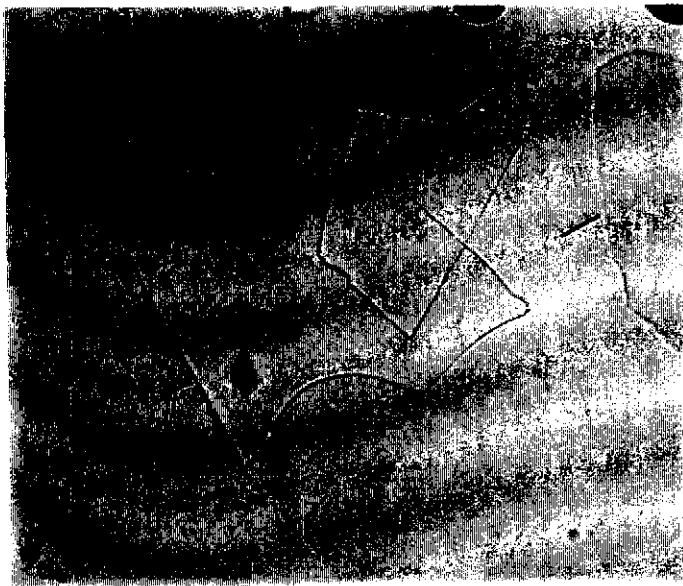
火山ガラスは無色透明(Colorless)、淡褐色透明(Brown)、淡緑褐色透明(Green)に区分し、それぞれ発泡跡のあるもの(BOB)とないもの(OTH)に区分した。また、無色透明なガラスについては発泡跡のあるものさらに大径のもの(BOB)、中径のもの(PUL)、小径のもの(PUS)に細分した。

それぞれを図2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6に示す。

結晶(CRYSTAL)

結晶は無色透明無発泡ガラス中に微小結晶が封入されているもの(MIN +)、石英・長石類(LIG M)、重鉱物(HEA M)、微小な結晶の集まりで僅かにガラスが繋ぎとなる火山岩片(VOL ROCK)、風化粒や岩片などその他(OTH)に区分した。それぞれを図2.7, 2.8, 2.9, 2.10に示す。

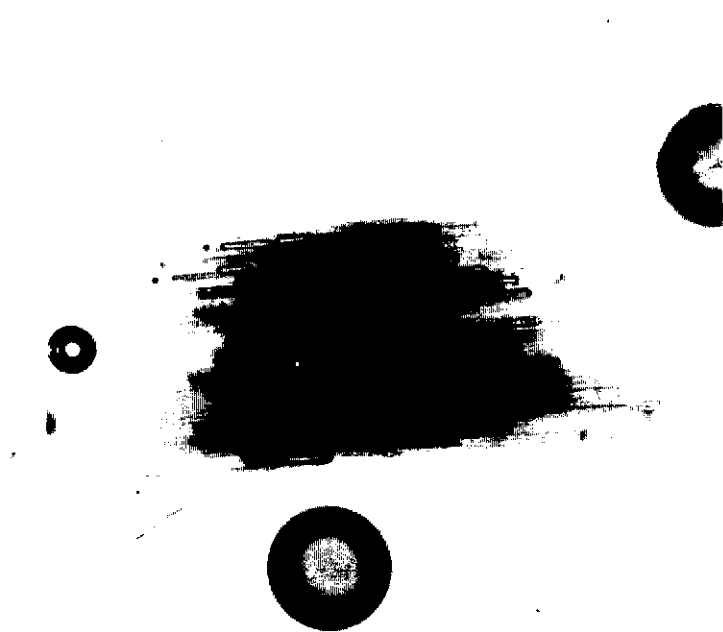
無色透明(Colorless)火山ガラス



無色透明ガラス(BOB):site-0 13-8L



無色透明ガラス(PUL):site-P 15-10



無色透明ガラス(PUS):site-P 11-5LL



無色透明ガラス(OTH):site-P 15-8

図2.1

淡褐色透明(Brown)火山ガラス



淡褐色透明ガラス(B0B):site-0 13-8L



淡褐色透明ガラス(0TH):site-0 2-9

淡褐色透明ガラス(0TH):site-P 3-3

図2.2



淡褐色透明ガラス(0TH) : site-0 9-6



淡褐色透明ガラス(0TH) : site-0 8-6

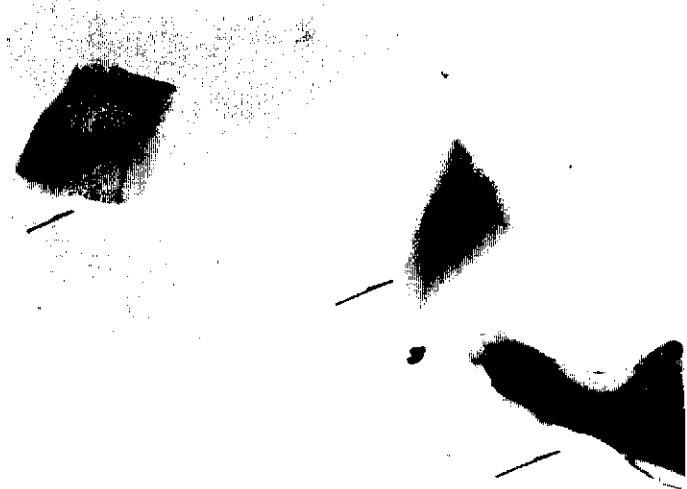


淡褐色透明ガラス(0TH) : site-0 11-1

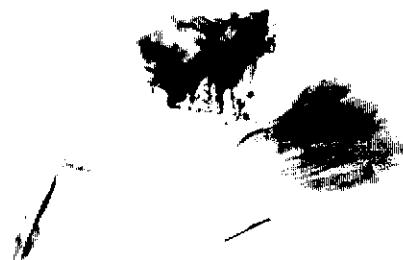


淡褐色透明ガラス(0TH) : site-0 9-5

淡緑褐色透明 (Green) 火山ガラス



淡緑褐色透明ガラス (B0B) : site-0 2-11




淡緑褐色透明ガラス (B0B) : site-P 3-5




淡緑褐色透明ガラス (B0B) : site-0 8-1




淡緑褐色透明ガラス (B0B) : site-P 6-10




淡緑褐色透明ガラス(B0B) : site-0 12-7



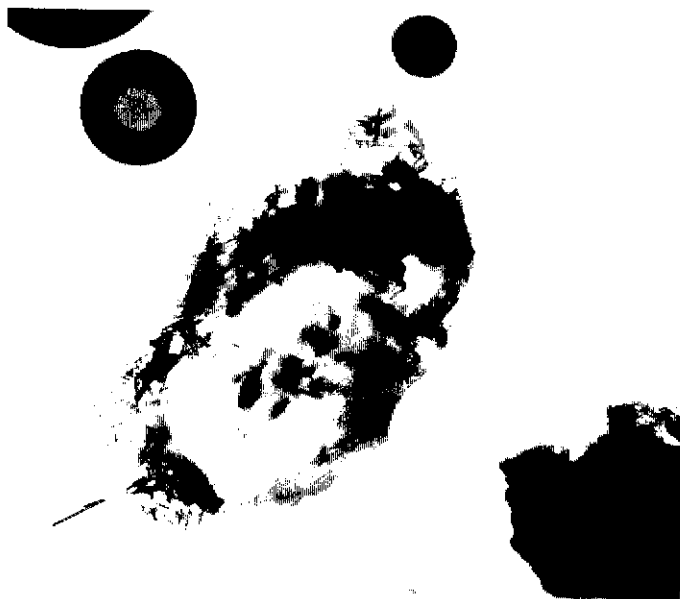
淡緑褐色透明ガラス(B0B) : site-P 10-4



淡緑褐色透明ガラス(B0B) : site-0 14-1



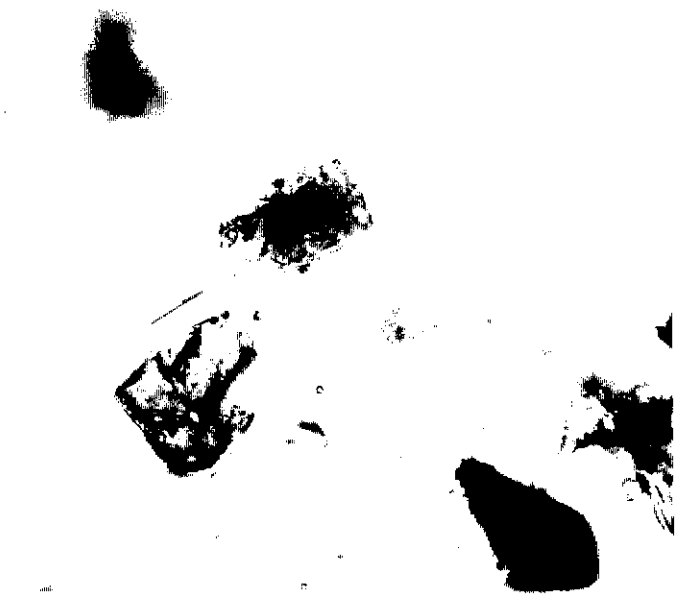
淡緑褐色透明ガラス(B0B) : site-P 11-8



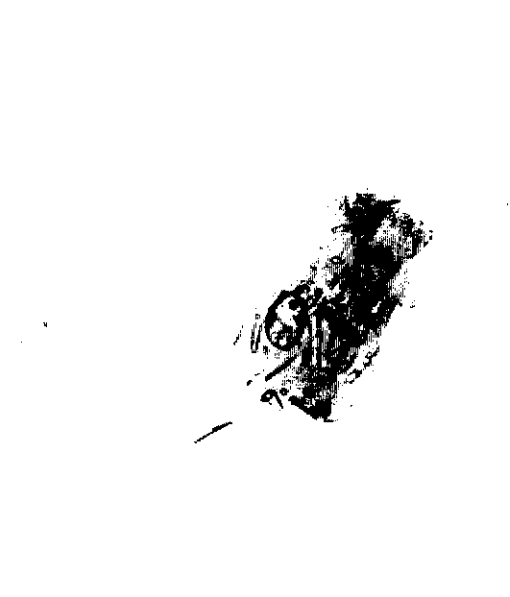
淡緑褐色透明ガラス(OTH):site-0 12-8



淡緑褐色透明ガラス(OTH):site-P 10-4



淡緑褐色透明ガラス(OTH):site-0 17-7



淡緑褐色透明ガラス(OTH):site-P 14-7

無色透明無発泡ガラス中に微小結晶が封入されているもの(MIN +)



MIN +:site-0 3-10

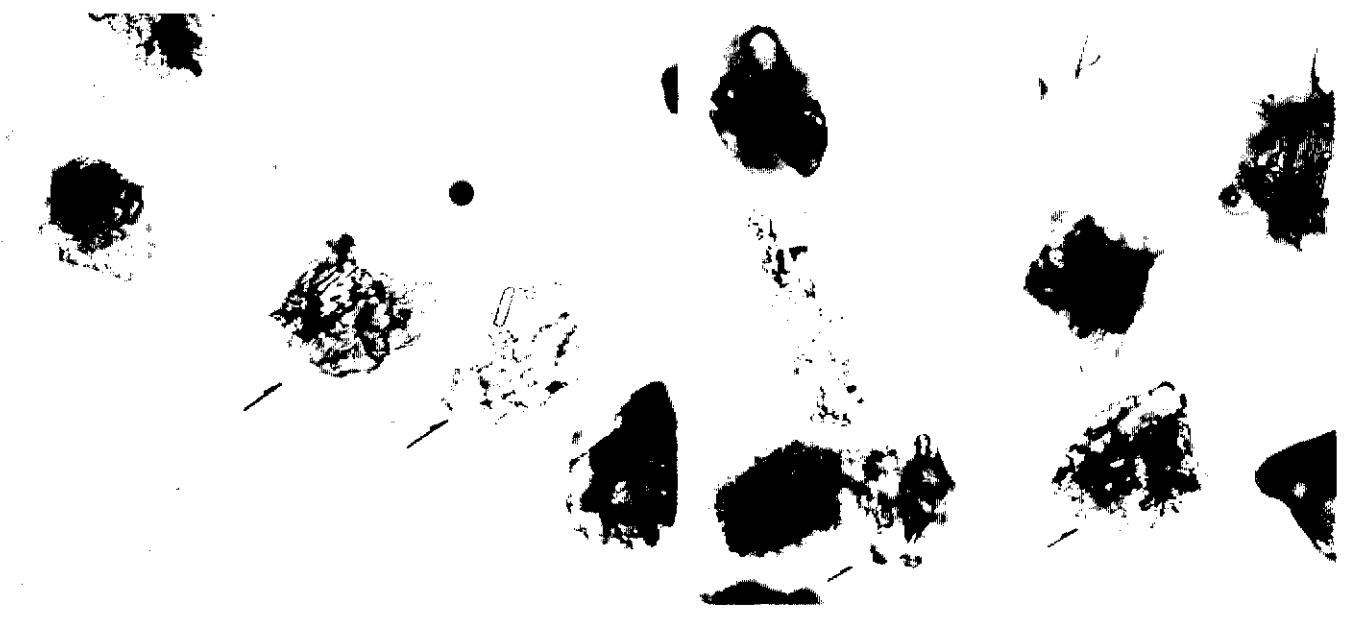
MIN +:site-P 5-1



MIN +:site-0 13-3

MIN +:site-P 11-1

図2.7

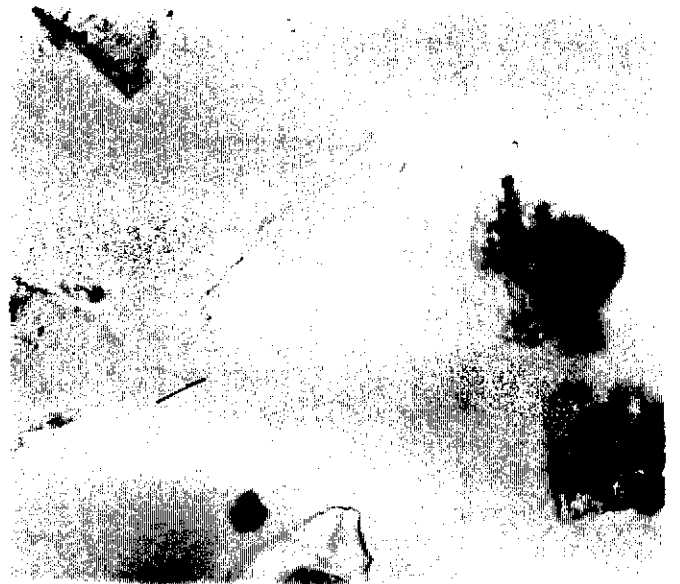
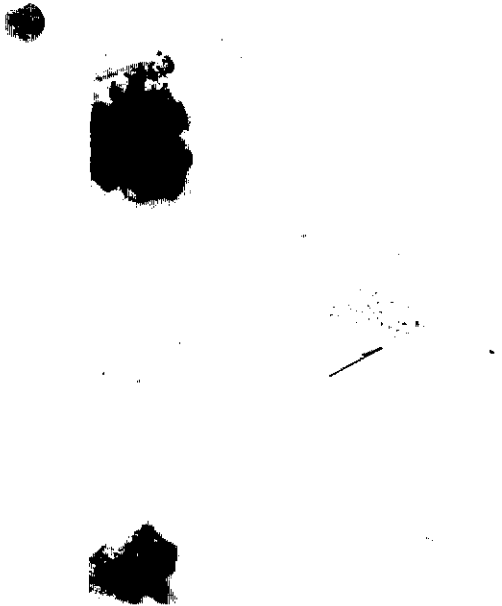


MIN + site 0 14-20

MIN + site 2 11-16

0.1mm

石英・長石類(LIG M)



石英:site-0 15-4

長石類:site-2 14-7

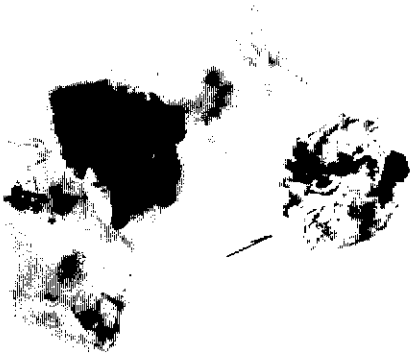
重鈦物(HEA M)



重鈦物(普通角閃石)*:site-0 6-3

重鈦物(斜方輝石):site P 11-5L

火山岩片 (VOL ROCK)



火山岩片:site-0 14-40

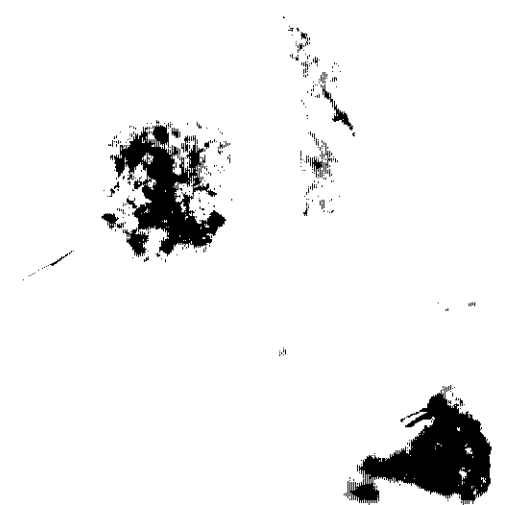
風化粒や岩片などその他 (OTH)



火山岩片:site-P 2-9



風化粒:site-0 13-2



岩片:site-P 12-5

屈折率測定

(装置の仕様)

測定には、浸液の温度を直接測定しつつ屈折率を測定する温度変化型測定装置“MAIOT”^{マイオット}を使用した(図2-22参照)。測定精度は火山ガラスで±0.0001程度である(古澤,1995)。

顕微鏡は、NIKON顕微鏡X2シリーズ(偏光・位相差装置装置付)、位相差用対物レンズ(10倍)、光源は12V100Wハロゲンランプ、全誘電体干渉フィルター(589.3nm)を使用した。温度変化装置として全面等温度透明加温板(0.1℃の精度で制御可能)、プログラム温度コントローラー(0.1℃の精度で制御可能)、高感度熱電対(0.1℃の精度で測定可能)、パーソナルコンピューターを使用した。

以下に測定の手順を示す。

顕微鏡ステージ上に設置した加温板に、浸液と試料および熱電対とを密封したごく薄いカプセルを載せる。カプセルは、大きさ18×24mm、厚さ0.12~0.17mmのガラス板(下板)と、直径18mmで同じ厚さのガラス板(上板)との間に、熱伝導性の高いシーリング材を使用して浸液と試料および熱電対を密封したもので、総厚が0.5~0.6mm程度である。つぎに、加温板の温度を制御して、ほぼ一定の温度変化速度で、浸液および試料の温度を室温~60℃の範囲で変化させる。この様子を、位相差状態の顕微鏡に取り付けたカラービデオカメラでパーソナルコンピューターに入力し、モニターに出力する。出力される映像には、浸液内に封入した熱電対で計測される温度、測定回数、既に測定された粒子の位置などを表示する。この映像を観察しながら、ガラスの輪郭が消失する温度を測定・記録する。この作業を温度上昇時と下降時の2回行い、両値の平均値をとって測定値とする。屈折率は、あらかじめ作成した各浸液の温度と屈折率との一次式から変換する。測定回数はガラスが30片斜方輝石が10片を目標とした。

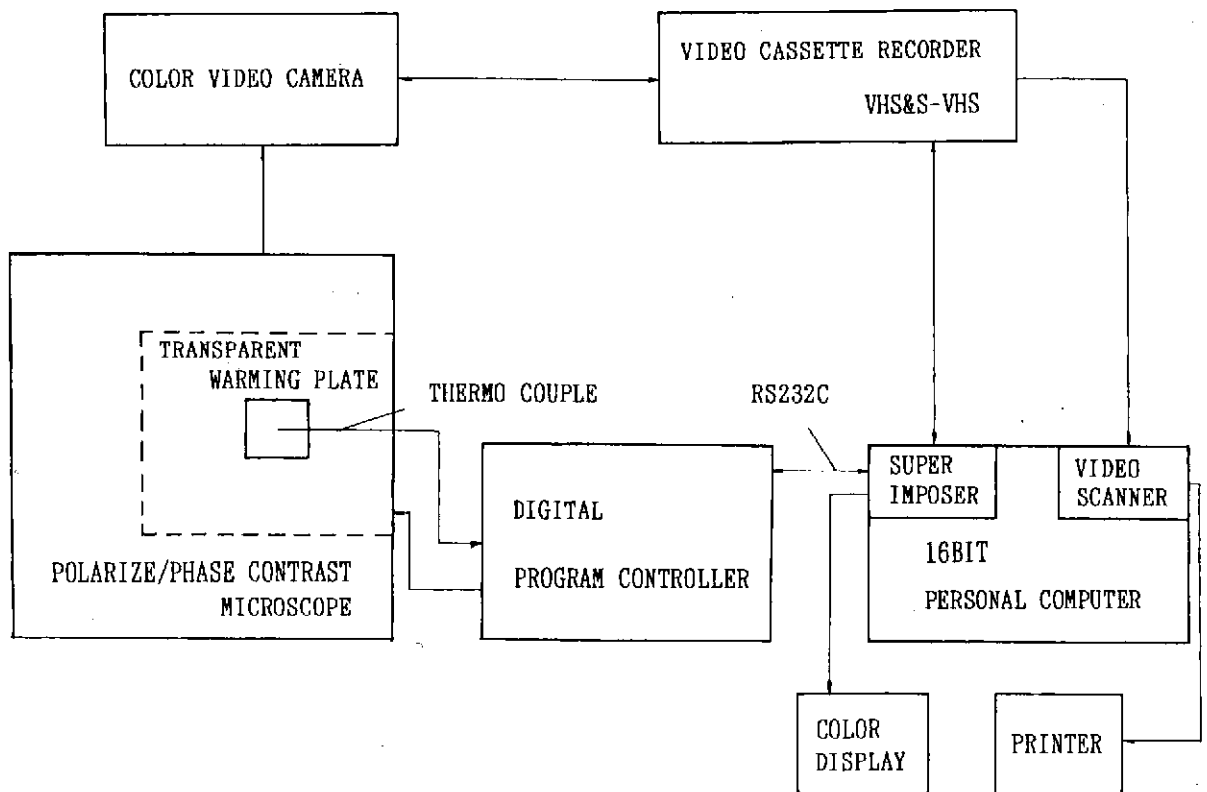


図2.11 温度変化型屈折率測定概念図

3. 分析結果

3-1. 別府湾における完新世の火山灰層序

別府湾におけるコア中にはその形態、屈折率などが特徴的である火山灰を識別している。これらは、淡緑褐色透明発泡ガラス多産層準、淡緑褐色透明無発泡ガラス多産層準、淡褐色透明無発泡ガラス多産層準および微小結晶封入無色透明無発泡ガラス多産層準に区分できる。淡緑褐色のものはG-、淡褐色のものはB-、無色のものはM-層準とそれぞれ記載した。

Site-0

淡緑褐色透明発泡ガラス多産層準

G-3層準は14-1～14-2、G-5層準は6-10～9-1、G-6層準は2-11～3-1である。

淡緑褐色透明無発泡ガラス多産層準

G-1層準は17-7、G-4層準は12-7～12-9である。

淡褐色透明無発泡ガラス多産層準

B-1層準は11-1～11-3、B-2層準は9-5～9-6、B-3層準は2-9～2-11である。

微小結晶封入無色透明無発泡ガラス多産層準

M-1層準は14-4U、M-2層準は13-2～13-3、M-3層準3-10～4-1はである。

以上の火山灰層準を屈折率測定結果と併せて図3.1「Site-0の火山灰層序およびその屈折率」に示す。

Site-P

淡褐色透明無発泡ガラス多産層準

B-1層準は9-5～9-6、B-2層準は8-5～8-6、B-3層準は3-2～3-3である。

淡緑褐色透明発泡ガラス多産層準

G-3層準は11-8～11-9、G-5層準は6-9～7-9、G-6層準は3-5～3-5Tである。

淡緑褐色透明無発泡ガラス多産層準

G-1層準は14-7、G-4層準は10-4～10-5である。

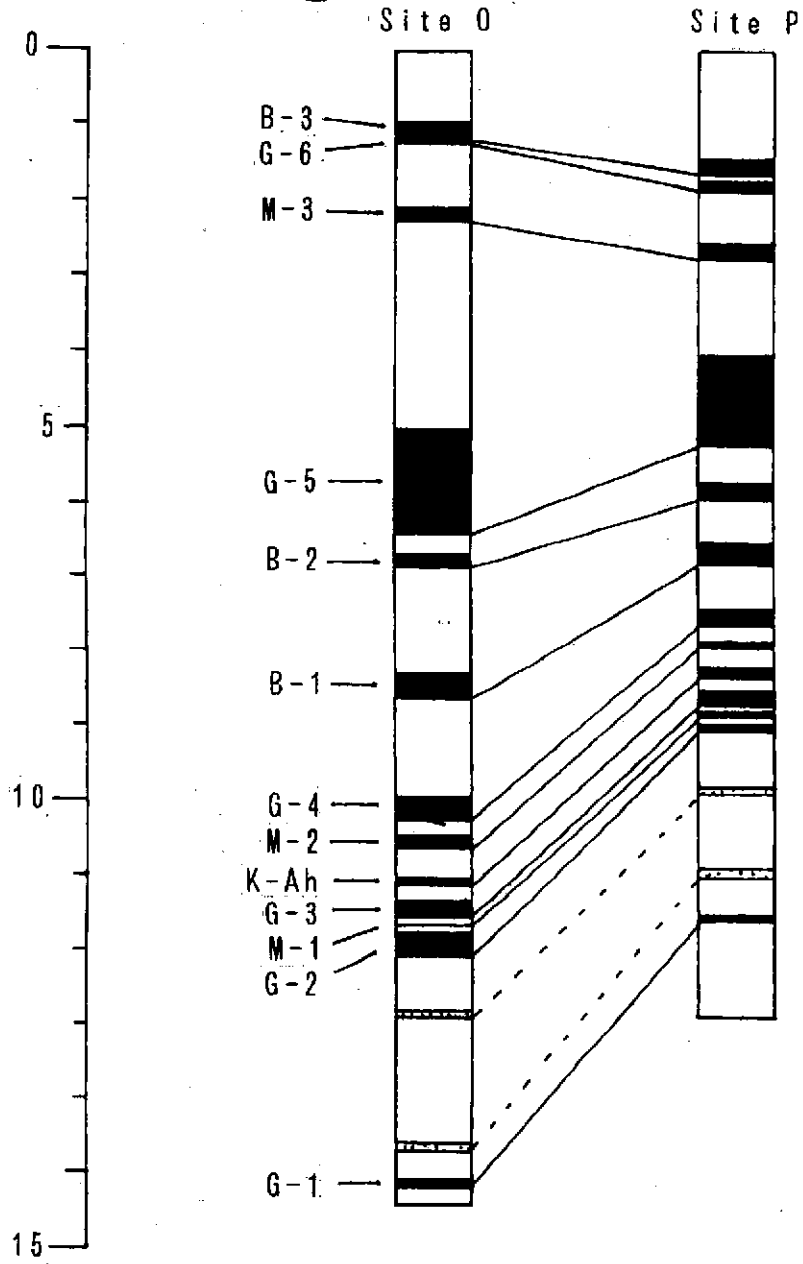
微小結晶封入無色透明無発泡ガラス多産層準

M-1層準は11-10、M-2層準は11-1、M-3層準4-5～5-1はである。

以上の火山灰層準を屈折率測定結果と併せて図3-2「Site-Pの火山灰層序およびその屈折率」に示す。

深度 (m)

火山灰名



G-1

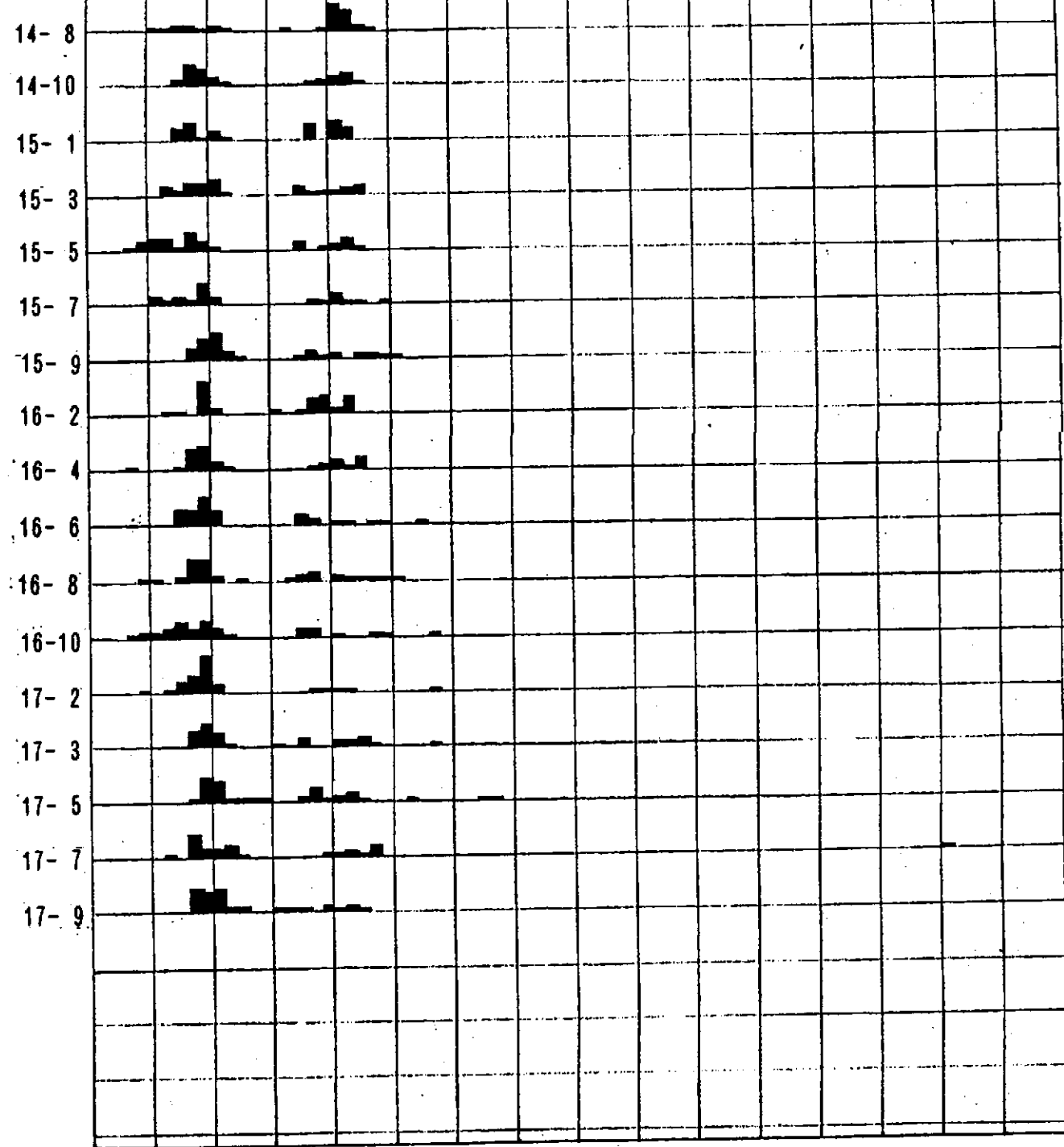


図3.1 Site 0の火山灰層序と屈折率

G-1

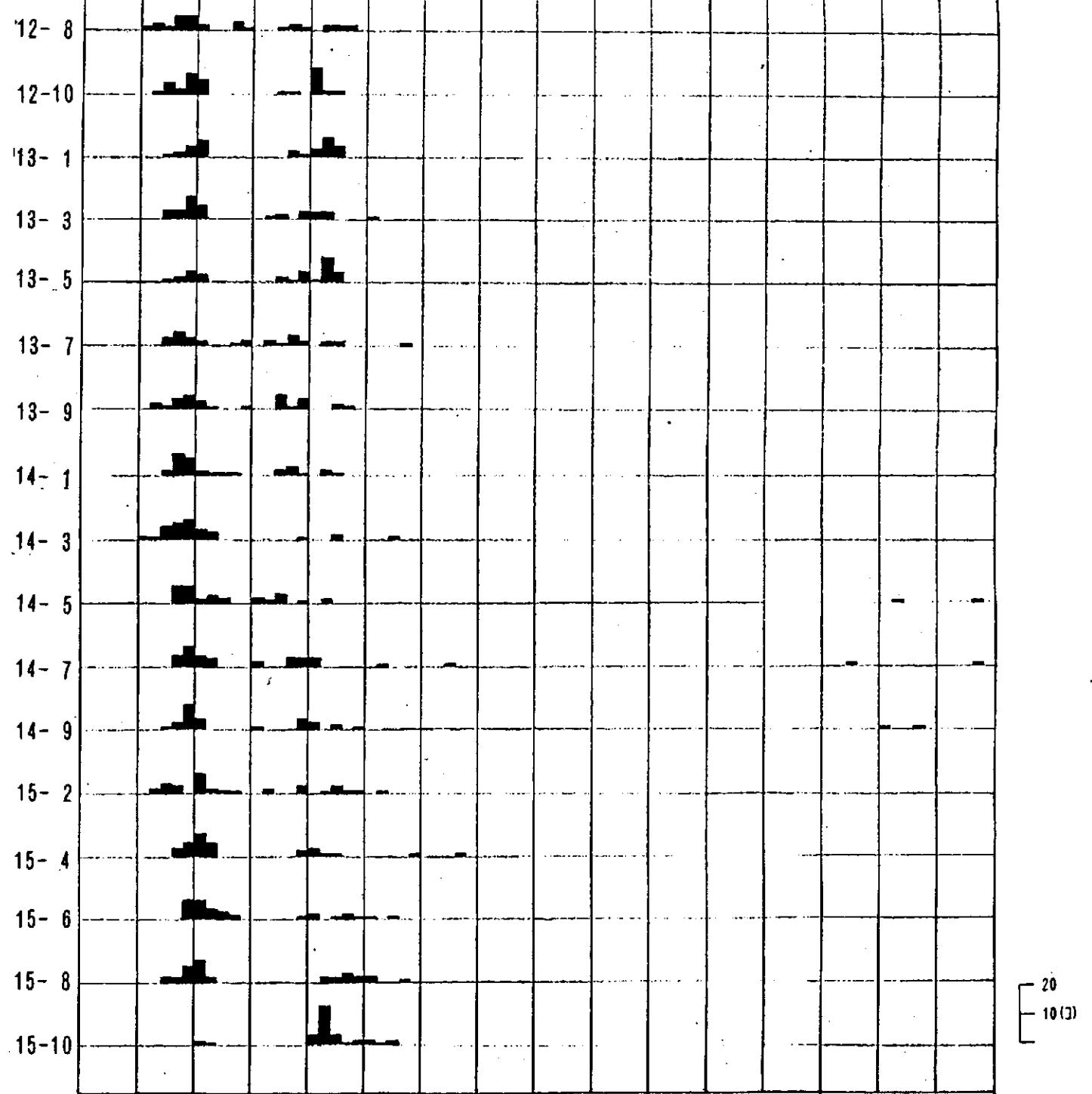


図3-2 Site Pの火山灰層序と屈折率

各火山灰層の性質 (K-Ah火山灰以降)

M-2火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は無色透明である。この部分の屈折率は1.496～1.503であり、概ね流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

図版3.1.1, 3.1.2, 3.1.3に顕微鏡写真を貼付する。

G-4火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラス（一部不明瞭な発泡もみられる）である（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡緑褐色透明である。この部分の屈折率は1.547～1.563（わずかに1粒子1.570のものが混入）の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.554～1.557である。G-1～5層準のうち最も低い値を示す。概ね安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

図版3.1.4, 3.1.5, 3.1.6に顕微鏡写真を貼付する。

B-1火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡褐色半透明である。色調からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

図版3.1.7, 3.1.8, 3.1.9, 3.1.10に顕微鏡写真を貼付する。

B-2火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡褐色透明～半透明である（半透明なものが非常に少ない点においてB-1とは異なる）。色調からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・

斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

図版3.1.11, 3.1.12, 3.1.13, 3.1.14に顕微鏡写真を貼付する。

G-5火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を少量～やや多く含む無発泡および不明瞭～やや明瞭なバブルウォールタイプ発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡緑褐色透明である。G-3, 6に比しやや褐色が強く鈍い色調である。この色調のガラスの屈折率は1.554～1.572の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.563～1.564である。概ね安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

図版3.1.15, 3.1.16に顕微鏡写真を貼付する。

M-3火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は無色透明である。この部分の屈折率は1.493～1.504であり、概ね流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられないおよびみられるものが混在し、直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石、長石類および酸化角閃石を主体としていることから、これらの微結晶の多くは無色～淡緑色のものが斜方・斜方輝石および長石類と、褐色のものが酸化角閃石などであると考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

図版3.1.17, 3.1.18に顕微鏡写真を貼付する。

G-6火山灰

本火山灰は明瞭なバブルウォールタイプ発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡緑褐色透明である。G-3, 6に比しやや褐色が弱く澄んだ色調である。この色調のガラスの屈折率は1.558～1.566の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.560である。値は1.560付近に集中している。概ね安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。

図版3.1.19, 3.1.20に顕微鏡写真を貼付する。

B-3火山灰

本火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無発泡火山ガラスである（巻末偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡褐色半透明である。色調からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

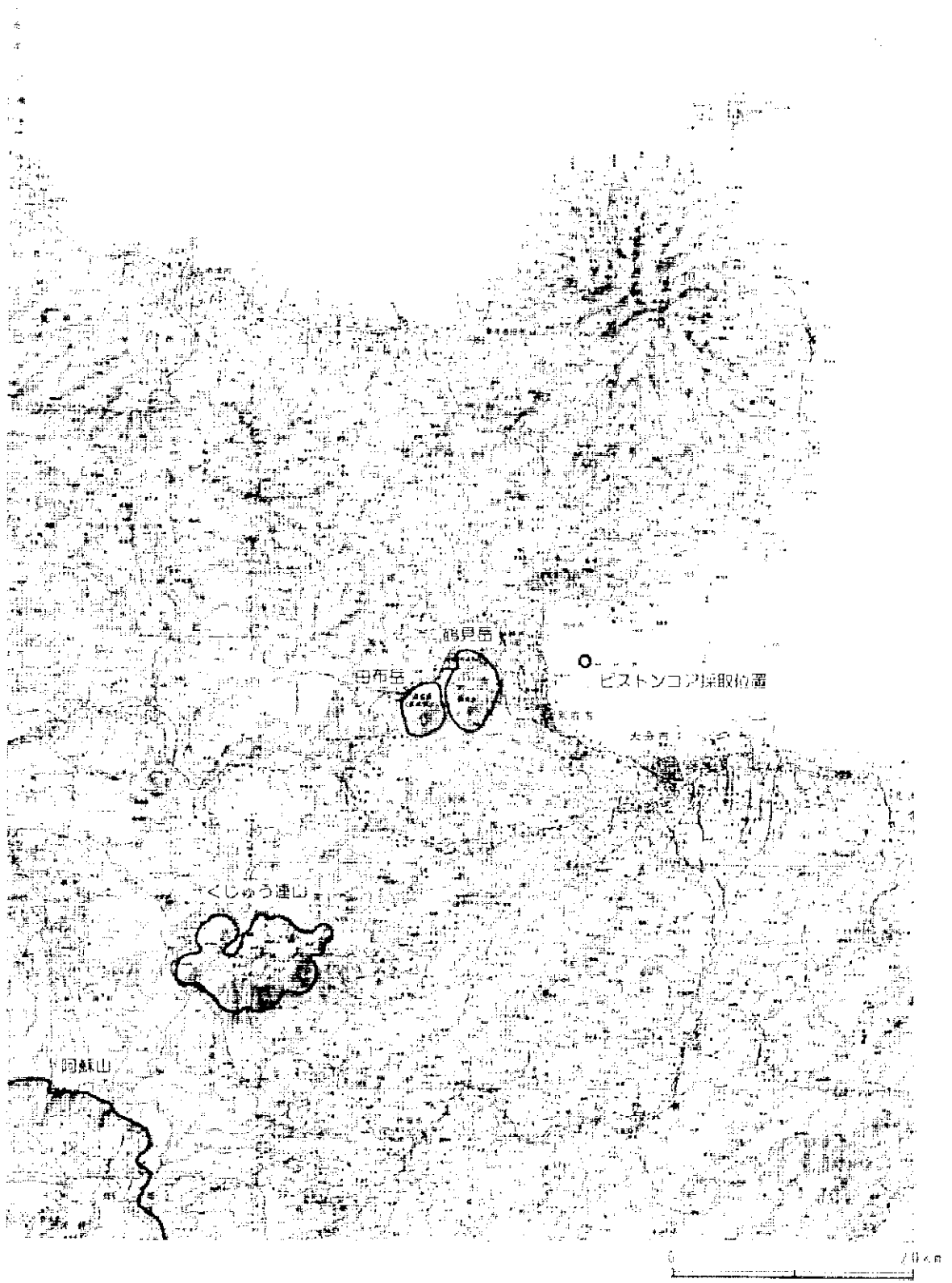
図版3.1.21, 3.1.22, 3.1.23, 3.1.24, 3.1.25, 3.1.26, 3.1.27に顕微鏡写真を貼付する。

3-2. 鉱物分析結果

アカホヤ火山灰降灰以降に活動し、別府湾にその噴出物を飛来させる活動が予想される火山として、由布岳・鶴見岳、くじゅう連山、阿蘇山などが挙げられる。これらの火山はそれぞれ別府湾から西あるいは南西に約20、40および80kmと近接した位置にある(図3.2.1参照)。また、それぞれの火山はアカホヤ火山灰以降に火山灰を噴出していることが報告されている(小林, 1984; 太田, 1991; 町田。新井, 1992)。特にM-火山灰に含まれる火山ガラスなどは発泡跡がなく遠来から飛来している可能性は少なく、しかも、流紋岩～デーサイト質のメラピ型の噴火活動で発生する火砕流堆積物に類似した特徴を有することから由布岳起源である可能性が高い。

以上から、別府湾で識別できる火山灰の給源を阿蘇山、くじゅう連山、由布岳・鶴見岳にしぼった。同火山の活動による産物、特に火山灰についてこれらの保存が良く、周辺より多くの活動史が読みとれる露頭位置をあらかじめそれぞれの火山の専門家に聞き、その位置での柱状図作成、各単層の記載岩石学的分析を行った。

本章ではこの柱状および分析結果を記載する。



ビストンコア採取位置と各火山の位置図

図3. 2. 1

2-a 阿蘇山噴出物

阿蘇山の中央火口丘最新規火山噴出物については、我が国で最も信頼性のある火山灰カタログ「火山灰アトラス」の著者、東京都立大学理学部町田 洋教授に指示いただいた熊本県波野村笹倉周辺において調査を行った。very pointについては、最も露頭状況の良いと思われる地点（K-Ah火山灰が識別でき、しかもその上位に多数の火山噴出物が累積している）の1つを選択し決定した。次頁に調査地点(図3.2.2)を示す。また同地点での柱状図を図3.2.3に示すとともに、巻末に露頭の状況を撮影した写真を貼付した。

柱状図に示すように、K-Ah火山灰より上位には最上部の黒ボク(1, 2, 3)をのぞき暗色を呈した6枚の火山灰が識別できる。また、黒ボクに含まれる鉱物の組成から、同層もまた火山灰質であると考えられる。各火山灰の鉱物組成分析結果を表3.2.1に示す。

表3.2.1以降に各火山灰の特徴を記載する。

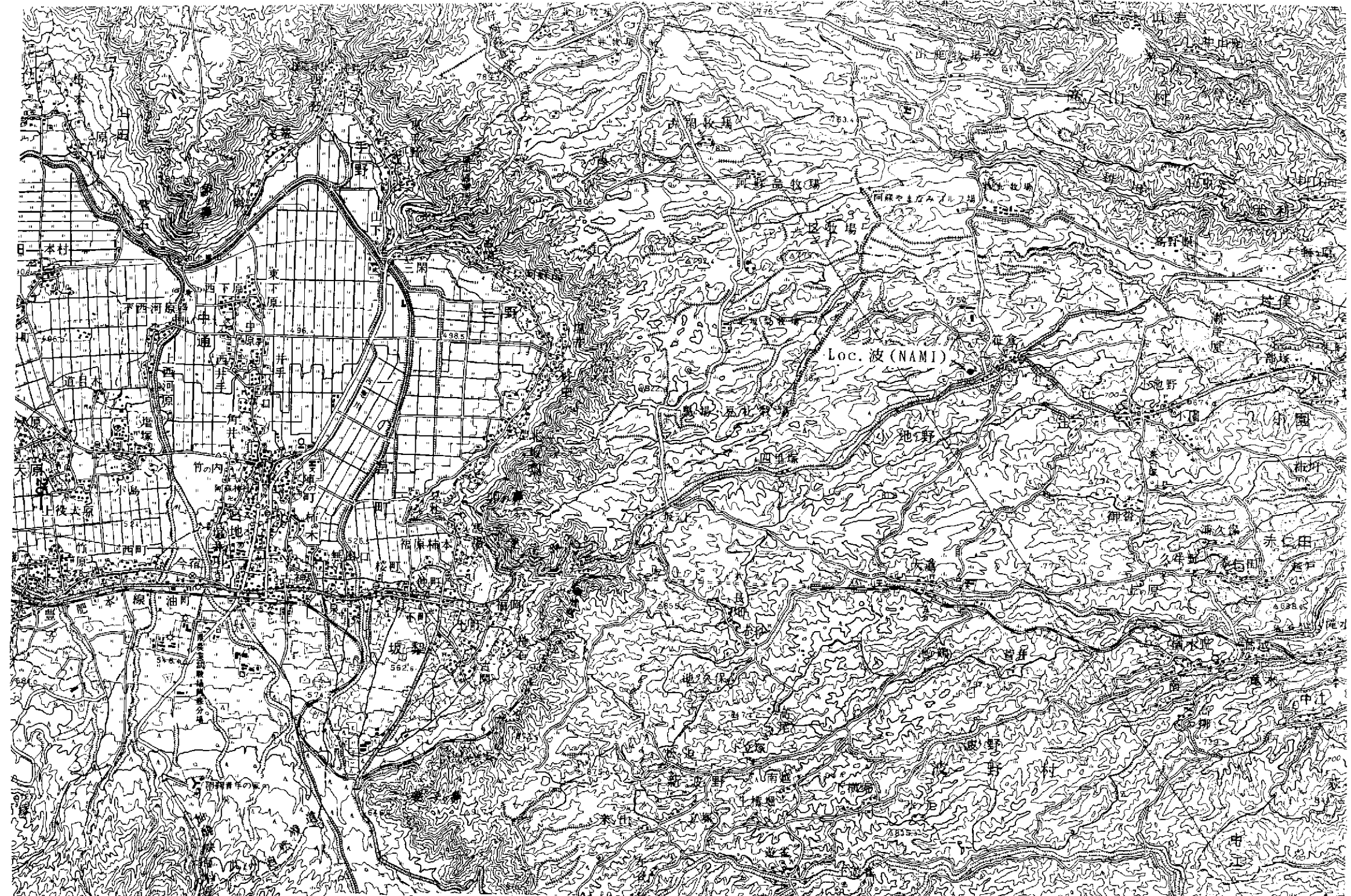
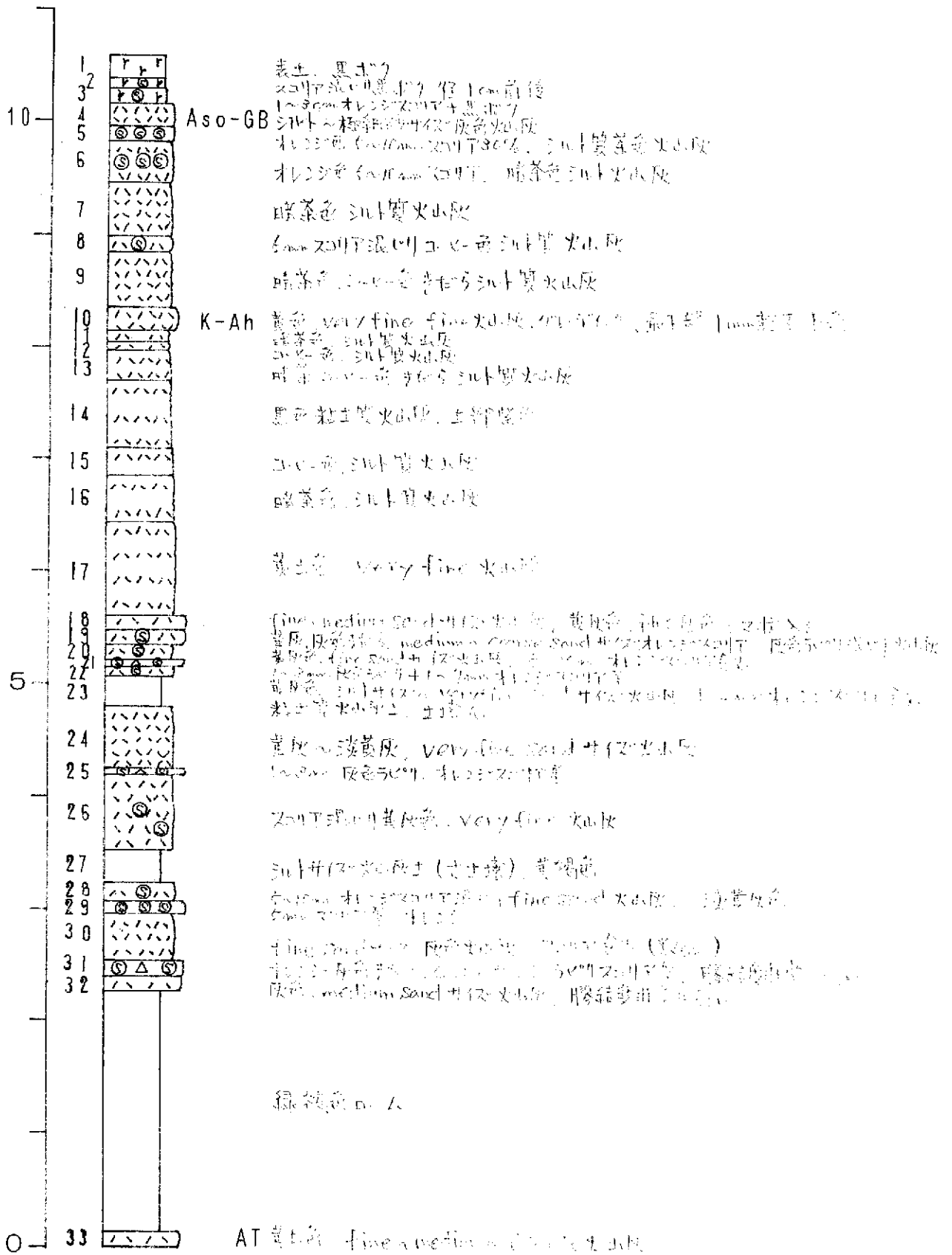


図3.2.2 阿蘇山東麓試料採取位置図

1:50,000 阿蘇山

高さ (m)



試料 No. (NAMI-X)

阿蘇山東麓AT以降のテフラ柱状図 (波野村笹倉)

図3.2.3

表3.2.1

Aso NAMI

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG M	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		Opx	Cpx	g/Bho	Oxho	OTH			
1	8	0	0	0	5	52	8	3	0	5	67	3	29	0	0	8	7	5	200
2	29	1	0	0	2	35	4	7	0	1	73	5	23	0	0	10	8	2	200
3	0	0	0	0	2	60	28	9	0	0	55	2	13	0	0	2	16	13	200
4	0	0	0	0	4	57	83	0	0	0	42	3	10	0	0	1	0	0	200
5	0	0	0	0	5	81	2	10	0	0	53	6	23	0	0	11	2	7	200
6'	0	0	0	0	0	5	21	29	0	0	38	5	10	0	0	15	77	0	200
6	0	0	0	0	0	76	6	10	1	0	60	4	20	0	0	17	0	6	200
7U	0	0	0	0	4	61	7	9	0	0	81	7	14	0	0	8	1	8	200
7M	1	0	0	0	4	67	1	1	0	3	78	14	27	0	0	4	0	0	200
8	7	0	0	0	1	76	1	1	0	1	69	13	19	0	0	2	0	10	200
9U	7	1	0	0	0	44	0	0	0	6	65	22	25	0	0	9	10	11	200
9M	25	1	0	1	1	49	0	0	0	3	59	19	26	1	0	5	3	7	200
9L	77	4	0	1	3	23	0	1	0	7	32	11	20	1	0	1	7	12	200
10	133	16	0	1	1	7	0	0	0	0	27	4	7	0	0	0	2	2	200

Oxho:酸化角閃石

NAMI10火山灰

本火山灰は黄色を呈した極細砂～細砂サイズのガラス質火山灰である。正級化し最下部では1mm程度の白色軽石を識別できる。

鉱物組成

無色透明大径発泡の火山ガラスを主体とする。淡褐色発泡火山ガラスも少量含まれる。

無色透明火山ガラス;BOB(66.5%)>>長石類(13.5%)>無色透明火山ガラス;PUL(8.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：一般にバブルウォールタイプと呼ばれる(P, B1, T1型)無色透明で発泡している。超広域テフラに最も一般的にみられる形態的特徴である。発泡の形態は、そのジャンクションやガラス壁面でしか推定できないほどガラス粒子に比し大きい。

屈折率：最小値1.5106、最大値1.5129、平均値1.5114。

重鉱物組成

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.1に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

NAMI9火山灰

本火山灰は暗茶色とコーヒー色とがまだら状を呈したシルト質火山灰である。

鉱物組成

無色透明大径発泡の火山ガラスおよび石英・長石類(石英、長石の識別はしていない)を主体とする。

無色透明火山ガラス;BOB(38.5~3.5%)>石英・長石類(16.0~32.5%)>淡褐色発泡不定形0型+微笑結晶封入無発泡火山ガラス(11.5~22.0%) \geq 単斜輝石(10.0~12.5%)。無色透明火山ガラス;BOBは上方へ減少し、石英・長石類、淡褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスおよび単斜輝石は増加する。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：一般にバブルウォールタイプと呼ばれる(P, B1, T1型)無色透明で発泡しているものが多い。超広域テフラに最も一般的にみられる形態的特徴である。発泡の形態は、そのジャンクションやガラス壁面でしか推定できないほどガラス粒子に比し大きい。この形態のガラスは層内で上方へ減少する。このほか、淡褐～褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立つ。

重鉱物組成

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.2, 3.2.3, 3.2.4に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

NAMI8火山灰

本火山灰は径5mm程度のオレンジ色スコリアを含んだコーヒー色シルト質火山灰である。

鉱物組成

淡褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスおよび長石類を主体とする。単斜輝石および斜方輝石も多く含まれる。

淡褐色無発泡火山ガラス(38.0%) \geq 長石類(34.5%) $>$ 単斜輝石(9.5%) \geq 斜方輝石(6.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐～褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立つ。

屈折率：1.580以上。

重鉱物組成

単斜輝石 $>$ 斜方輝石

図版3.2.5, 3.2.6, 3.2.7に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

NAMI7火山灰

本火山灰は暗茶色を呈したシルト質火山灰である。

鉱物組成

長石類および淡褐色無発泡火山ガラスを主体とする。単斜輝石および斜方輝石も多く含まれる。不明瞭ながら発泡した跡（BOBに類似するが明瞭なジャンクションはみられない）がみられる。

長石類(39.5~40.5%) \geq 淡褐色無発泡火山ガラス(30.5~33.5%) $>$ 単斜輝石(7.0~13.5%) \geq 斜方輝石(3.5~7.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐～褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立つ。

屈折率：1.580以上。

重鉱物組成

単斜輝石 $>$ 斜方輝石 $>$ カンラン石

図版3.2.8, 3.2.9, 3.2.10に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

NAMI6火山灰

本火山灰はオレンジ色を呈した径5～10mmスコリアを含む暗茶色シルトサイズ火山灰である。

鉱物組成

組成は火山灰とスコリアとで異なる。

火山灰

淡褐色無発泡火山ガラスおよび長石類を主体とする。単斜輝石およびカンラン石も多く含まれる。

淡褐色無発泡火山ガラス(38.0%) \geq 長石類(30.0%) $>$ 単斜輝石(10.0%) \geq カンラン石(8.5%)

スコリア

岩片その他 $>$ 長石類 $>$ 淡緑褐色無発泡火山ガラスおよび淡緑褐色発泡火山ガラスを主体とする。単斜輝石およびカンラン石も多く含まれる。

岩片その他(38.5%) $>$ 長石類(19.0%) $>$ 淡緑褐色無発泡火山ガラス(14.5%) \geq 淡緑褐色発泡火山ガラス(10.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

火山灰

特徴：淡褐～褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立つ。

スコリア

淡緑褐色無発泡火山ガラスおよび淡緑褐色発泡火山ガラスを主体とする。スコリアを粉砕したものであり、淡緑褐色無発泡火山ガラスはスコリア中の相対的に大きな発泡壁、淡緑褐色発泡火山ガラスは相対的に小さな発泡跡を含む部分に相当する。その多くは微少結晶を含む。

屈折率：火山灰中の淡緑褐色無発泡火山ガラスは最小値1.5539、最大値1.5668、平均値1.5589。

スコリアは最小値1.5701、最大値1.5733、平均値1.5713。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 $>$ カンラン石 $>$ 斜方輝石

スコリア

カンラン石 \geq 単斜輝石 $>$ 斜方輝石

図版3.2.11, 3.2.12, 3.2.13, 3.2.14, 3.2.15, 3.2.16, 3.2.17に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

NAMI5火山灰

本火山灰はオレンジ色を呈した径5～10mmスコリアを約30%含む灰色シルト～極細砂サイズ火山灰である。

鉱物組成

淡褐色無発泡火山ガラスおよび長石類を主体とする。単斜輝石、カンラン石および斜方輝石も含まれる。

淡褐色無発泡火山ガラス(40.5%) $>$ 長石類(26.5%) $>$ 単斜輝石(11.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐～褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立ち、淡緑褐色無発泡火山ガラスを含む。

屈折率：1.580以上。

重鉱物組成

単斜輝石 $>$ カンラン石 $>$ 斜方輝石

図版3.2.18, 3.2.19に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

NAMI4火山灰

本火山灰は灰色を呈したシルト～極細砂サイズ火山灰である。

鉱物組成

淡緑褐色発泡火山ガラス、淡褐色無発泡火山ガラスおよび長石類を主体とする。

淡緑褐色発泡火山ガラス(41.5%)>淡褐色無発泡火山ガラス(28.5%)≥長石類(21.0%)>。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：明瞭に発泡跡の識別できる淡緑褐色発泡火山ガラスが目立つ。この他淡褐色微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立つ。

屈折率：淡緑褐色発泡火山ガラスは最小値1.5575、最大値1.5685、平均値1.5605。

重鉱物組成

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.20, 3.2.21, 3.2.22, 3.2.23に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

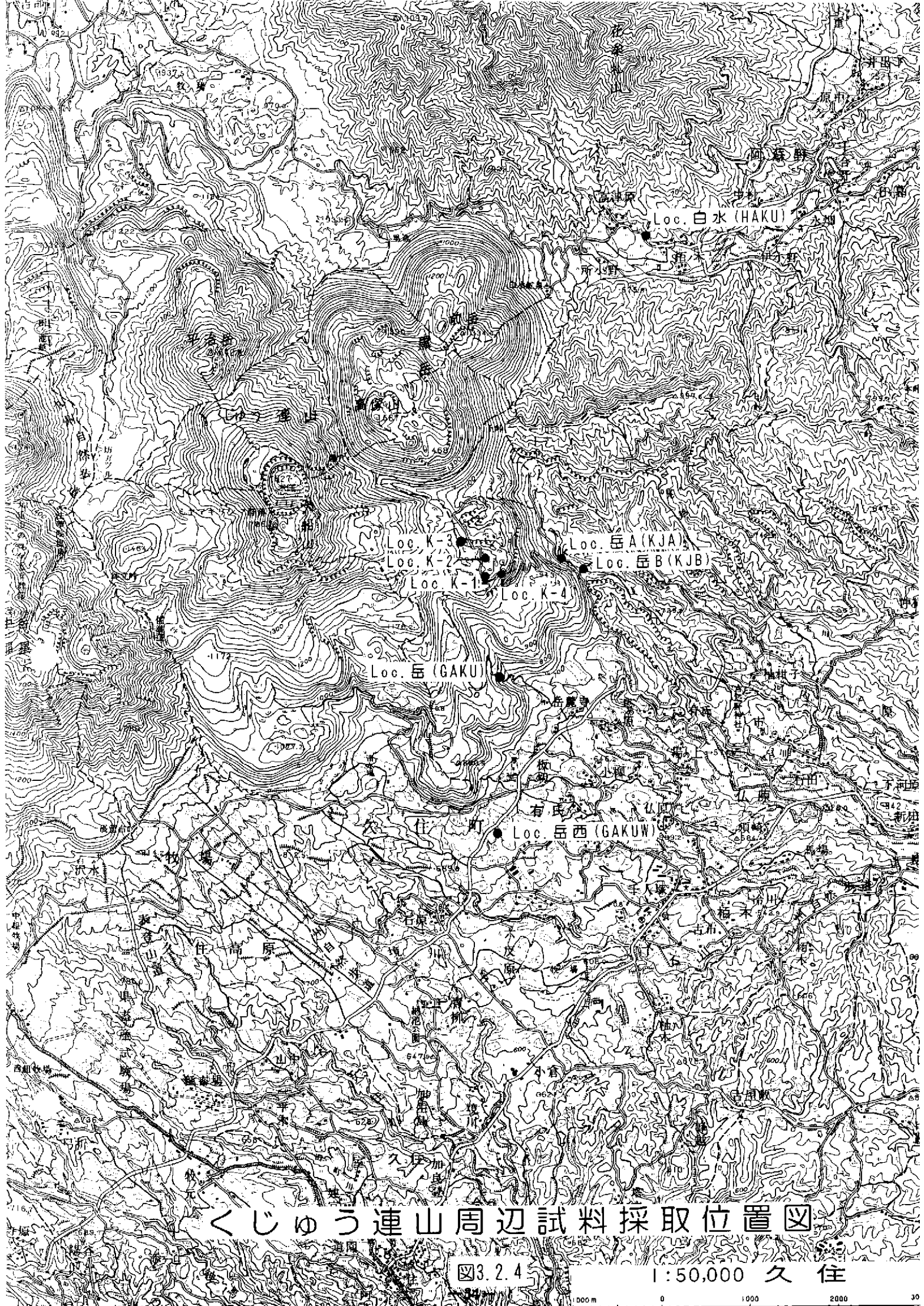
また図版3.2.24, 3.2.25にNAMI、図版3.2.26, 3.2.27にNAMI2、図版3.2.28, 3.2.29にNAMI1の極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

2-b くじゅう連山噴出物

くじゅう連山の最新規火山噴出物については、太田(1991)にその詳細な層序が記載されている。今回はこの資料を基に、同文献著者太田博士に指示いただいた大分県久住町岳麓寺周辺（大船山南東溶岩台地）において調査を行った。very pointについては、最も露頭状況の良いと思われる地点（K-Ab火山灰が識別でき、しかもその上位に多数の火山噴出物が累積している）の1地点（A, B Point; A, Bは小谷を挟んで僅かに離れた距離において連続した地層が確認できる露頭である。このため2地点をまとめ1地点とした）を選択し決定した。次頁図3.2.4に調査地点を示す。また同地点での柱状図を図3.2.5に、同図に屈折率を図示したものを図3.2.6示すとともに、巻末に露頭の状況を撮影した写真を貼付した。

柱状図に示すように、K-Ab火山灰より上位には最上部の黒ボクや火山灰質土をのぞき灰色を呈した16枚の火山灰が識別できる。また、最上部の黒ボクは4枚のオレンジ色を呈したスコリアがに含まれる鉱物の組成から、同層もまた火山灰質であると考えられる。各火山灰の鉱物組成分析結果を表3.2.2に示す。

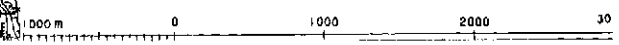
このほか、B Pointよりさらに上位の層準が分布するK Point（大船山南東山麓溶岩台地）の鉱物組成分析結果を表3.2.3に、HAKU Point（黒岳北東山麓）の柱状図と鉱物組成分析結果を図3.2.7および表3.2.4に示す。表3.2.4以降に各火山灰の特徴を記載する。



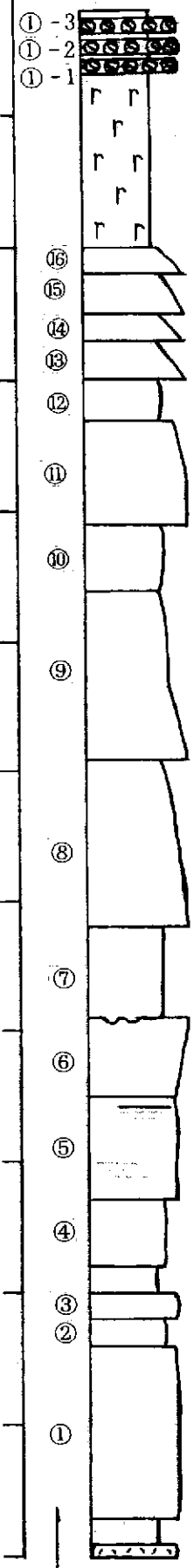
くじゅう連山周辺試料採取位置図

図3.2.4

1:50,000 久住



高さ (m)



試料 No. (KJAX)

A Point

①-3 径10~30mm オレンジ色 重円~五角形や発泡したスコリア主体。①-1と同

①-2 径10~40mm オレンジ色 発泡したスコリア主体。発泡度よ、Bmタイプ。無色~淡黄褐色火山ガラス主体。両輝石多く含む。

①-1 径5~30mm オレンジ色 やや発泡したスコリア主体。淡黄褐~淡褐色。少量の微小結晶を含む火山ガラス主体。両輝石多く含む。

黒ボク

⑬ 緑灰色 細砂~中砂サイズ火山灰。明瞭に正級化する。淡黄緑褐色発泡~褐色微小結晶封入無発泡火山ガラスと、この中間状の火山ガラス主体。両輝石を多く含む。

⑫ 淡灰色 細砂サイズ火山灰。微小結晶封入無~淡褐色無発泡火山ガラス主体。両輝石。長石を多く含む。

⑪ 緑灰色。中~粗粒砂サイズ火山灰。淡褐~褐色バケルホル様発泡跡が残る火山ガラス~微小結晶封入 淡褐~褐色無発泡火山ガラスと、その中間的のもの主体。両輝石。長石を多く含む。

⑩ 灰色 細砂サイズ火山灰。微小結晶封入無色~褐色火山ガラスを主体。両輝石。長石を多く含む。

⑨ 暗灰色 細~粗粒砂サイズ~0.3mm小礫サイズ火山灰。下方へ粗粒化する傾向にある。全体はハイオクバージョン様跡残り。微小結晶封入無色~褐色~淡緑褐色無発泡火山ガラス主体。両輝石。長石多く含む。

⑧ 暗灰色 細~粗粒砂サイズ火山灰。下方へ粗粒化する傾向にある。上端面付近はやや土壌化する。下部に不明瞭不規則な堆積構造がみられる。ブロー~台形状(0タイプ) 褐色火山ガラス~微小結晶封入無色無発泡火山ガラスのうち両タイプの中間的タイプの火山ガラスを主体とする。淡緑褐色微小結晶封入無発泡火山ガラスを含む。両輝石。長石多く含む。

⑦ 灰色 細砂サイズ火山灰質。下端面は波型を呈する(けり込み?)。長石多く含む。岩片主体。

⑥ 灰色 中~粗粒砂サイズ(所々0.4mm程度のものを含む)火山灰。不明瞭ながら正級化する。微小結晶封入 褐~淡緑褐色無発泡火山ガラス主体。Bタイプ発泡の褐色火山ガラスを含む。両輝石。長石多く含む。

⑤ 灰色 細砂~中砂サイズ火山灰。水平葉理不明瞭に発達。上端部土壌化進む。微小結晶封入 褐色無発泡火山ガラス主体。両輝石。長石多く含む。

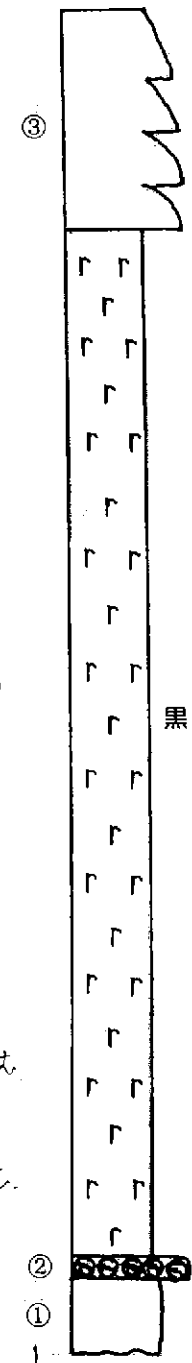
④ 黄灰~灰色 極細砂~細砂サイズ火山灰質土。火山岩片を主体とする。両輝石。長石多く含む。

③ 灰~黄色土壌

② 灰色 中~粗粒砂サイズ火山灰。微小結晶を封入した無色無発泡火山ガラスと長石を主体。両輝石。淡褐色極細砂サイズ火山灰。結晶主体。微小結晶を封入した無~淡緑褐色無発泡火山ガラスを主体。両輝石。長石を含む。

① 淡灰色 中砂サイズ火山灰。微小結晶を封入した無色無発泡火山ガラスを主体。K-Ah(1)火山ガラスと、微小結晶を封入した淡褐色無発泡火山ガラスを含む。両輝石。長石多く含む。

褐色 K-Ah(1)火山灰。オレンジ色。f~vf砂サイズガラス質。バケルホルタイプ無色透明火山ガラス主体。



試料 No. (GAKU-BX)

B Point

③ 灰~淡灰色 細砂~粗粒サイズに正級化した火山灰。4枚のユニットが識別できる。微小結晶封入無色~淡黄褐~褐色無発泡火山ガラス主体。コンタミ?

② 30~50mm オレンジ~灰色スコリア主体。発泡良好。Bm~Bsタイプ丸形発泡の淡褐色火山ガラス主体。微小結晶を含むものが多い。両輝石。長石を多く含む。

① 細粒砂サイズ火山灰。微小結晶封入無色~淡黄褐~褐色無発泡火山ガラス主体。コンタミ?

図3.2.5 くじゅう連山大船山東南麓K-Ah以降のテフラ柱状図(久住町岳麓寺)

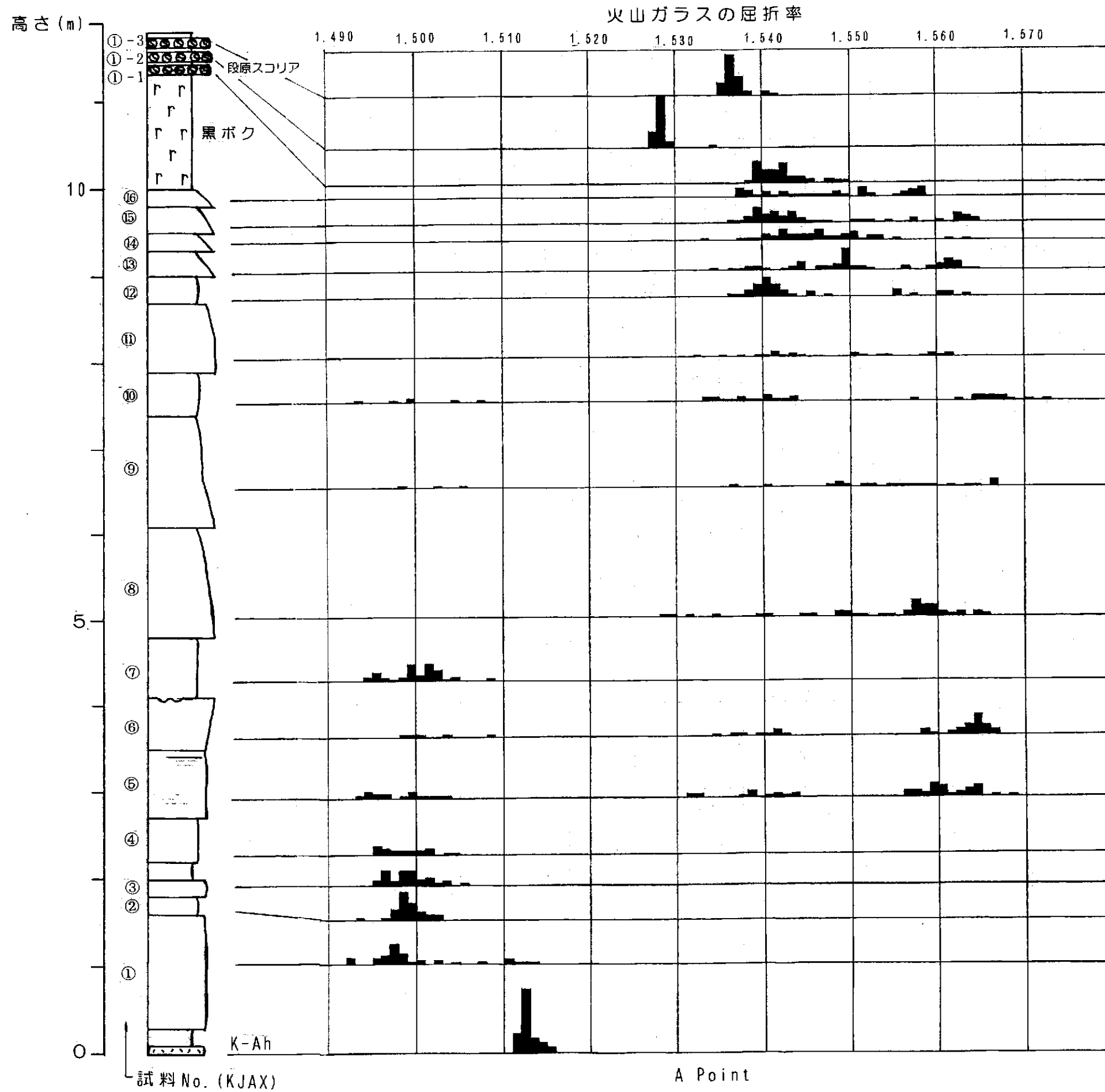


図3.2.6(1) くじゅう連山大船山東南麓K-Ah以降のテフラ柱状図(久住町岳麓寺)

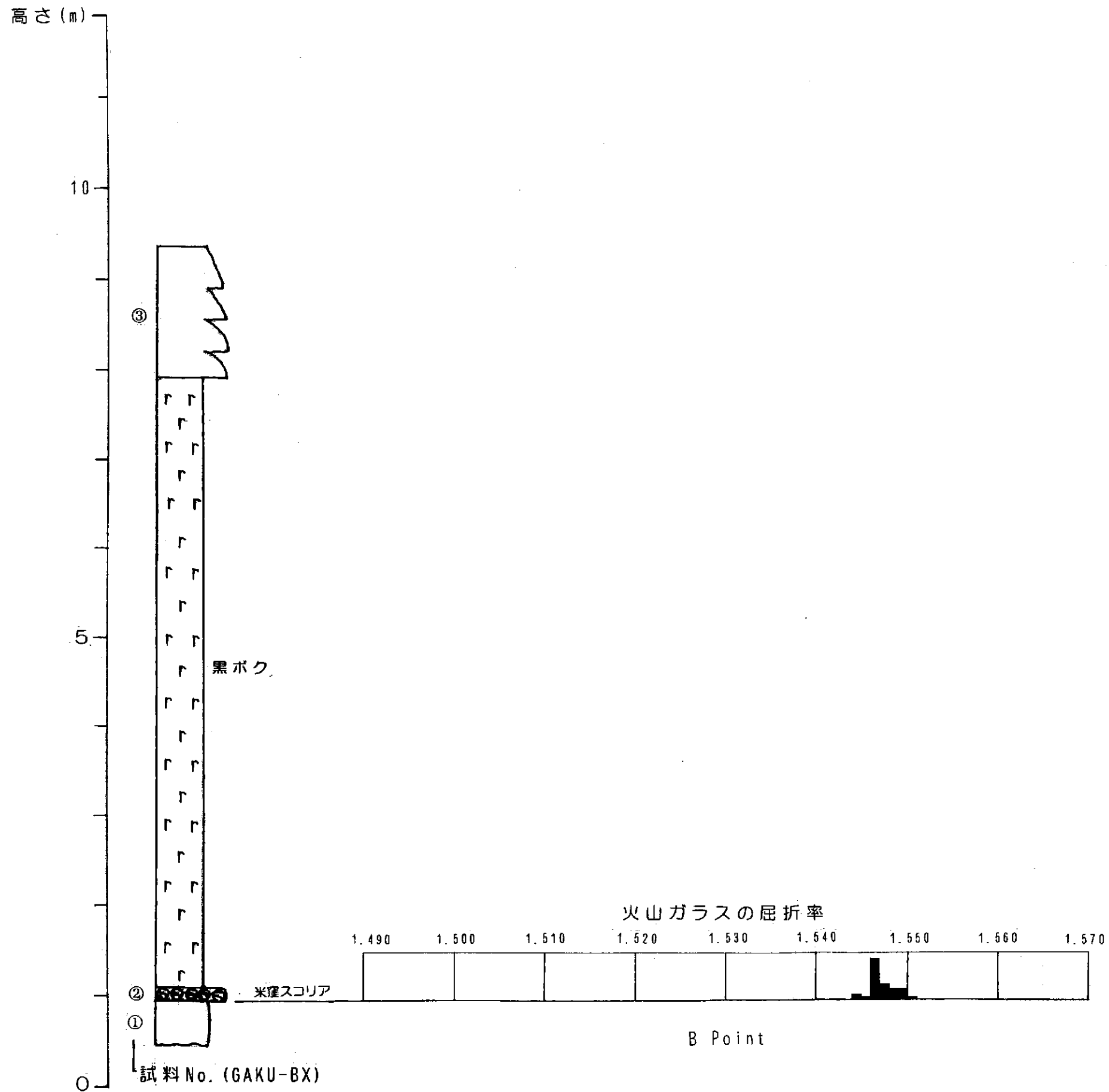


図3.2.6(2) くじゅう連山大船山東南麓K-Ah以降のテフラ柱状図(久住町岳麓寺)

表3.2.2

Kuju KJ

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG M	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		Opx	Cpx	G/Bho	Oxho	OTH			
B3	0	0	0	1	0	22	0	0	82	14	55	10	12	1	0	1	1	1	200
B2	0	21	0	0	0	0	8	6	0	0	45	16	12	0	0	0	76	16	200
B1	0	1	0	0	0	46	0	8	71	3	40	13	12	0	0	0	1	5	200
A1-3	24	37	0	29	0	4	25	4	0	12	34	23	5	0	0	0	0	3	200
A1-2	0	89	0	0	0	0	0	0	0	3	62	20	8	0	0	0	0	18	200
A1-1	0	0	0	0	1	24	59	90	0	0	12	10	4	0	0	0	0	0	200
A16	0	0	0	0	0	56	0	38	30	2	19	16	28	0	0	0	0	11	200
A15	0	0	0	0	0	52	0	61	34	1	25	9	11	0	0	0	0	7	200
A14	0	0	0	0	0	54	0	43	29	0	29	16	17	0	0	0	0	12	200
A13	0	0	0	0	0	23	0	30	44	18	45	11	13	0	0	0	0	16	200
A12	0	0	0	0	0	19	0	13	47	10	72	14	23	0	2	0	0	0	200
A11	0	0	0	0	0	60	0	21	47	4	40	10	14	0	0	0	0	4	200
A10	0	0	0	0	0	38	0	1	48	33	58	7	6	0	0	1	0	8	200
A9	0	0	0	0	0	63	0	2	47	12	51	7	10	0	0	0	0	8	200
A8	0	0	0	0	0	53	0	28	40	8	46	11	13	0	0	0	1	0	200
A7	0	0	0	1	0	15	0	0	51	42	56	12	12	0	2	0	1	8	200
A6	0	0	0	0	1	92	0	1	40	15	33	7	8	0	0	0	1	2	200
A5	0	0	0	0	0	32	0	1	41	40	58	9	9	0	0	0	3	7	200
A4	0	0	0	0	0	6	0	0	40	17	50	14	11	0	0	1	54	7	200
A3	0	0	0	0	0	9	0	0	17	56	77	14	14	0	0	0	7	6	200
A2	0	0	0	0	0	14	0	0	0	109	51	10	5	0	0	0	5	6	200
A1	1	0	0	3	0	4	0	0	2	108	51	5	11	0	2	0	10	3	200
A-K-Ah	179	14	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	200

Oxho:酸化角閃石

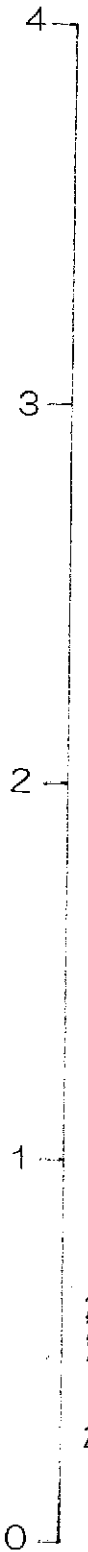
表3.2.3

KUJU K

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG M	HEAVY MINERAL			OTH		Opq		
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		Opx	Cpx	G/Bho	Oxho	OTH			
K-1'sc	0	0	0	0	0	168	0	0	0	0	21	2	8	0	0	1	0	0	200 01
K-2	1	0	0	0	3	11	27	1	52	3	35	2	3	0	0	1	17	44	200
K-3	0	0	0	1	0	41	7	0	56	33	32	7	11	2	0	0	7	3	200

Oxho: 酸化角閃石

高さ (m)



1 田耕層
 2 田耕層、茶畑
 3 礫層
 4 黒砂層
 5 礫層
 6 礫層
 7 礫層
 8 礫層
 9 礫層
 10 礫層
 11 礫層
 12 礫層
 13 礫層
 14 礫層
 15 礫層
 16 礫層
 17 礫層
 18 礫層
 19 礫層
 20 礫層
 21 礫層
 22 礫層
 23 礫層

試料 No. (HAKU-X)

くじゅう連山黒岳北東麓柱状図 (大分郡庄内町高津原)

表3 4

Kuju HAKU

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		M	Opx	Cpx	g/Bho	Oxho			
1	4	3	0	1	0	26	2	2	43	14	36	18	14	1	0	1	21	14	200
2	6	1	0	4	1	21	4	3	52	15	18	12	14	0	1	0	29	19	200
3U	0	1	0	3	0	17	1	2	58	10	32	8	7	1	0	3	46	11	200
3M	2	0	0	0	1	39	1	3	58	16	33	7	4	3	0	1	18	14	200
3LSC	3	48	0	41	0	9	0	0	1	32	25	16	11	0	0	0	5	9	200
3L	1	0	0	1	0	29	1	2	43	9	55	18	14	1	0	1	14	11	200
4U	1	1	0	0	0	21	0	0	74	8	55	11	10	0	2	1	5	11	200
4M	1	1	0	1	0	23	0	2	63	18	47	9	6	2	0	6	10	11	200 OI
4L	2	0	0	0	0	12	0	0	86	12	60	9	5	0	0	0	8	6	200
4LSC	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	40	14	8	0	0	0	0	3	200 scBm
5	0	0	0	0	0	21	1	0	108	7	27	1	8	1	2	4	0	20	200 Bi
6	0	0	0	0	0	76	0	0	44	0	61	6	7	0	0	0	0	6	200
6SC	0	0	0	0	0	93	0	0	19	0	66	8	8	0	0	0	0	6	200
7SC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14	11	8	0	0	4	156	6	200 OI
7	5	0	0	1	0	46	0	0	26	3	37	17	14	0	4	1	26	20	200 B+pure
8	0	0	0	0	0	123	0	0	2	28	23	12	6	0	0	0	0	6	200 B+pure
9	1	0	0	0	0	41	0	0	10	25	30	11	13	0	1	0	57	11	200
10	0	0	0	0	0	138	0	0	10	22	10	6	3	0	0	0	4	7	200 B+pure
11	0	1	0	1	0	10	0	0	4	4	16	3	12	0	0	1	141	7	200
12	0	0	0	0	0	8	0	0	88	0	24	29	22	0	0	1	4	24	200
13	2	0	0	1	0	14	0	0	40	0	32	27	26	4	0	8	4	42	200 OI
14	1	2	0	2	0	6	0	0	61	2	36	7	4	0	0	2	60	17	200 OI
15	0	0	0	1	0	65	0	0	34	3	40	16	13	1	0	2	10	15	200 OI
16	4	1	0	5	0	3	0	0	6	0	34	0	2	25	9	0	85	26	200
17	166	10	0	2	0	1	0	0	0	0	12	1	1	0	0	0	6	1	200 AT
18	121	10	2	7	0	2	0	0	0	1	33	1	2	1	0	0	14	6	200 AT
19	134	20	0	4	2	0	0	0	0	0	15	1	4	0	0	0	18	2	200 AT
20	153	18	0	7	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	17	2	200 AT
21	88	77	2	7	0	0	0	0	0	0	14	3	0	1	0	0	6	2	200 AT

Oxho:酸化角閃石

KJ A K-Ah火山灰

本火山灰はオレンジ色を呈した極細砂～細砂サイズのガラス質火山灰である。

鉱物組成

無色透明大径発泡の火山ガラスを主体とする。淡褐色発泡火山ガラスも少量含まれる。

無色透明火山ガラス;B0B(89.5%)>>無色透明火山ガラス;PUL(7.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：一般にバブルウォールタイプと呼ばれる(P, Bl, T1型)無色透明で発泡している。超広域テフラに最も一般的にみられる形態的特徴である。発泡の形態は、そのジャンクションやガラス壁面でしか推定できないほどガラス粒子に比し大きい。

屈折率：最小値1.5116、最大値1.5154、平均値1.5129。

重鉱物組成

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.30に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A1火山灰

本火山灰は淡灰色を呈した中砂サイズ火山灰である。顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無色無発泡M+火山ガラスである（偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は無色透明である。色調および後述する屈折率からして流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

また、少量ではあるが顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む淡褐色無発泡火山ガラス（以降淡褐色無発泡M+火山ガラス）を含む。

鉱物組成

無色無発泡M+火山ガラスおよび長石類を主体とする。斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

無色無発泡M+火山ガラス(54.0%)>長石類(25.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4921、最大値1.5141、平均値1.4999。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.31に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A2火山灰

本火山灰は淡桃色を呈した極細砂サイズ火山灰である。無色無発泡M+火山ガラスを主体とする。ガラス部分は無色透明である。色調および後述する屈折率からして安山岩質および流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

鉱物組成

無色無発泡M+火山ガラスおよび長石類を主体とする。淡褐色無発泡M+火山ガラス、斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

無色無発泡M+火山ガラス(54.5%)>長石類(25.5%)>>淡褐色無発泡M+火山ガラス(7.0%)≧斜方輝石(5.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4937、最大値1.5023、平均値1.4992。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.32に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A3火山灰

本火山灰は灰色を呈した中～粗砂サイズ火山灰である。長石類および無色無発泡M+火山ガラスを主体とする（偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は無色透明である。色調および後述する屈折率からして流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

鉱物組成

長石類および無色無発泡M+火山ガラスを主体とする。斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

長石類(38.5%)>無色無発泡火山M+火山ガラス(28.0%)>斜方輝石(7.0%)≧単斜輝石(7.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4958、最大値1.5051、平均値1.4992。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石≧単斜輝石

図版3.2.33に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A4

本層は黄灰～灰色を呈した極細砂～細砂サイズ火山灰質土である。岩片、火山岩片および長石類を主体とし、無色無発泡M+火山ガラスを含む。

鉱物組成

岩片・風化粒および長石類および火山岩片を主体とする。無色無発泡M+火山ガラスを含む。

岩片・風化粒(27.0%) \geq 長石類(25.0%) $>$ 火山岩片(20.0%) $>$ 無色無発泡M+火山ガラス(8.5%) \geq 斜方輝石(7.0%) \geq 単斜輝石(6.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスがやや目立つ。

屈折率：最小値1.4951、最大値1.5043、平均値1.4987。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石 $>$ 単斜輝石

図版3.2.33に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A5火山灰

本火山灰は灰色を呈した細砂～中砂サイズ火山灰である。不明瞭ながら水平葉理面が発達する。上端部に土壌化の進んだ部分みられる。無色および褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして流紋岩～安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

長石類、火山岩片、無色無発泡M+火山ガラスおよび褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。斜方輝石および単斜輝石も含まれる。

長石類(29.0%) \geq 火山岩片(20.5%) \geq 無色無発泡M+火山ガラス(20.0%) $>$ 褐色無発泡M+火山ガラス(16.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色～褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：全体：最小値1.4934、最大値1.5606、平均値1.5207。

褐色無発泡M+火山ガラス：最小値1.5565、最大値1.5686、平均値1.5610。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石=単斜輝石

図版3.2.33に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A6火山灰

本火山灰は灰色を呈した中砂～粗砂サイズ（所々0.4mm程度のもの含む）火山灰である。不明瞭ながら逆級化する。

マイクロフェノクリストを多く含む褐色～淡緑褐色無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分の色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡褐色無発泡M+火山ガラス、火山岩片および長石類を主体とする。斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

淡褐色無発泡M+火山ガラス(46.0%)>火山岩片(20.0%)≥長石類(16.5%)>無色無発泡M+火山ガラス(7.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4987、最大値1.5670、平均値1.5522。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.34に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A7

本層は灰色を呈した細砂サイズ火山灰質上である。下端面は波形状に削り混みとみられる跡がみられる。火山岩片主体。長石類も多く含む。

鉱物組成

長石類、火山岩片および無色無発泡M+火山ガラスを主体とする。淡褐色無発泡M+火山ガラス、斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

長石類(28.0%)≥火山岩片(25.5%)>無色無発泡M+火山ガラス(21.0%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4947、最大値1.1.5084、平均値1.5001。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石=単斜輝石

図版3.2.35に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A8火山灰

本火山灰は暗灰色を呈した細砂～粗砂サイズ火山灰である。下方へ粗粒化する傾向にある。上端面付近はやや土壌化する。下部に不明瞭・不規則な堆積構造がみられる。ブロック～台形状(0タイプ)褐色ガラス～無色無発泡M+火山ガラスおよびその中間タイプのを主体とする。また、マイクロフェノクリストを含む淡緑褐色の無発泡火山ガラスも多く含まれる。色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡褐色無発泡M+火山ガラス、長石類、火山岩片および淡緑褐色無発泡M+火山ガラスおよびを主体とする。単斜輝石および斜方輝石も多く含まれる。

淡褐色無発泡M+火山ガラス(26.3%) \geq 長石類(23.0%) \geq 火山岩片(20.0%) $>$ 淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(14.0%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡緑褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5284、最大値1.5654、平均値1.5537。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 \geq 斜方輝石

図版3.2.35に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A9火山灰

本火山灰は暗灰色を呈した細砂～粗砂～0.3mm程度極小礫サイズ火山灰である。下方へ粗粒化する傾向にある。全体にバイオタベーション様痕跡が残る。

マイクロフェノクリストを多く含む無色～褐色～淡緑褐色無発泡火山ガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして流紋岩～安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡褐色無発泡M+火山ガラス、長石類および火山岩片を主体とする。無色無発泡M+火山ガラスも含む。

淡褐色無発泡M+火山ガラス(31.5%) \geq 長石類(25.5%) \geq 火山岩片(23.5%) $>$ 無色無発泡M+火山ガラス(6.0%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4989、最大値1.5669。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 \geq 斜方輝石

図版3.2.35に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A10火山灰

本火山灰は灰色を呈した細砂サイズ火山灰である。

無色無発泡M+および褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして流紋岩質～安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

長石類、火山岩片、褐色無発泡M+火山岩片および無色無発泡M+火山ガラスを主体とする。

長石類(29.0%) \geq 火山岩片(24.0%) $>$ 褐色無発泡M+火山ガラス(19.0%) \geq 無色無発泡M+火山ガラス(16.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：褐色無発泡M+火山ガラスおよび無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4931、最大値1.5724、平均値1.5002(1グループ)、1.5384(2グループ)、1.5661(3グループ)。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石 \geq 単斜輝石

図版3.2.36に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A11火山灰

本火山灰は緑灰色を呈した中砂～粗砂サイズ火山灰である。淡褐～褐色バブルウォールタイプ様発泡跡の残る火山ガラス～マイクロフェノクリストを多く含む淡褐色～褐色無発泡ガラスおよびその中間的火山ガラスを主体とする。両輝石、長石類を多く含む。色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

褐色無発泡M+火山ガラス、火山岩片、長石類および淡緑褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。単斜輝石および斜方輝石も含まれる。

褐色無発泡M+火山ガラス(30.0%)>火山岩片(23.5%)≥長石類(20.0%)>淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(10.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡緑褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5330、最大値1.5616、平均値1.5481。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.37に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A12火山灰

本火山灰は淡灰色を呈した細砂サイズ火山灰である。

無色無発泡M+～淡褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして流紋岩～安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

長石類、火山岩片、単斜輝石および淡褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。

長石類(36.0%)>火山岩片(23.5%)>単斜輝石(11.5%)≥淡褐色無発泡M+火山ガラス(9.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5368、最大値1.5696、平均値1.5459。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石>斜方輝石

図版3.2.37に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A13火山灰

本火山灰は緑灰色を呈した細砂～中砂サイズ火山灰である。明瞭に正級化する。淡黄緑褐色発泡～マイクロフェノクリストを多く含む褐色無発泡火山ガラスと、この中間的なガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

長石類、火山岩片、淡緑褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡褐色無発泡M+火山ガラスを主体とする。斜方輝石および単斜輝石も含まれる。

長石類(22.5%) \geq 火山岩片(22.0%) $>$ 淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(15.0%) $>$ 淡褐色無発泡M+火山ガラス(11.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡緑褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5342、最大値1.5691、平均値1.5514。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 \geq 斜方輝石

図版3.2.38に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A14火山灰

本火山灰は緑灰色を呈した細砂～中砂サイズ火山灰である。明瞭に正級化する。淡黄緑褐色発泡～マイクロフェノクリストを多く含む褐色無発泡火山ガラスと、この中間的なガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡褐色無発泡M+火山ガラス、淡緑褐色無発泡M+火山ガラス、火山岩片および長石類を主体とする。斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

淡褐色無発泡M+火山ガラス(27.0%) \geq 淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(21.5%) $>$ 火山岩片(14.5%)=長石類(14.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡緑褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5334、最大値1.5639、平均値1.5465。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 \geq 斜方輝石

図版3.2.39に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A15火山灰

本火山灰は緑灰色を呈した細砂～中砂サイズ火山灰である。明瞭に正級化する。淡黄緑褐色発泡～マイクロフェノクリストを多く含む褐色無発泡火山ガラスと、この中間的なガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡緑褐色無発泡M+火山ガラス、淡褐色無発泡M+火山ガラス、火山岩片および長石類を主体とする。斜方輝石および単斜輝石も多く含まれる。

淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(30.5%) \geq 淡褐色無発泡M+火山ガラス(26.0%) $>$ 火山岩片(17.0%) $>$ 長石類(12.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡緑褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5362、最大値1.5683、平均値1.5491。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 \geq 斜方輝石

図版3.2.40に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A16火山灰

本火山灰は緑灰色を呈した細砂～中砂サイズ火山灰である。明瞭に正級化する。淡黄緑褐色発泡～マイクロフェノクリストを多く含む褐色無発泡火山ガラスと、この中間的なガラスを主体とする。色調および後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡褐色無発泡M+火山ガラス、淡緑褐色無発泡M+火山ガラス、火山岩片、単斜輝石、長石類および斜方輝石。

淡褐色無発泡M+火山ガラス(28.0%) $>$ 淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(19.0%) \geq 火山岩片(15.0%) \geq 単斜輝石(14.0%) $>$ 長石類(9.5%) \geq 斜方輝石(8.0%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡褐色無発泡M+火山ガラスおよび淡緑褐色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5375、最大値1.5589、平均値1.5478。

重鉱物組成

火山灰

単斜輝石 \geq 斜方輝石

図版3.2.41に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A1-1火山灰（スコリア）

本火山灰は径5～30mmオレンジ色のやや発泡したスコリアを主体とする。スコリアは数cmの厚さで黒ボク中に薄層を形成する。淡黄褐色～淡褐色少量のマイクロフェノクリストを含む。後述する屈折率からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

淡緑褐色無発泡M+火山ガラス、淡緑褐色発泡ガラスおよび淡褐色無発泡火山ガラスを主体とする。

淡緑褐色無発泡M+火山ガラス(45.0%)>淡緑褐色発泡ガラス(29.5%)>淡褐色無発泡火山ガラス(12.0%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：淡緑褐色無発泡M+火山ガラス、淡緑褐色発泡ガラスおよび淡褐色無発泡火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5384、最大値1.5492、平均値1.5422。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.42に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A1-2火山灰（スコリア）

本火山灰は径10～40mmオレンジ色の発泡したスコリアを主体とする。スコリアは数cmの厚さで黒ボク中に薄層を形成する。発泡の形状はBmタイプに分類できる細かいもので無色～淡黄褐色火山ガラスを主体とする。後述する屈折率からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

無色発泡火山ガラス(PUL:中径)、長石類および斜方輝石主体とする。

無色発泡火山ガラス(PUL:中径)(44.5%)>長石類(31.0%)>斜方輝石主体(10.0%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色発泡火山ガラス(PUL:中径)が目立つ。

屈折率：最小値1.5275、最大値1.5340、平均値1.5286。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.43、3.2.44、3.2.45および3.2.46に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ A1-3火山灰

本火山灰は径10～30mmオレンジ色亜円～亜角形のやや発泡したスコリアを主体とする。スコリアは数cmの厚さで黒ボク中に薄層を形成する。淡黄褐色～淡褐色少量のマイクロフェノクリストを含む。後述する屈折率からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

無色発泡火山ガラス(PUL:中径)、長石類、無色発泡火山ガラス(0:発泡形状不明瞭)、淡緑褐色発泡ガラス、無色発泡火山ガラス(BOB:大径)および斜方輝石を主体とする。

無色発泡火山ガラス(PUL:中径)(18.5%) \geq 長石類(17.0%) \geq 無色発泡火山ガラス(0:発泡形状不明瞭)(14.5%) \geq 淡緑褐色発泡ガラス(12.5%) \geq 無色発泡火山ガラス(BOB:大径)(12.0%) \geq 斜方輝石(11.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色発泡火山ガラスおよび淡緑褐色発泡ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.5351、最大値1.5417、平均値1.5370。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.47、3.2.48および3.2.49に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

KJ B2火山灰

本火山灰は径30～50mmオレンジ～灰色の発泡したスコリアを主体とする。スコリアは数cmの厚さで黒ボク中に薄層を形成する。発泡の形状はBm～Bsタイプに分類できる細かいものでマイクロフェノクリストを含む淡褐色火山ガラスを主体とする。後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

長石類および無色発泡火山ガラス（PUL, PUS: Bm～Bs）を主体とする。マトリックス（黒ボク）には岩片・風下粒も多く含まれる。

長石類(22.5%)>無色発泡火山ガラス（PUL, PUS: Bm～Bs）(10.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色発泡火山ガラス（PUL, PUS: Bm～Bs）が目立つ。

屈折率：最小値1.5445、最大値1.5515、平均値1.5474。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.50、3.2.51、3.2.52、3.2.53および3.2.54に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

2-c 由布岳噴出物

詳細な由布岳の最新期の火山活動については、小林(1984)が報告している。また、近年草薙ほか(1995)は同火山の活動を普賢岳と同様メラビ型の火砕流による堆積物であるとしたうえで(小林, 1984でも記載)、その活動を4層準に区分している。ただし、それぞれの火砕流堆積物はその崩落した方向およびこれらの堆積物に含まれる材化石の放射性炭素年代および早川(1991)のレスクロノメトリーにより層序だてられたもので、上下関係が明瞭な露頭はない。そこで、今回は小林(1984)により最も広域にその分布が報告されている由布岳(YA1)火山灰が分布し、K-Ah火山灰および米クボスコリア(小林, 1984)とこれらの火山灰との関係が明瞭な由布岳南山麓LOC. S(=LOC. 4)地点で、記載的な分析を行い、他の火山噴出物との関係および別府湾のピストンコアとの対比に必要な資料の一部とした。次頁(図3.2.8)に調査地点を示す。また同地点での柱状図を図3.2.9に示すとともに、巻末に露頭の状況を撮影した写真を貼付した。

柱状図に示すように、K-Ah火山灰より上位には最上部の黒ボクや火山灰質土をのぞき灰色を呈した8枚の火山灰が識別できる。また、Loc. S-6の黒ボクにはスコリアがに含まれる。鉱物の組成から、同層もまた火山灰質であると考えられる。各火山灰の鉱物組成分析結果を表3.2.5に示す。これに加え、表3.2.6にLoc. 2(池代火砕流; 草薙, 1995)の灰かぐらの鉱物組成分析結果を示す。

表3.2.6以降に各火山灰の特徴を記載する。

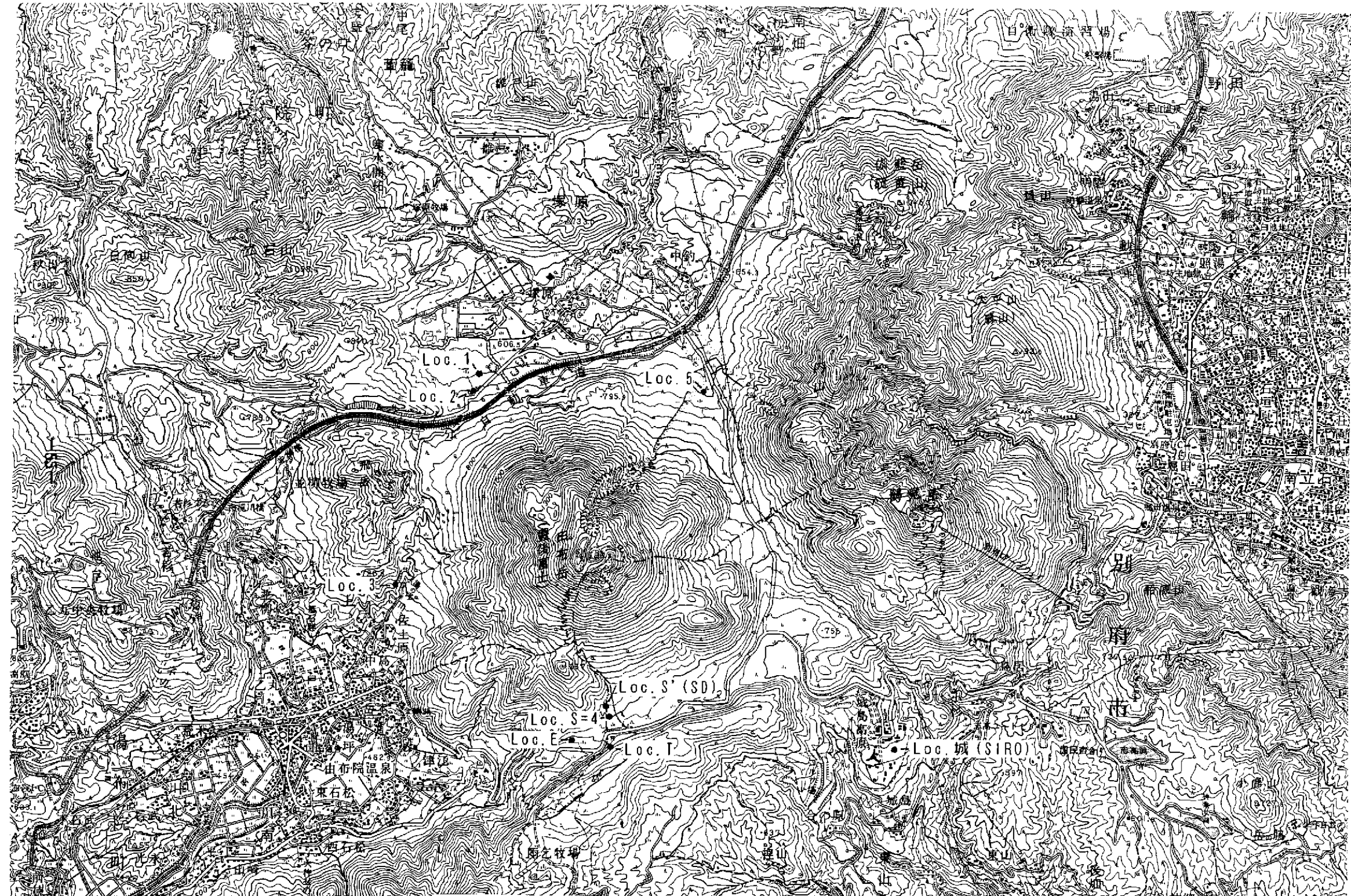
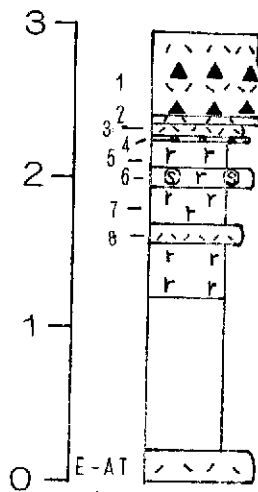


図3.2.8 由布岳周辺試料採取位置図

1:50,000 別府

高さ (m)



火砕流、凝結物、灰色砂岩層、Hemlock 林層、針葉樹林層、
 110-スクリュー、高圧、硬質、砂岩層、砂岩層、砂岩層、
 砂岩層、fine coarse 火砕流、火砕流、火砕流、
 火砕流、very coarse 火砕流、YALP
 火砕流、1-2 m 火砕流
 米窪ス
 コリア
 火砕流
 火砕流、不規則に分布、砂岩層、
 火砕流、火砕流、火砕流、火砕流、火砕流、火砕流、
 黒土
 相違あり
 AT 火砕流、砂岩層、黄褐色土層

試料No. (LOCS-X)

由布岳南麓登山口AT以降のテフラ柱状図(野々草)

図3.2.9

表3.2.5

YUFU LocS, S', E

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG M	HEAVY			MINERAL		OTH	Opg	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		Opx	Cpx	G/Bho	Oxho	OTH			
S-1	3	1	0	10	0	0	0	0	41	77	35	0	4	10	5	0	0	14	200
S-2	3	0	0	21	0	0	0	0	32	90	34	1	5	6	3	0	3	2	200
S-3	0	0	0	12	0	0	0	0	52	72	45	0	1	6	7	1	2	2	200
S-3L LA.	0	0	0	10	0	0	0	0	24	1	37	2	1	9	6	0	101	9	200
S-4	1	1	0	0	0	0	0	0	8	13	77	0	3	7	7	0	80	3	200
S-5	9	0	0	1	1	0	0	0	2	11	51	14	4	5	6	0	71	25	200
S-6	11	0	1	1	1	7	0	0	4	4	32	37	26	3	5	1	28	39	200
S-7	112	5	0	3	5	0	0	0	2	2	16	12	10	0	2	0	9	22	200
S-8	153	8	0	4	11	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0	8	3	200
E-AT	109	12	0	2	0	0	0	0	0	0	34	6	4	0	0	1	26	6	200
S'-1	1	0	0	10	0	0	0	0	30	101	37	3	3	2	10	0	0	3	200
S'-2	0	1	0	11	0	0	0	0	36	90	47	0	0	3	12	0	0	0	200
S'-3	0	0	0	8	0	0	0	0	58	75	46	1	0	2	3	0	2	5	200
S'-4	1	1	0	19	0	0	0	0	23	88	57	1	2	1	7	0	0	0	200

Oxho: 酸化角閃石

表3.2.6

YUFU Loc. 2

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG M	HEAVY MINERAL			OTH	Opq			
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		Opx	Cpx	G/Bho				Oxho	OTH
Upper	1	0	0	0	0	0	0	0	91	40	51	2	3	1	3	0	1	7	200
1	0	0	0	0	0	0	0	0	138	20	32	0	8	0	2	0	0	0	200
2	0	0	0	0	0	0	0	0	172	14	10	0	1	0	2	0	0	1	200
3	0	0	0	0	0	0	0	0	164	16	14	3	2	0	1	0	0	0	200
4	0	0	0	0	0	0	0	0	161	17	18	1	1	0	1	0	0	1	200
5	0	0	0	0	0	0	0	0	139	31	23	2	2	0	0	1	0	2	200
6	0	0	0	0	0	0	0	0	149	14	30	1	3	0	3	0	0	0	200
7	1	0	0	0	0	0	0	0	153	13	27	1	4	0	1	0	0	0	200
8	0	0	0	0	0	0	0	0	129	6	51	2	4	1	6	1	0	0	200
9	0	0	0	0	0	0	0	0	155	15	22	0	4	1	3	0	0	0	200
10	0	0	0	0	0	0	0	0	143	7	43	0	2	0	4	0	0	1	200
11	0	0	0	1	0	1	0	0	126	18	40	3	0	1	4	1	0	5	200
12	0	0	0	0	0	1	0	0	120	26	44	1	3	0	4	0	1	0	200
13	0	0	0	0	0	1	0	0	156	12	25	0	1	1	1	0	0	3	200
Lower	0	0	0	0	0	2	0	0	152	11	26	2	2	0	4	0	0	1	200

Oxho: 酸化角閃石

Loc. E-AT火山灰

本火山灰は黄灰色を呈した細砂～中砂サイズのガラス質火山灰である。始良Tn通称AT火山灰である。

鉱物組成

無色透明大径発泡の火山ガラスを主体とする。長石類も少量含まれる。

無色透明火山ガラス;BOB(54.5%)>>長石類(17.0%)≧無色透明火山ガラス;PUL(6.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：一般にバブルウォールタイプと呼ばれる(P, B1, T1型)無色透明で発泡している。超広域テフラに最も一般的にみられる形態的特徴である。発泡の形態は、そのジャンクションやガラス壁面でしか推定できないほどガラス粒子に比し大きい。後述するアカホヤ火山灰に比し、発泡壁が薄い。

屈折率：最小値1.4982、最大値1.5003、平均値1.4988。

重鉱物組成

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.55に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

Loc. S-8火山灰(=K-Ah)

本火山灰は黄オレンジ色を呈した極細砂～細砂サイズのガラス質火山灰である。

鉱物組成

無色透明大径発泡の火山ガラスを主体とする。淡褐色発泡火山ガラスも少量含まれる。

無色透明火山ガラス;BOB(76.5%)>>淡褐色発泡火山ガラス(5.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：一般にバブルウォールタイプと呼ばれる(P, B1, T1型)無色透明で発泡している。超広域テフラに最も一般的にみられる形態的特徴である。発泡の形態は、そのジャンクションやガラス壁面でしか推定できないほどガラス粒子に比し大きい。

屈折率：最小値1.5088、最大値1.5143、平均値1.5111。

重鉱物組成

斜方輝石

図版3.2.56に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

Loc. S-6火山灰

本火山灰は径7mm前後、オレンジ色の発泡したスコリアを主体とする。スコリアは黒ボク中に散在して不明瞭なスコリア層を形成する。発泡の形状はBm～Bsタイプに分類できる細かいものでマイクロフェノクリストを含む淡褐色火山ガラスを主体とする。後述する屈折率からして安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストの鉱物組成は両輝石および長石類と考えられる。

鉱物組成

不透明鉱物、斜方輝石、長石類、単斜輝石および無色発泡火山ガラス (BOB) を主体とする。無色発泡火山ガラス (PUS) も含まれる。

不透明鉱物(19.5%)≧斜方輝石(18.5%)≧長石類(16.0)≧単斜輝石(13.0%)>無色発泡火山ガラス (BOB) (5.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色発泡火山ガラス (PUL, PUS:Bm～Bs) が目立つ。

屈折率：最小値1.5265、最大値1.5525、平均値1.5453。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

斜方輝石の屈折率：最小値1.6982、最大値1.7020、平均値1.6997。

図版3.2.57、3.2.58、3.2.59、3.2.60および3.2.61に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

Loc. S-4

本層はコーヒー色を呈した径1～2mmのラピリ層である。岩片・風下粒および長石類を主体としている。無色無発泡M+火山ガラスも含む。鉱物組成から後述する由布岳のメラピ型火砕流火山活動の産物とはやや異なる。

鉱物組成

岩片・風化粒および長石類を主体とする。

岩片・風化粒(40.0%)長石類(38.5%)。

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスがやや目立つ。

屈折率：未測定。

重鉱物組成

緑色・褐色普通角閃石=酸化角閃石>単斜輝石

図版3.2.62に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

Loc. S-3火山灰

本火山灰は淡桃灰色を呈した極細砂サイズ火山灰である。無色無発泡M+火山ガラスを主体とする。ガラス部分は無色透明である。色調および後述する屈折率からして流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストは酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられる直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは角閃石、酸化角閃石、斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

鉱物組成

無色無発泡M+火山ガラス、火山岩片および長石類を主体とする。発泡形状不明瞭な無色発泡火山ガラスも含まれる。

無色無発泡M+火山ガラス(36.0%)>火山岩片(26.0%)≥長石類(22.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。特にマイクロフェノクリストとして酸化角閃石を含む特徴がある。

屈折率：最小値1.4964、最大値1.5021、平均値1.4984。

重鉱物組成

火山灰

斜方輝石>単斜輝石

図版3.2.63、3.2.64および3.2.65に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

Loc. S-2火山灰

本火山灰は淡灰色を呈した細砂～粗砂サイズ火山灰である。正級化する。無色無発泡M+火山ガラス、長石類および火山岩片を主体とする。ガラス部分は無色透明である。色調および後述する屈折率からして流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストは斜方・斜方輝石、酸化角閃石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

鉱物組成

無色無発泡M+火山ガラス、長石類および火山岩片を主体とする。

無色無発泡M+火山ガラス(45.0%)>長石類(17.0%)≥火山岩片(16.0%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4980、最大値1.5029、平均値1.494。

重鉱物組成

緑色・褐色普通角閃石≥単斜輝石>酸化角閃石

図版3.2.66に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

Loc. S-1火砕流堆積物

本層は灰色を呈した径5~100mmの溶岩片を主体とする火砕流堆積物である。角閃石の大きな斑晶を肉眼で識別できる。逆級化する。最下部では灰色の小礫混じり粗砂サイズとなる。細粒分の色調および後述する屈折率からして流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。マイクロフェノクリストは斜方・斜方輝石、酸化角閃石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

鉱物組成

無色無発泡M+火山ガラス、火山岩片および長石類を主体とする。発泡形態の不明なガラスおよび角閃石も含む。

無色無発泡M+火山ガラス(38.5%)>火山岩片(20.5%)≥長石類(17.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

特徴：無色無発泡M+火山ガラスが目立つ。

屈折率：最小値1.4962、最大値1.4996、平均値1.4981。

重鉱物組成

緑色・褐色普通角閃石>酸化角閃石≥単斜輝石

図版3.2.67に極細砂サイズ粒子の顕微鏡写真を貼付する。

4. 考 察

4-1. 各火山の噴出物の特徴

1-a阿蘇山

本火山のK-Ah火山灰降灰以降の噴火による降下火山灰の記載的特徴としては以下の点が特記される。

- ①褐色あるいは淡緑褐色を呈する火山ガラスを多く含み、屈折率や鉱物組成（一部にカンラン石を含む）などからいずれも玄武岩質安山岩～玄武岩質マグマ起源のものであると考えられる。
- ②最上部(NAMI-4)には特に特徴的な火山灰が存在する。この火山灰は淡緑褐色を呈する火山ガラスを多く含み、多くは広域テフラにも多くみられるような明瞭な発泡跡がみられる。屈折率は1.560程度であり、我が国ではこれほど高い屈折率を示すガラスでこのような形態的特徴を有する火山灰は他に見あたらない。
- ③上記②の火山ガラスはK-Ah火山灰～NAMI-4火山灰間の火山灰にもわずかに混在する。

表4.1.1阿蘇火山のK-Ah火山灰降灰以降の噴火による降下火山灰の記載的特徴

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS				VOL MIN		LIG	HEAVY			MINERAL		OTH	Opg	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		M	Opx	Cpx	G/Bho	Oxho			
1	8	0	0	0	5	52	8	3	0	5	67	3	29	0	0	8	7	5	200
2	29	1	0	0	2	35	4	7	0	1	73	5	23	0	0	10	8	2	200
3	0	0	0	0	2	60	28	9	0	0	55	2	13	0	0	2	16	13	200
4	0	0	0	0	4	57	83	0	0	0	42	3	10	0	0	1	0	0	200
5	0	0	0	0	5	81	2	10	0	0	53	6	23	0	0	11	2	7	200
6	0	0	0	0	0	5	21	29	0	0	38	5	10	0	0	15	77	0	200
6	0	0	0	0	0	76	6	10	1	0	60	4	20	0	0	17	0	6	200
7U	0	0	0	0	4	61	7	9	0	0	81	7	14	0	0	8	1	8	200
7M	1	0	0	0	4	67	1	1	0	3	78	14	27	0	0	4	0	0	200
8	7	0	0	0	1	76	1	1	0	1	69	13	19	0	0	2	0	10	200
9U	7	1	0	0	0	44	0	0	0	6	65	22	25	0	0	9	10	11	200
9M	25	1	0	1	1	49	0	0	0	3	59	19	26	1	0	5	3	7	200
9L	77	4	0	1	3	23	0	1	0	7	32	11	20	1	0	1	7	12	200
10	133	16	0	1	1	7	0	0	0	0	27	4	7	0	0	0	2	2	200

Oxho:酸化角閃石

1-bくじゅう連山

本火山灰のK-Ah火山灰降灰以降の噴火による降下火山灰の記載的特徴としては以下の点が特記される。

- ①最上部には4枚のスコリア層が識別される。いずれも安山岩質である。また、この上位には地表面層にカンラン石を含むスパータ状ラピリ（一部スコリア状）が分布する。さらにこの上には黒ボクと見間違える暗灰色～灰色シルト～極細砂サイズ火山灰が分布する。ただし、この火山灰はくじゅう連山起源のものではないと考えられる。
- ②上記以外の火山灰は、顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分は最下部では無色透明、下部、中部では淡褐色透明～半透明+無色透明、上部では淡褐色透明～半透明+淡黄緑～淡緑褐色である。
屈折率は無色透明のもので1.496～1.503であり、概ね流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。淡褐色透明～半透明のものは1.530～1.570で概ね安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。淡黄緑～淡緑褐色のものは1.538～1.563で概ね安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。
- ③上記と重なるが、発泡したガラスの噴出は調査地点では最上部のスコリア層以外にはみられない。

表4.1.2くじゅう連山のK-Ah火山灰降灰以降の噴火による降下火山灰の記載的特徴

Kuju KJ																			
試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		M	Opx	Cpx	G/Bho	Oxho			OTH
B3	0	0	0	1	0	22	0	0	82	14	55	10	12	1	0	1	1	200	
B2	0	21	0	0	0	0	8	6	0	0	45	16	12	0	0	0	76	16	200
B1	0	1	0	0	0	46	0	8	71	3	40	13	12	0	0	0	1	5	200
A1-3	24	37	0	29	0	4	25	4	0	12	34	23	5	0	0	0	0	3	200
A1-2	0	89	0	0	0	0	0	0	0	3	62	20	8	0	0	0	0	18	200
A1-1	0	0	0	0	1	24	59	90	0	0	12	10	4	0	0	0	0	0	200
A16	0	0	0	0	0	56	0	38	30	2	19	16	28	0	0	0	0	11	200
A15	0	0	0	0	0	52	0	61	34	1	25	9	11	0	0	0	0	7	200
A14	0	0	0	0	0	54	0	43	29	0	29	16	17	0	0	0	0	12	200
A13	0	0	0	0	0	23	0	30	44	18	45	11	13	0	0	0	0	16	200
A12	0	0	0	0	0	19	0	13	47	10	72	14	23	0	2	0	0	0	200
A11	0	0	0	0	0	60	0	21	47	4	40	10	14	0	0	0	0	4	200
A10	0	0	0	0	0	38	0	1	48	33	58	7	6	0	0	1	0	8	200
A9	0	0	0	0	0	63	0	2	47	12	51	7	10	0	0	0	0	8	200
A8	0	0	0	0	0	53	0	28	40	8	46	11	13	0	0	0	1	0	200
A7	0	0	0	1	0	15	0	0	51	42	56	12	12	0	2	0	1	8	200
A6	0	0	0	0	1	92	0	1	40	15	33	7	8	0	0	0	1	2	200
A5	0	0	0	0	0	32	0	1	41	40	58	9	9	0	0	0	3	7	200
A4	0	0	0	0	0	6	0	0	40	17	50	14	11	0	0	1	54	7	200
A3	0	0	0	0	0	9	0	0	17	56	77	14	14	0	0	0	7	6	200
A2	0	0	0	0	0	14	0	0	0	109	51	10	5	0	0	0	5	6	200
A1	1	0	0	3	0	4	0	0	2	108	51	5	11	0	2	0	10	3	200
A-K-Ah	179	14	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	200

KUJU K																			
試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN		LIG	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq	
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH	ROCK	+		M	Opx	Cpx	G/Bho	Oxho			OTH
K-1'sc	0	0	0	0	0	168	0	0	0	0	21	2	8	0	0	1	0	0	200 01
K-2	1	0	0	0	3	11	27	1	52	3	35	2	3	0	0	1	17	44	200
K-3	0	0	0	1	0	41	7	0	56	33	32	7	11	2	0	0	7	3	200

Oxho:酸化角閃石

1-c由布岳

本火山灰のK-Ah火山灰降灰以降の噴火による降下火山灰の記載的特徴としては以下の点が特記される。

- ①いずれも細粒分は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラスが主体である。ガラス部分は無色透明である。この部分の屈折率は1.494~1.502であり、概ね流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられないおよびみられるものが混在し、直消光~斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱~柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石、長石類および酸化角閃石を主体としていることから、これらの微結晶の多くは無色~淡緑色のものが斜方・斜方輝石および長石類と、褐色のものが酸化角閃石などであると考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。特に角閃石が多く含まれる点は、上記2火山とは大きく異なる。

表4.1.3由布岳のK-Ah火山灰降灰以降の噴火による降下火山灰の記載的特徴

YUFU LocS, S', E

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN ROCK +	LIG M	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq		
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH			Opx	Cpx	g/Bho	Oxho	OTH				
S-1	3	1	0	10	0	0	0	0	41	77	35	0	4	10	5	0	0	14	200
S-2	3	0	0	21	0	0	0	0	32	90	34	1	5	6	3	0	3	2	200
S-3	0	0	0	12	0	0	0	0	52	72	45	0	1	6	7	1	2	2	200
S-3L LA.	0	0	0	10	0	0	0	0	24	1	37	2	1	9	6	0	101	9	200
S-4	1	1	0	0	0	0	0	0	8	13	77	0	3	7	7	0	80	3	200
S-5	9	0	0	1	1	0	0	0	2	11	51	14	4	5	6	0	71	25	200
S-6	11	0	1	1	1	7	0	0	4	4	32	37	26	3	5	1	28	39	200
S-7	112	5	0	3	5	0	0	0	2	2	16	12	10	0	2	0	9	22	200
S-8	153	8	0	4	11	0	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0	8	3	200
E-AT	109	12	0	2	0	0	0	0	0	0	34	6	4	0	0	1	26	6	200
S'-1	1	0	0	10	0	0	0	0	30	101	37	3	3	2	10	0	0	3	200
S'-2	0	1	0	11	0	0	0	0	36	90	47	0	0	3	12	0	0	0	200
S'-3	0	0	0	8	0	0	0	0	58	75	46	1	0	2	3	0	2	5	200
S'-4	1	1	0	19	0	0	0	0	23	88	57	1	2	1	7	0	0	0	200

YUFU Loc. 2

試料No.	COLOR LESS GLASS				BROWN GLASS		GREEN GLASS		VOL MIN ROCK +	LIG M	HEAVY			MINERAL		OTH	Opq		
	BOB	PUL	PUS	OTH	BOB	OTH	BOB	OTH			Opx	Cpx	g/Bho	Oxho	OTH				
Upper	1	0	0	0	0	0	0	0	91	40	51	2	3	1	3	0	1	7	200
1	0	0	0	0	0	0	0	0	138	20	32	0	8	0	2	0	0	0	200
2	0	0	0	0	0	0	0	0	172	14	10	0	1	0	2	0	0	1	200
3	0	0	0	0	0	0	0	0	164	16	14	3	2	0	1	0	0	0	200
4	0	0	0	0	0	0	0	0	161	17	18	1	1	0	1	0	0	1	200
5	0	0	0	0	0	0	0	0	139	31	23	2	2	0	0	1	0	2	200
6	0	0	0	0	0	0	0	0	149	14	30	1	3	0	3	0	0	0	200
7	1	0	0	0	0	0	0	0	153	13	27	1	4	0	1	0	0	0	200
8	0	0	0	0	0	0	0	0	129	6	51	2	4	1	6	1	0	0	200
9	0	0	0	0	0	0	0	0	155	15	22	0	4	1	3	0	0	0	200
10	0	0	0	0	0	0	0	0	143	7	43	0	2	0	4	0	0	1	200
11	0	0	0	1	0	1	0	0	126	18	40	3	0	1	4	1	0	5	200
12	0	0	0	0	0	1	0	0	120	26	44	1	3	0	4	0	1	0	200
13	0	0	0	0	0	1	0	0	156	12	25	0	1	1	1	0	0	3	200
Lower	0	0	0	0	0	2	0	0	152	11	26	2	2	0	4	0	0	1	200

Oxho: 酸化角閃石

4-2. 別府湾の各火山灰への対比

2-a G-6火山灰のNAMI-4, K-2火山灰への対比

別府湾G-6火山灰は明瞭なバブルウォールタイプ発泡火山ガラスである。ガラス部分は淡緑褐色透明である。G-3, 6に比しやや褐色が弱く澄んだ色調である。この色調のガラスの屈折率は1.558~1.566の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.560である。値は1.560付近に集中している。概ね安山岩~玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。

NAMI-4火山灰は阿蘇中央火口丘最新期噴出物の最上部に位置する黒灰色シルト~極細砂サイズ火山灰である。同火山灰に含まれる火山ガラスの屈折率は平均値1.5605、最小値1.5575、最大値1.5685である。

両火山灰のガラスの屈折率ヒストグラムを図4.2.1に示す。

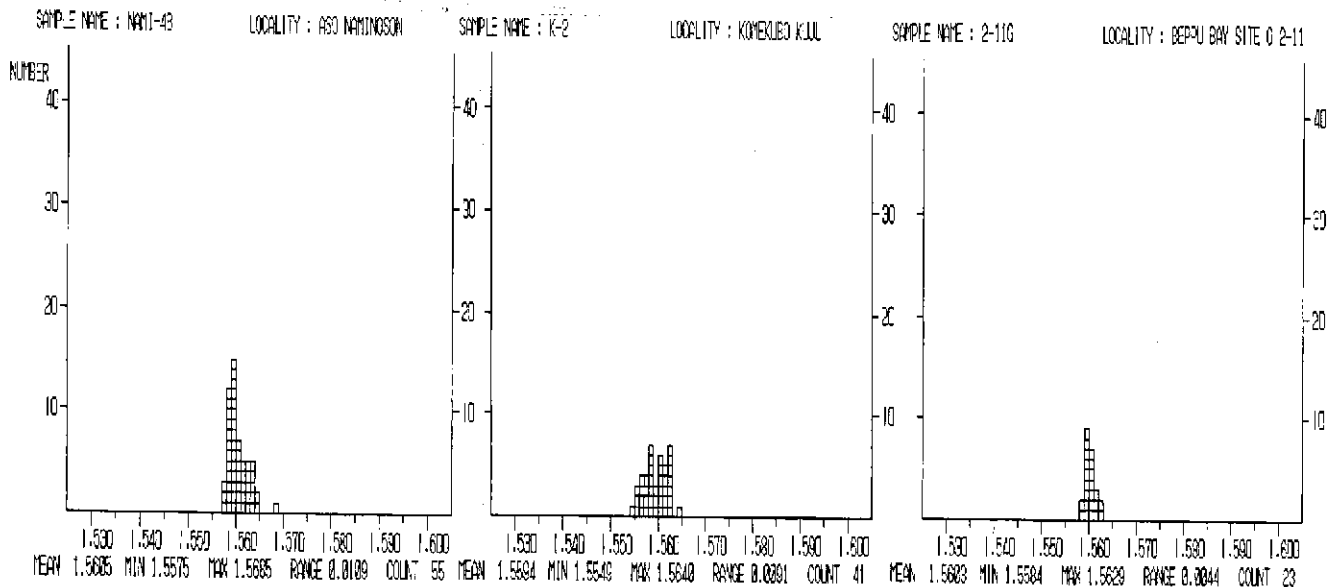


図4.2.1 G-6, NAMI-4, K-2各火山灰に含まれるガラスの屈折率ヒストグラム比較

分析結果の章で記載したように、ガラスの色調、形態は各火山灰ともに全く一致する。また、図4.2.1にみられるように、その屈折率も一致する。従って、記載的には各火山灰は対比可能と考えられる。

一方、層序的には、図4-2-2にみられるように、NAMI-4は、層序的にK-Ah火山灰以降の層序では、その最上部に位置する。また、K-2火山灰もくじゅう連山起源の噴出物である最上部のスコリア層および更に上位のスパータ状ラピリ（一部スコリア）の上位に位置する。ちなみに太田(1991)はこの4枚のスコリア層の内、最上部のもの（下位の3枚とはリワークした火山灰質砂を挟み時間的な間隙がみられる）を米クボスコリア、下位3枚のものを段原スコリアと識別している。

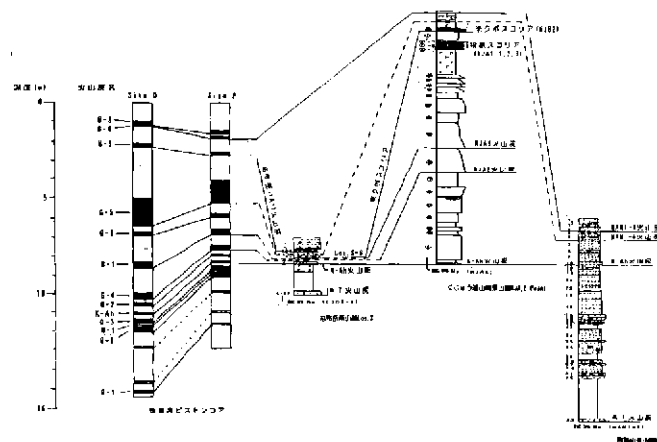


図4.2.2 阿蘇山、くじゅう連山および由布岳の柱状図一覧

以上、別府湾を含み今回同一火山灰と識別したものは、いずれの地点でも層序的に最上部に位置する。従って、層序的にも上記の対比には矛盾がないと考える。

2-b M-3火山灰のLOC S-3=由布岳(YA1)火山灰への対比

Takemura(1995)は本分析対象コアの近隣ピストンコア(Site-U;岡村ほか, 1992)において同一サイズでの記載的分析を行い、M-3火山灰相当層を由布岳起源の山布岳火山灰層(小林, 1984)に対比している。また、深度342 cm層準を、やはりG-6火山灰と同様、淡緑褐色火山ガラス(屈折率1.560程度で、明瞭な発泡跡を有する特異なガラス)で特徴づけられる火山灰として識別している。そしてこれらの時代を約2000および1500y B.P.としている。

また、図3.2.4の由布岳に分布するLoc. S-6と番号付けしたスコリア層は小林(1984)により米クボスコリアに対比されている。

このスコリアの同定は、由布岳火山灰の層序を、くじゅう連山の噴出物と関係づけて検討するのに、非常に重要となる。

Loc. S-6と番号付けしたスコリア層のスコリアの火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率を図4.2.3に示す。また、くじゅう連山A Pointの柱状作成位置で採取した米窪スコリアの火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率を図4.2.4に示す。いずれもガラスの屈折率モードは1.546~1.550であり、斜方輝石はモード1.698, 9~1.702で一致する。鉱物組成も両輝石を主体とすることで一致している。分析結果で写真を付記したように、いずれの火山灰のガラスも同色(淡緑褐色)、同形態(Bm型などのいわゆるマイクロバミスタイプでやや発泡している)を呈し一見して同一であることが予想できる。また、両輝石の形態も一致している。

従って、Loc. S-6と番号付けしたスコリア層は太田(1991)の米クボスコリアに対比できる。くじゅう連山の噴出物、しかも径数cm大のスコリアが由布岳南山麓にまで飛来していたのである。

この対比は、由布岳火山灰および別府湾G-6=NAMI-4=K-2火山灰ともにくじゅう連山最新期噴出物である米窪スコリアの上位に位置し、近接した時代に噴出していることを示す。

M-3火山灰のLOC S-3=由布岳(YA1)火山灰への対比

M-3火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶(マイクロフェノクリスト;径0.01mm以下)を多量に含む無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分は無色透明である。この部分の屈折率は1.493~1.504であり、概ね流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色(褐色あるいは濃いオレンジ色)のみられないおよびみられるものが混在し、直消光~斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱~柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石、長石類および酸化角閃石を主体としていることから、これらの微結晶の多くは無色~淡緑色のものが斜方・斜方輝石および長石類と、褐色のものが酸化角閃石などであると考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

Loc. S-3(小林1984の山布岳(YA1)火山灰)も顕微鏡でしか識別のできない結晶(マイクロフェノクリスト;径0.01mm以下)を多量に含む無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分は無色透明である。この部分の屈折率は1.496~1.502であり、概ね流紋岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色(褐色あるいは濃いオレンジ色)のみられないおよびみられるものが混在し、直消光~斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱~柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石、長石類および酸化角閃石を主体としていることから、これらの微結晶の多くは無色~淡緑色のものが斜方・斜方輝石および長石類と、褐色のものが酸化角閃石などであると考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

以上、両火山灰は記載の特徴が一致している。また、層序も上記の層序関係(由布岳火山灰および別府湾G-6=NAMI-4=K-2火山灰ともにくじゅう連山最新期噴出物である米窪スコリアの上位に位置し、近接した時代に噴出している)からして対比に矛盾しない。しかも、小林(1984)は、由布岳火山灰の分布を次頁図4.2.5の

ように記載し、当然別府湾でも肉眼的に識別できる火山灰であることを想像させる。

前回の調査で唯一k-Ah火山灰以外に肉眼で識別できた火山灰は、M-3火山灰である。コアでは数cmの厚の細粒赤紫灰色層である。この色調や粒度の特徴もLoc. S-3=由布岳火山灰のそれと一致する。

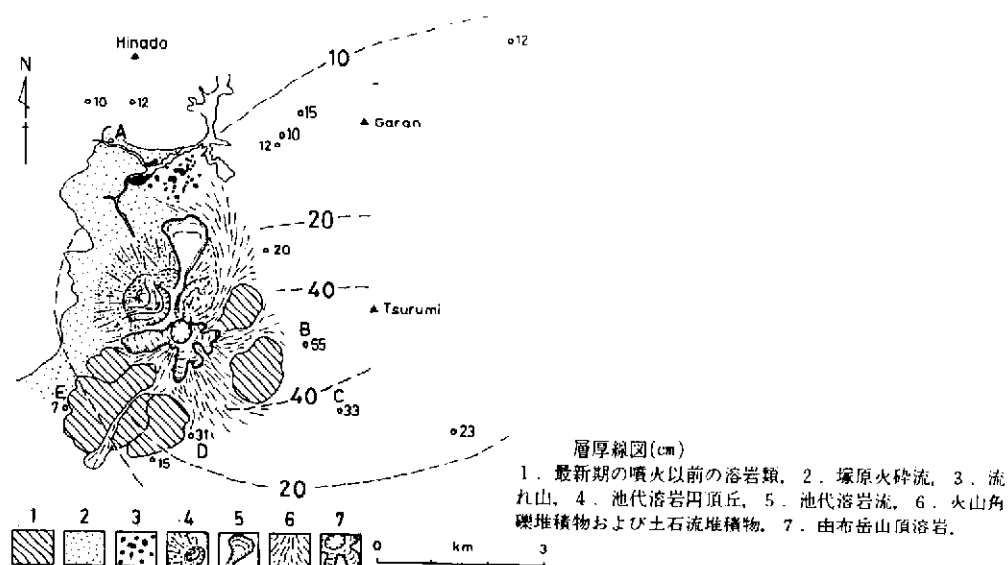


図4.2.5 由布岳火山灰の分布および等厚線図

従って、M-3火山灰はLoc. S-3=由布岳火山灰に対比できる。

これは、Takemura(1995)の対比を強く指示する。ここで注目したいのは、陸上では近接し不明な火山灰の層序関係を、ピストンコアの分析により明瞭にできることである。

ただし、注意したいのは、由布岳火山灰なるものの本質にある。由布岳周辺には時代を異にするとみられる火砕流堆積物は多くみられる。草薙ほか(1995)では、これを4層準に区分している。その内の1つ、池代火砕流堆積物では、挟在する材化石の放射性炭素年代を測定し約4060±150b.p.yという年代を得ている(草薙私信)。今回の分析ではこの火砕流堆積物(ドライアパラシユ堆積物)中の灰かぐら(一般に火山灰と呼ばれるもの)の分析も行った(Loc. 2)。記載的特徴はほとんど由布岳火山灰とよばれるものに類似している。

言い換えれば、由布岳火山灰は1つの火山活動による産物である根拠は無いといえる。これを同一火山灰とみている根拠はその分布地域および層厚の変化の連続性にあると考える。これは1つの同定の根拠である。しかし、必ずこの方法で同定した火山灰が同一火山灰であるという確度は高くない。確度の向上には多くの資料の蓄積(放射性年代その他)が必要と考える。

2-c G-4火山灰のKJA8火山灰への対比

図4.2.6に別府湾G-1, 3, 4, 5, 6火山灰に含まれる淡緑褐色火山ガラスの屈折率ヒストグラムを一覧する。また、表4.2.1にこれらの値を一覧する。

表4.2.1 G-1, 3, 4, 5, 6の各層に含まれる淡緑褐色透明発泡ガラスの屈折率

火山灰層名	平均値	最小値	最大値
G-6	1.560	1.558	1.566
G-5	1.563~1.564	1.554	1.572
G-4	1.554~1.557	1.547	1.563
G-3	1.563	1.557	1.563
G-1	1.561~1.564	1.555	1.575

この図および表からも明らかなように、G-4火山灰のみ値が相対的に低い。これは明瞭な差である。

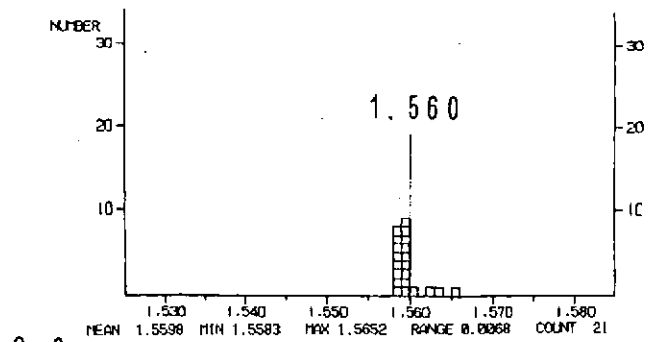
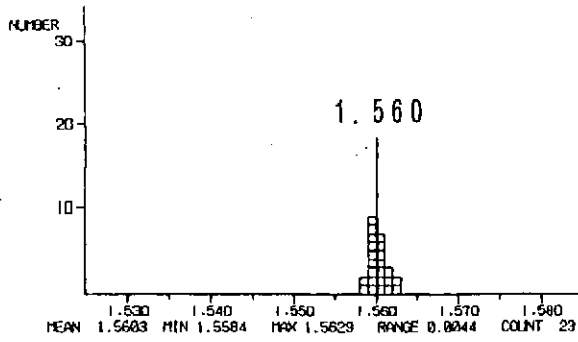
G-4火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラス（一部不明瞭な発泡もみられる）を主体とする。ガラス部分は淡緑褐色透明である。この部分の屈折率は1.547~1.563（わずかに1粒子1.570のものが混入）の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.554~1.557である。G-1~5層準のうち最も低い値を示す。概ね安山岩~玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は直消光~斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱~柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

以上の特徴と一致する火山灰は阿蘇山起源のものには見あたらない。

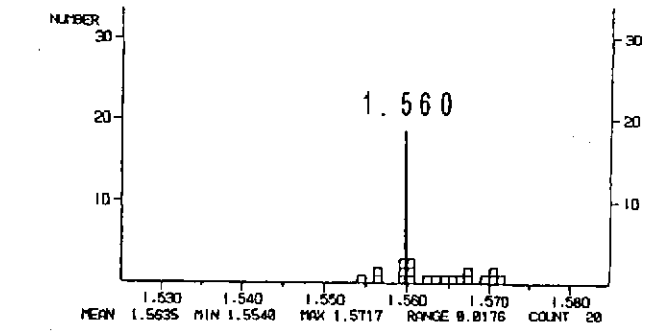
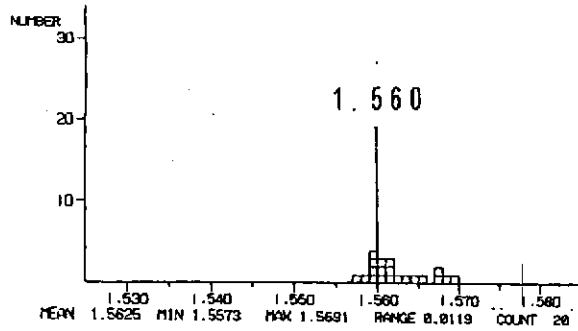
一方、KJA8火山灰も顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多量に含む無発泡火山ガラス（一部不明瞭な発泡もみられる）を主体とする。ガラス部分は淡緑褐色透明である。この部分の屈折率は1.528~1.565の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.554である。安山岩~玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は直消光~斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱~柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

以上、両火山灰は記載的特徴が一致している。また、層序はG-4がピストンコアではK-Ah火山灰より上位でM-3より下位に堆積しているのに対し、KJA8火山灰もK-Ah火山灰より上位で布岳火山灰=M-3より下位の米クボスコリア（KJB2）のさらに下位に堆積している。層序的にも対比に矛盾はない。

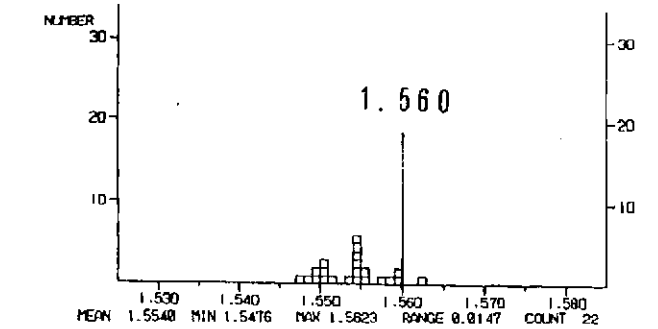
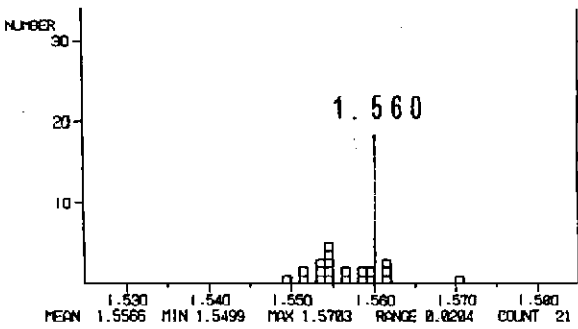
従って、G-4火山灰はくじゅう連山A PointのKJA8火山灰に対比できる可能性が高い。



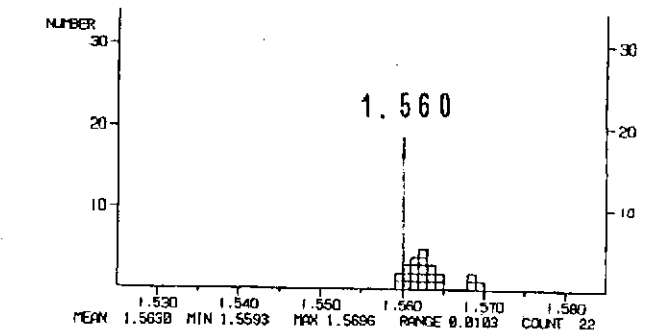
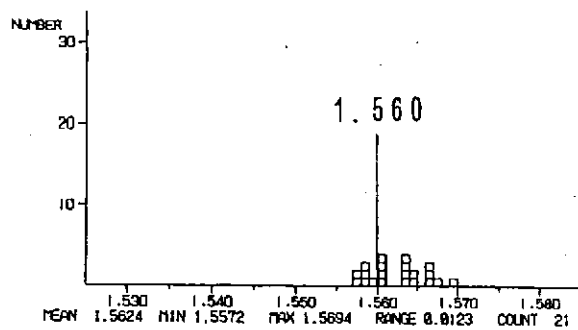
G-6



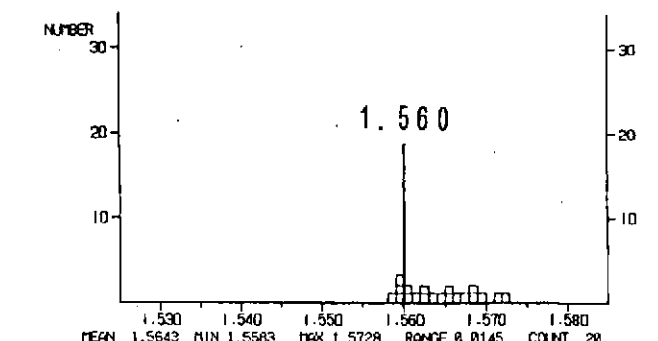
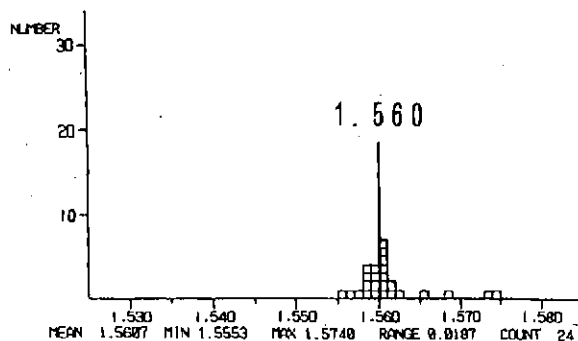
G-5



G-4



G-3



G-1

図4.2.6 G-層準の淡緑褐色発泡ガラスの屈折率

2-d B-1火山灰のKJA9火山灰への対比

B-1火山灰は、顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分は淡褐色半透明である。色調からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

一方、KJA9火山灰も顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分は淡褐色半透明である。色調からして安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は酸化色（褐色あるいは濃いオレンジ色）のみられない直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

以上、両火山灰は記載的特徴が一致している（ただし屈折率はB-1で淡褐色無発泡火山ガラスのみを対象に測定していない）。また、層序はB-1がピストンコアではG-4火山灰に近接した上位でM-3より下位に堆積しているのに対し、KJA9火山灰もG-4=KJA8火山灰に近接した上位（KJA8最上部には表土化した部分のみ）で由布岳火山灰=M-3より下位の米クボスコリア（KJB2）のさらに下位に堆積している。層序的にも対比に矛盾はない。

従って、B-1火山灰はくじゅう連山A PointのKJA9火山灰（ないしはこれにくじゅう連山における近接した時代の類似した組成のマグマ起源の火山噴出物）に対比できる可能性が高い。

これとあわせ、別府湾B-2火山灰はその記載的特徴（火山ガラスは顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を多く含む無発泡火山ガラスを主体とする。ガラス部分は淡褐色透明～半透明である（半透明なものが非常に少ない点においてB-1とは異なる）。結晶は直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。）および層序からくじゅう連山黒岳北東のHAKU-8にあるいは対比される可能性もある。

HAKU-8火山灰は層序的にカンラン石を含むスコリア（米クボスコリア）の上位に位置する。米クボスコリアはM-3火山灰の下位に位置し、B-1火山灰=KJA9火山灰の上位に位置する。

ただし、HAKU-*採取地点では頻繁に再堆積が行われており、明瞭な層序が確立できない。くじゅう連山起源の噴出物に対するさらに多くの資料の蓄積が望まれる。

2-e G-5火山灰のNAMI-6火山灰への対比の妥当性

G-5火山灰は顕微鏡でしか識別のできない結晶（マイクロフェノクリスト；径0.01mm以下）を少量～やや多く含む無発泡および不明瞭～やや明瞭なバブルウォールタイプ発泡火山ガラスである（次頁以降偏光顕微鏡写真参照）。ガラス部分は淡緑褐色透明である。G-3,6に比しやや褐色が強く鈍い色調である。この色調のガラスの屈折率は1.554～1.572の範囲に屈折率が分布しており、平均値は1.563～1.564である。概ね安山岩～玄武岩質安山岩質マグマに起因する火山活動の産物であると推定できる。結晶は直消光～斜消光、淡緑色、多色性識別不能短柱～柱状形状などの特徴を有すものと無色透明である以外同質の特徴を有すものがある。以上の特徴および、フェノクリストが両輝石および長石類を主体としていることから、これらの微結晶の多くは斜方・斜方輝石および長石類と考えられる。また、同質の径0.1mm以上大結晶を含むことも多い。

以上の特徴を有する火山ガラスを噴出する火山は、今回の調査では阿蘇山以外に見あたらない。

NAMI-6火山灰はオレンジ色を呈した径5～10mmスコリアを含む暗茶色シルトサイズ火山灰である。鉱物組成は火山灰とスコリアとで異なる。

火山灰

淡褐色および淡緑褐色無発泡火山ガラスおよび長石類を主体とする。単斜輝石およびカンラン石も多く含まれる。

淡褐色無発泡火山ガラス(38.0%) \geq 長石類(30.0%) $>$ 単斜輝石(10.0%) \geq カンラン石(8.5%)

スコリア

岩片その他 $>$ 長石類 $>$ 淡緑褐色無発泡火山ガラスおよび淡緑褐色発泡火山ガラスを主体とする。単斜輝石およびカンラン石も多く含まれる。

岩片その他(38.5%) $>$ 長石類(19.0%) $>$ 淡緑褐色無発泡火山ガラス(14.5%) \geq 淡緑褐色発泡火山ガラス(10.5%)

火山ガラスの特徴と屈折率

火山灰

特徴：淡褐～褐色無発泡+微笑結晶封入無発泡火山ガラスが目立つ。

スコリア

淡緑褐色無発泡火山ガラスおよび淡緑褐色発泡火山ガラスを主体とする。スコリアを粉砕したものであり、淡緑褐色無発泡火山ガラスはスコリア中の相対的に大きな発泡壁、淡緑褐色発泡火山ガラスは相対的に小さな発泡跡を含む部分に相当する。その多くは微少結晶を含む。

屈折率：火山灰中の淡緑褐色無発泡火山ガラスは最小値1.5539、最大値1.5668、平均値1.5589。

スコリアは最小値1.5701、最大値1.5733、平均値1.5713。

以上、NAMI-6火山灰のスコリアとマトリックス（火山灰）をあわせた記載的特徴は別府湾G-5火山灰に類似する。

ただし、G-5火山灰は別府湾において約1m数10cmの厚さを有し、他の火山灰より厚い（純層ではなく淡緑褐色火山ガラスが多産して散在する層準）。一方の阿蘇山東山麓NAMI-6火山灰はNAMI-4火山灰他に比し特別層厚が厚いとは言い難い。従って、G-5火山灰はNAMI-6火山灰とほぼ地質的に同時代の阿蘇山の火山活動による産物であると考えたほうが合理的である。

以上の火山灰の対比をまとめて図4.2.7に示す。

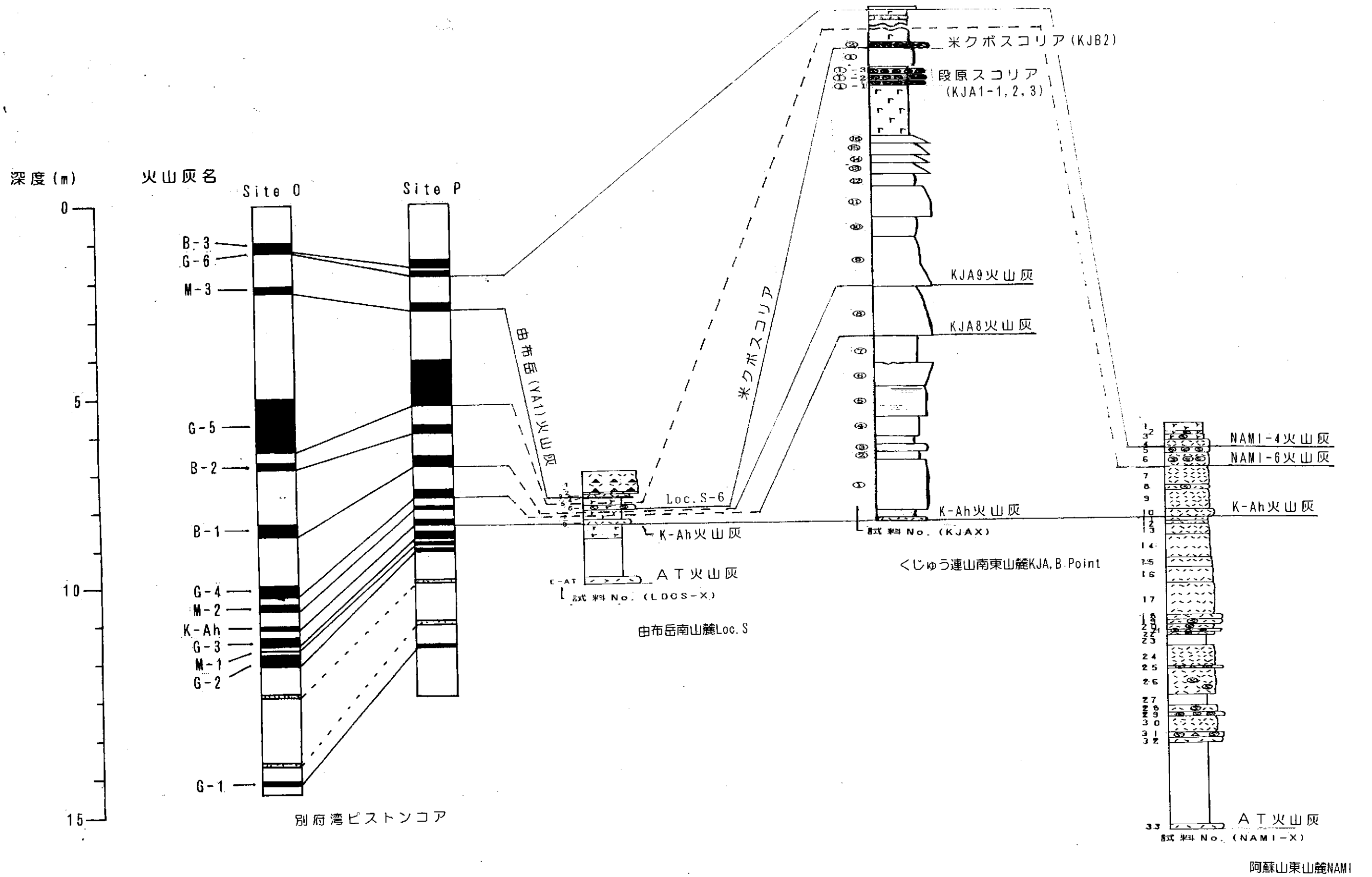


図4.2.7 別府湾，由布岳，くじゅう連山，阿蘇山火山灰総合対比図

4-3. 別府湾のコアからみた九州中部の火山活動

別府湾のピストンコアからは、アカホヤ火山灰降灰以降、くじゅう連山の安山岩～玄武岩質安山岩質マグマ起源の火山活動、同火山の安山岩質マグマ起源の火山活動、阿蘇山の玄武岩質マグマ起源の火山活動、由布岳の流紋岩質マグマ起源の火山活動、阿蘇山の安山岩～玄武岩質安山岩質マグマ起源の火山活動の順に、各火山がそれぞれ別府湾に降灰させる規模の火山活動をしていたことみみられる。

もちろん、いずれの火山活動もそれぞれの火山の活動において規模の大きなもののみである必然性はない。あるいは、強風の影響が大きく作用していることも考えられる。

火山噴出物のみ、特に火山ガラスの形態からすれば、由布岳およびくじゅう連山の最上部（段原および米クボスコリア）を除く火山灰を噴出した火山活動は、マグマの発泡がガラス化時に爆発的に起こらないタイプの噴火であると考えられる。特に、由布岳ではメラピ型の火砕流が頻繁に発生していることが報告されている（小林, 1984など）。

従って、由布岳では、火砕流の発生する方向によって別府湾への影響が異なると考える。すなわち、東方向に発生した火砕流は別府湾へその灰かくらが降灰する可能性が高い。

くじゅう連山については、あるいはブルカノ式の噴火も予想される。今後さらに現地での調査による資料の蓄積と文献収集などを行い、十分に検討したい。

阿蘇山については、最近まで玄武岩質安山岩ないしは玄武岩質マグマ起源の火山活動を行っている。多くはストロンボリ式の活動で有ると言われているが、この形の噴火は長く続くことはなく、活動期の途中には爆発が起こることがあり、それは時には水蒸気爆発であったり、また、低温火砕流が発生することもある（小野ほか, 1995）とゆう。

緑色を帯び発泡した別府湾にもみられる屈折率の高いガラスは、阿蘇山の噴火によるものと考えられる。また、このガラスはストロンボリ式噴火時の液体状マグマの放山による産物と位置づけ、しぶき型ガラスと読んでいる（小野ほか, 1995）ものとやや類似する。これらの所見は現火山活動による噴出物の分析から記載しているもので、今後のガラスの形態と火山噴火の形式とを考察する上で重要な意義をもつ。

いずれにしても、この形式の噴火が、別府湾に降灰を及ぼすとは考えにくい。強風を想定すればあるいはとも考えられるが、数層順にわたり偶然が重なるかは疑問である。既存の所見より規模の大きな噴火を考える必要もあると推測される。

5. まとめと今後の課題

5-1. 手法の適応条件および編纂精度についての検討

適応条件

本調査方法は、ピストンコア中に含まれる少量～微量の火山噴出物を分析して、その記載的特徴から、火山灰を識別している。この作業で得られた各火山灰の特徴を基に、陸上で識別されている火山灰との対比を行い、火山活動史の編纂を行う。

このため、基本的には周辺（半径数10Km～数100km以内）に火山が分布していない地域では、その精度が極端に低くなる。具体的には数万年前までの地層を対象とした場合、K-AhおよびAT火山灰のみしか識別できないことも考えられる。

従って、適応条件の第一には周辺の火山の密度があげられる。

一方、火山が存在しても、その活動が活発でなかったり、小規模な場合、今回の様な火山活動を把握することを目的として選択していない海域（火山から少なくとも数km以上離れている）の調査では、十分にこれらの火山活動を把握することは困難と考える。

このほか、火山の周辺に地層を連続して保存、蓄積していく環境が存在しない地点での調査も困難となる。我が国においてはこのような条件は希であるが、例えば周辺が全て海域に面し、その海域の潮の流れが激しい地域ではこの方法は適応できない。

以上の付け加え、火山自体が良く調査されていない場合ないしは複雑で活動が把握しにくい場合には、その火山自体の活動による噴出物であるかの検討が困難であるため、ピストンコアとの対比が困難となる。

これら適応条件をまとめると次のようになる。

- ①ピストンコアの周辺に火山が存在しない（火山の密度。ただし、火山の無い地域で火山活動史を検討することはありえない）。
- ②ピストンコアの周辺に火山が存在してもその活動が小規模であったり、活発でない（火山の活動性）。
- ③ピストンコアの周辺に火山が存在してもその活動が十分に把握されていない（火山の既往調査精度）。
- ④ピストンコアの周辺に火山が存在しても、ピストンコアを採取する地域の堆積速度が極端に遅い場合や、極端に、地層相互が攪乱し成層をなさない（潮流の速い海域など）。

しかし、以上いずれの場合においても、小規模なピストンコアを多点で行ったり、わずかなスペースでも、積極的にコアを採取するなどの工夫を施し、上記条件を間接的に補うことにより、適応できない条件はほとんど無いと考える。

編纂精度

上記適応条件とも一部重複するが、精度を左右する要因としては、以下の項目があげられる。

- ①目的とする火山周辺における地層の保存良好な地点の存在。
- ②陸上の火山調査地点およびピストンコア地点での火山灰の年代測定に必要な材料の存在。
- ③既往の火山調査精度および密度。
- ④特徴的な火山灰の存在。
- ⑤①の地点の数および堆積速度と層厚。
- ⑥噴火の形態（火山灰の噴出量）。
- ⑦火山灰の挟在する環境（極端に酸性あるいはアルカリ性の場合、ガラスが溶解し、分析が結晶のみとなる）。
- ⑧地域に適応した分析方法（鉱物の区分方法などの工夫）。

これらの要素のうち①～⑥が相互に高密度あるいは大きいこと、および⑦、⑧の適合は精度を確実に向上させる。

今回の別府湾でのピストンコアの分析による火山活動史の編纂精度は、上記の条件の内の多くを満たしていることから、かなり高いものであると考える。それは新しい火山灰の発見やその火山灰の給源の特定、および同火山灰を供給する火山活動の見直し提言など、随所にみられる。

この手法の適応地域の拡大や試料数の増加は、現在陸上で行われている火山活動史の編纂精度を著しく向上させると考えられる。

5-2. 課題

今回の調査では、阿蘇山、くじゅう連山、由布岳について数地点でのみしか分析を行っていない。

阿蘇山については露頭の数も多く、中央火口丘での火山灰の保存状態も良好である。従って、G-5火山灰の対比にみられるような曖昧さは、調査地点数の増加で補うべきである。

また、ピストンコアについては陸水域（例えば湖、沼、湿地など）での積極的なサンプリングと分析が望まれる。この手法と今回の分析結果とを併用すれば、火山個々の活動が詳細に把握できると考えられる。経済的にも調査成果にみるコストパフォーマンスには目をみはるものが有ると感じられる。

引用文献

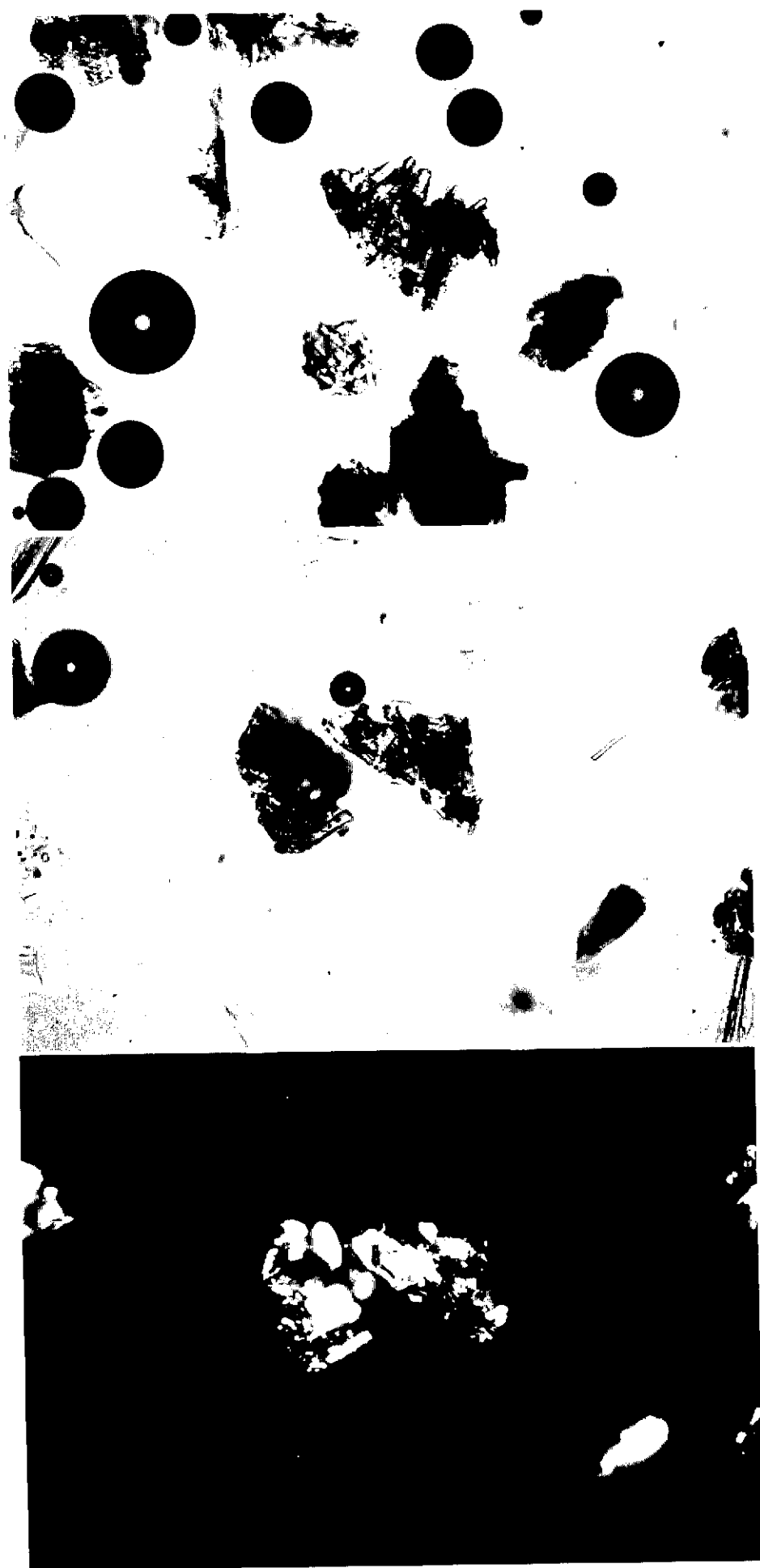
- 古澤 明, 1990, 濃尾平野南西部地下における東海層群および海部累層・弥富累層の火山灰層とその対比. 地質雑, 96, 883-901.
- 古澤 明, 1995, 火山ガラスの屈折率測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別. 地質雑, 101, 123-133.
- 早川由紀夫, 1991, テフラとレスからみた火山噴火と噴火史. 第四紀研究, 391-398.
- Heiken, G.H., 1972, Morphology and petrography of volcanic ashes. Geol.Soc.Amer. Bull., 83, 1961-1988.
- 小林哲夫, 1984, 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.
- 草薙 恵・宇井忠英, 1995, 大分県中部・由布岳周辺の小規模火砕流堆積物.
- 町田 洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 276p. 東京大学出版会, 東京.
- 中世古幸次郎編, 1984, 関西国際空港地盤地質調査. 285p, 災害科学研究所報告, 大阪.
- 岡村 真・烏崎邦彦・中田 高・千田 昇・宮武 隆・前奎英明・堤 浩之・中村俊夫・山口智香・小川光明, 1992, 別府湾北西部の海底活断層ー浅海底活断層調査の手法とその成果ー. 地質学論集, 40, 65-74.
- 小野晃司・渡辺一徳・星住英夫・高田英樹・池辺伸一郎, 1995, 阿蘇火山中岳の灰噴火とその噴出物. 火山, 40, 133-151.
- 太田岳洋(1991), 九重火山群, 東部及び中部地域の形成史. 岩鉱, 86, 243-263
- Ross, C.S., 1928, Altered Palaeozoic volcanic materials and their recognition. Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol., 12, 143-164.
- and Smith, R.L., 1955, Water and other volatiles in volcanic glasses. Amer.Mineral., 40, 1071-1089.
- Takemura, K., 1995, Holocene eruptive activity recorded as volcanic glass in the sediments of Beppu Bay, Central Kyushu, Japan. Memoirs of Faculty of Science, Kyoto Univ., Series of Geology & Mineralogy, (in press).
- 吉川周作, 1976, 大阪層群の火山灰層について. 地質雑, 82: 497-515.

卷末資料

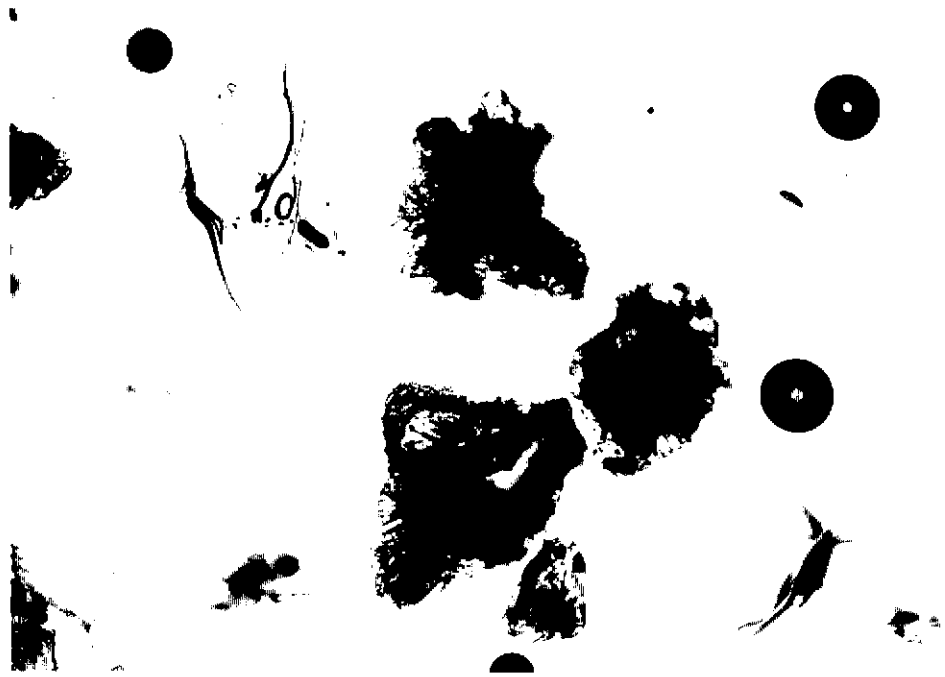
図版（顕微鏡写真）	94葉
露頭写真	26葉
火山ガラス，斜方輝石の屈折率測定結果	...	63葉

図版（顕微鏡写真）

图版3.1 (别府湾)

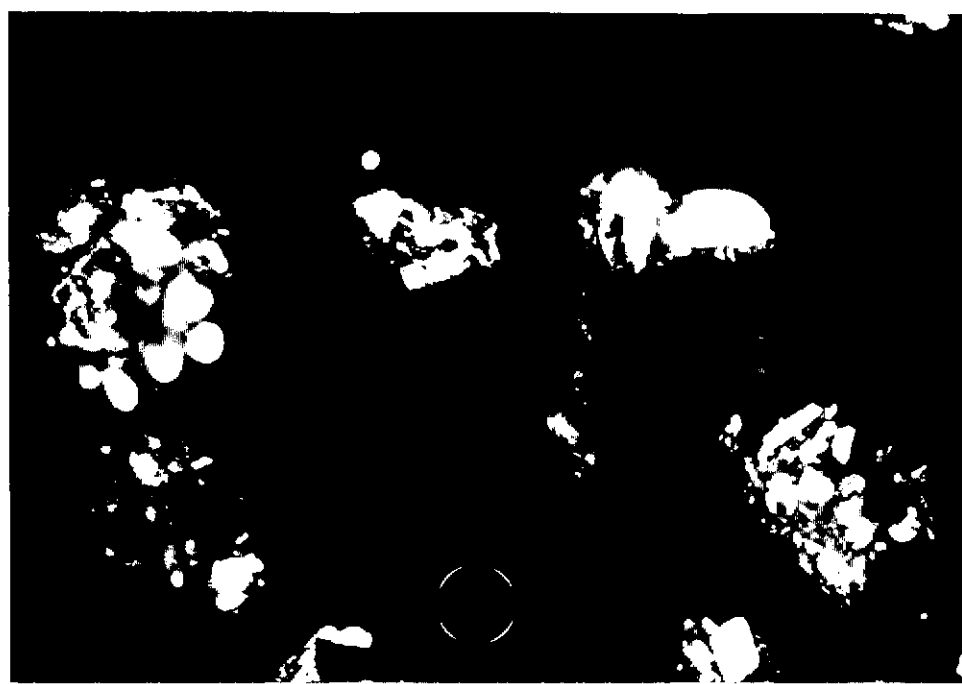
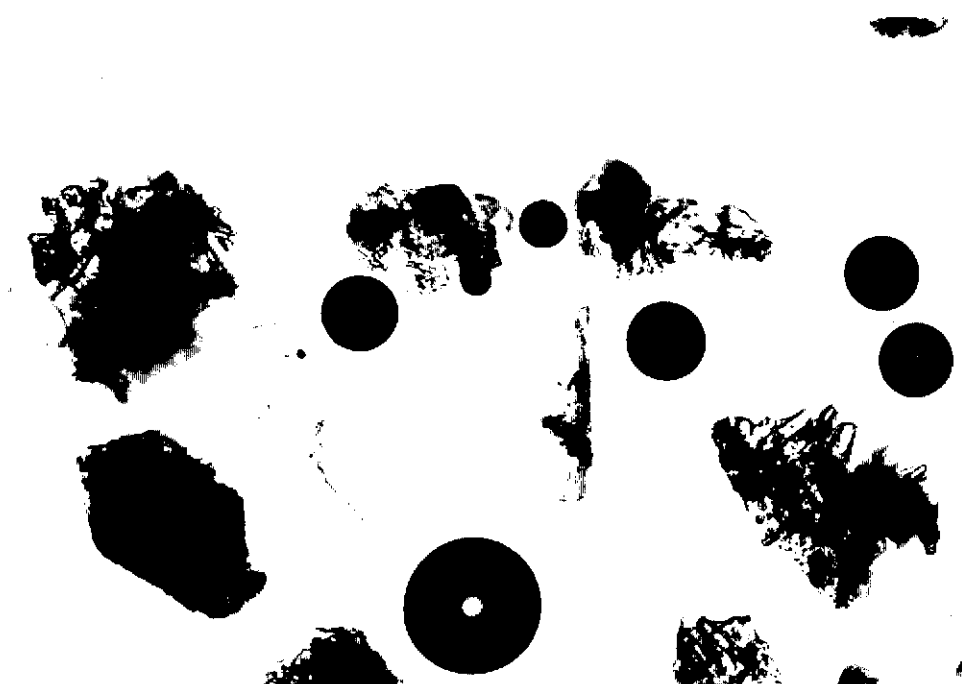


別府湾 M-2 火山灰 (Site-P 11-1)



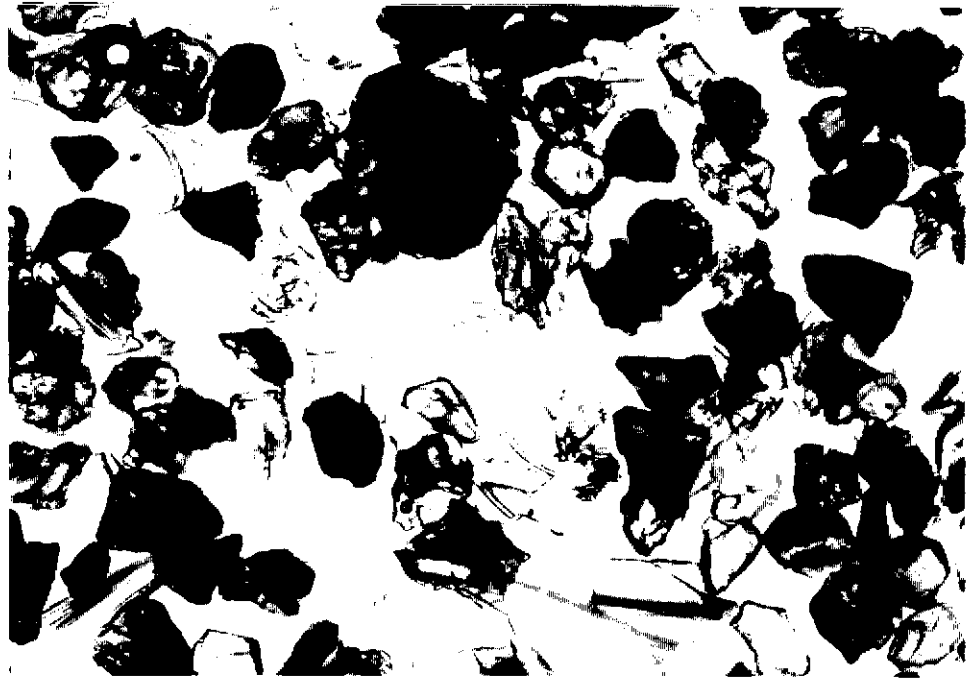
0.1mm

別府湾 M-2 火山灰 (Site-P 11-1)



0.1mm

別府湾 M-2 火山灰 (Site-P 11-1)



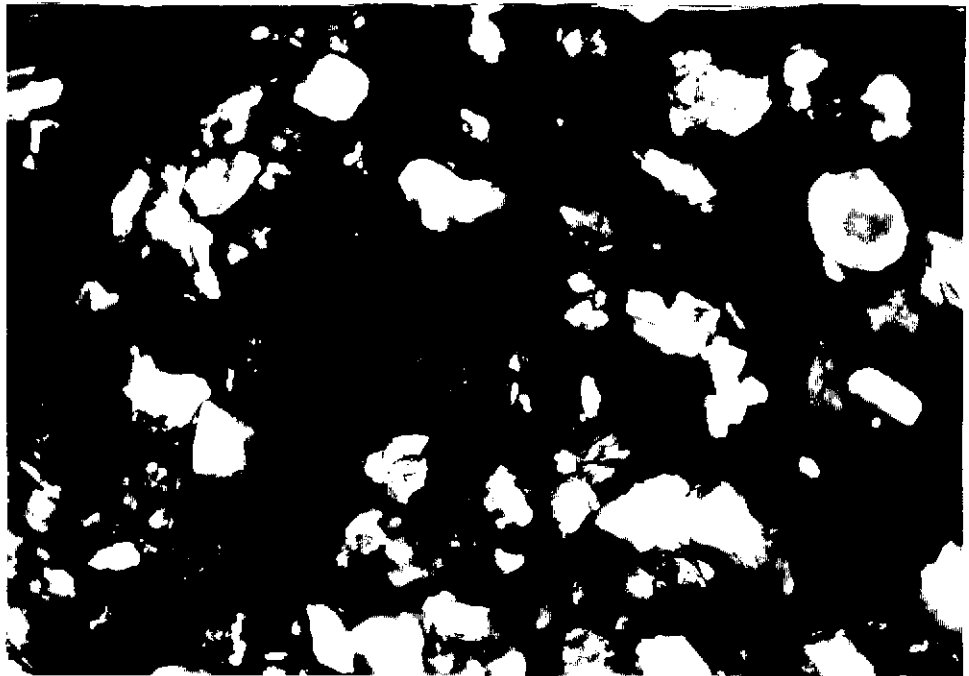
別府湾ピストンコア Site-0 12-7(G-4火山灰) 中に含まれる
発泡度の低い淡緑褐色火山ガラス。



同上. やや発泡の良いもの (Bm型) を含む. 無色透明の発泡した
火山ガラスはアカホヤ火山灰リワーク.

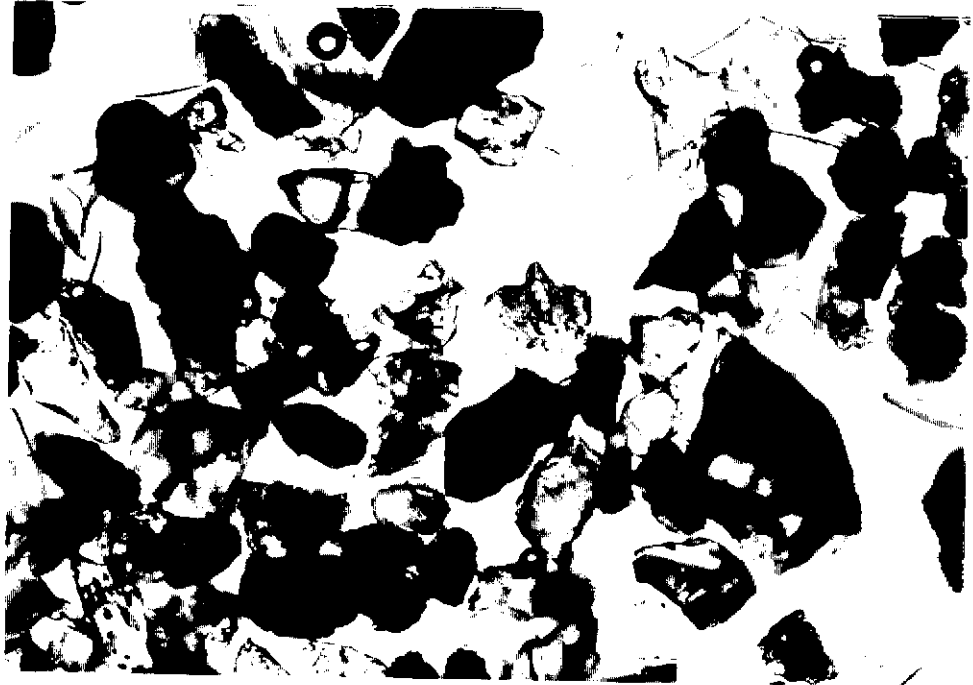


別府湾ピストンコア Site-0 12-7(G-4火山灰) 中に含まれる
発泡度の低い淡緑褐色火山ガラス.

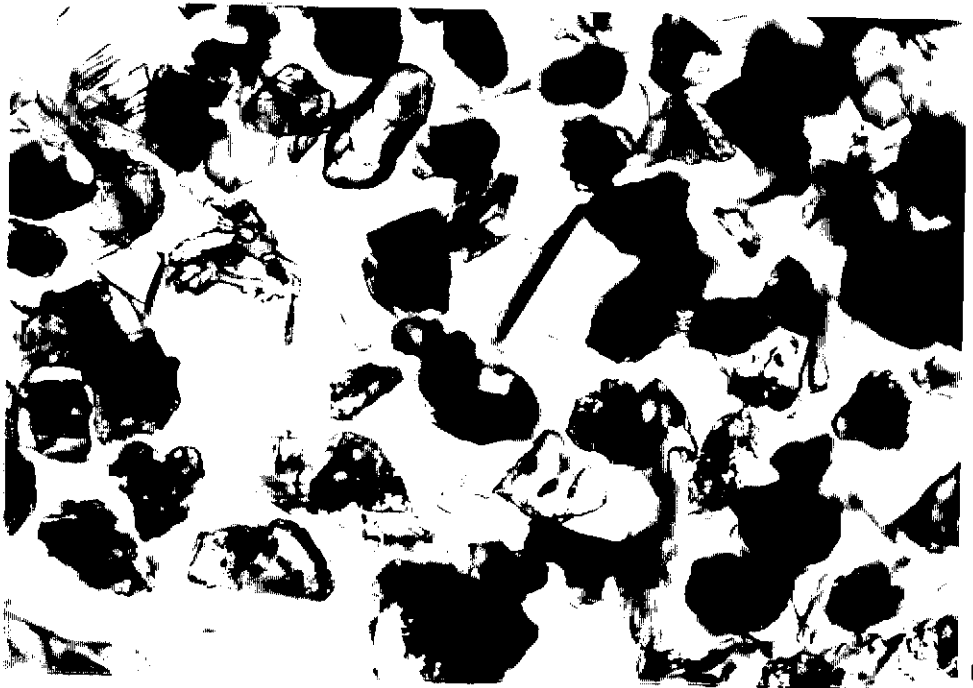


同上クロスニ科尔.

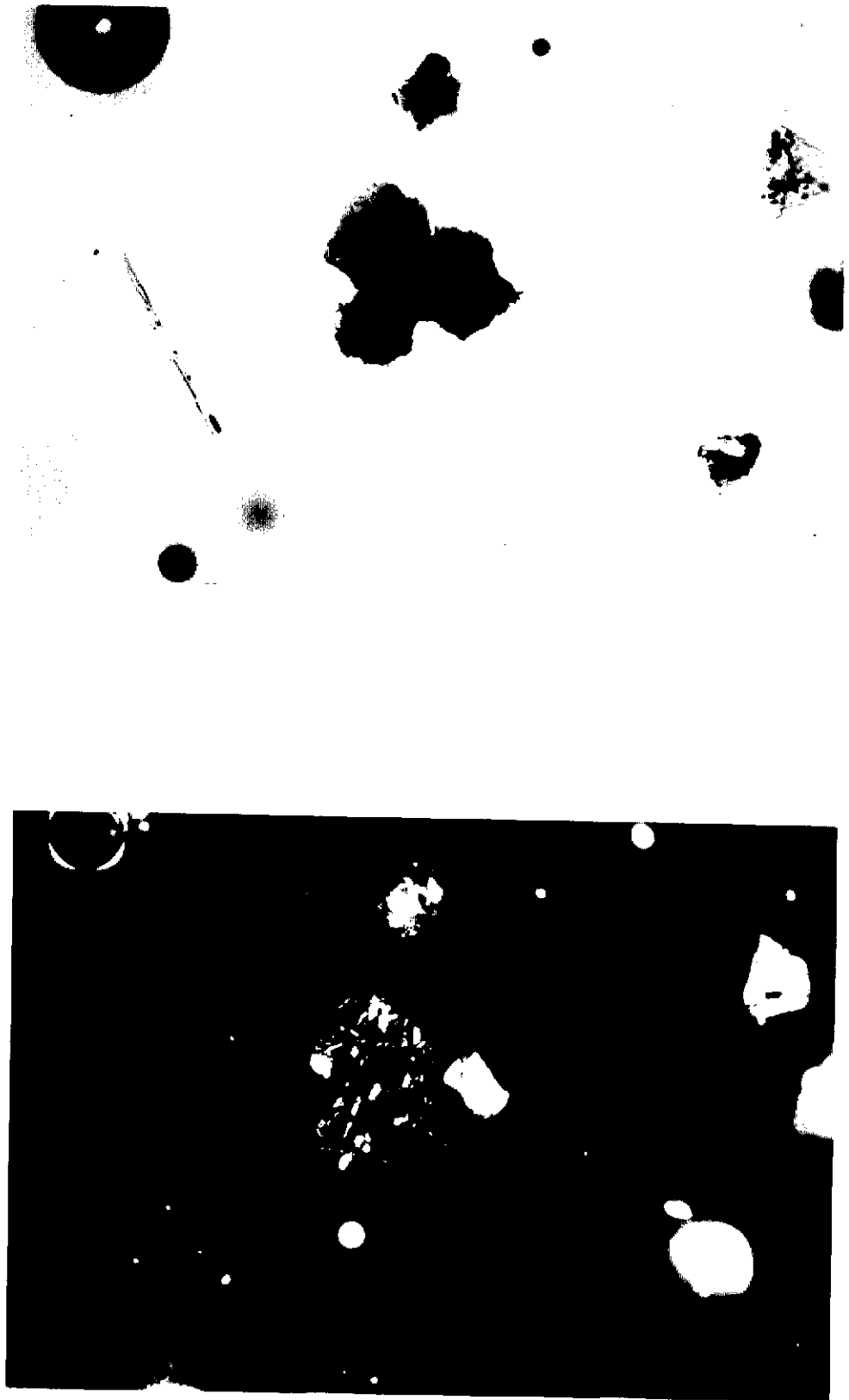
0.1mm



別府湾ピストンコア Site-0 12-7(G-4火山灰) 中に含まれる
発泡度の低い淡緑褐色火山ガラス。

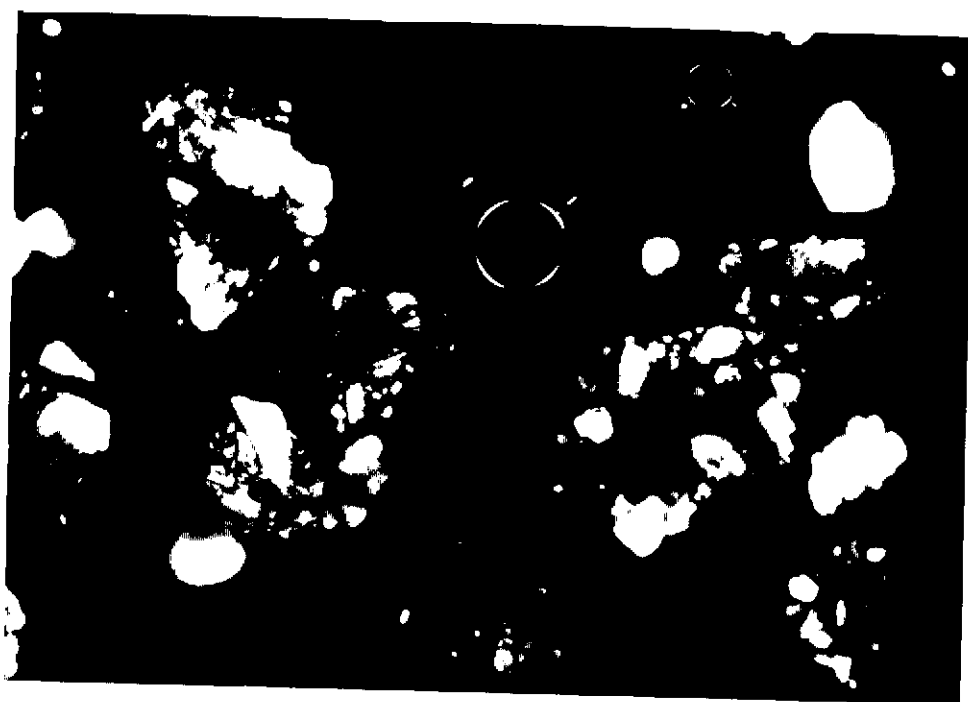


同上. やや発泡の良いもの (Bm型) を含む. 無色透明の発泡した
火山ガラスはアカホヤ火山灰リワーク.



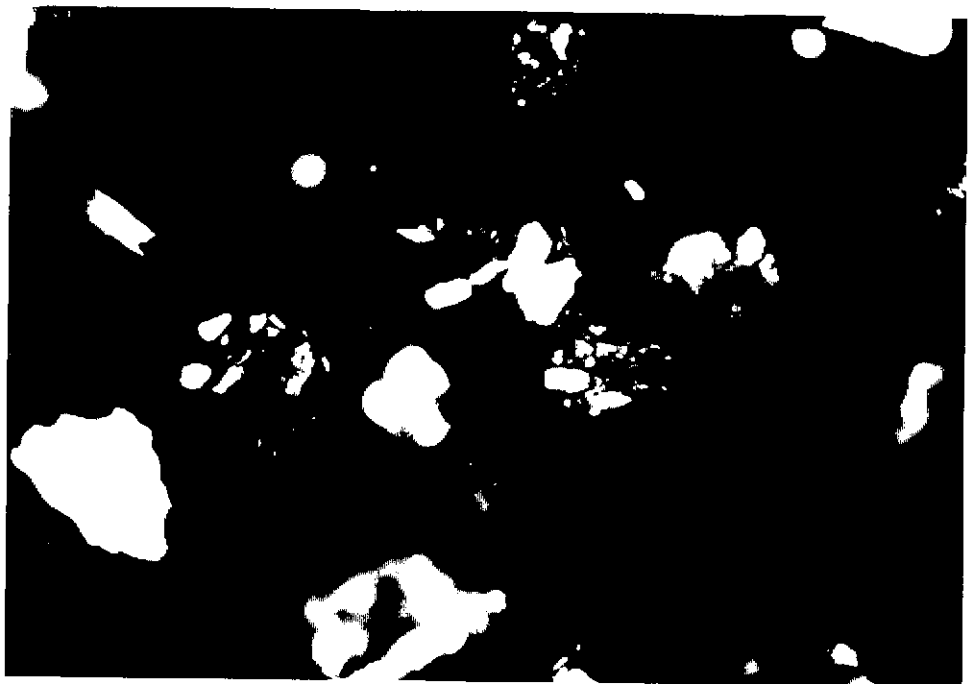
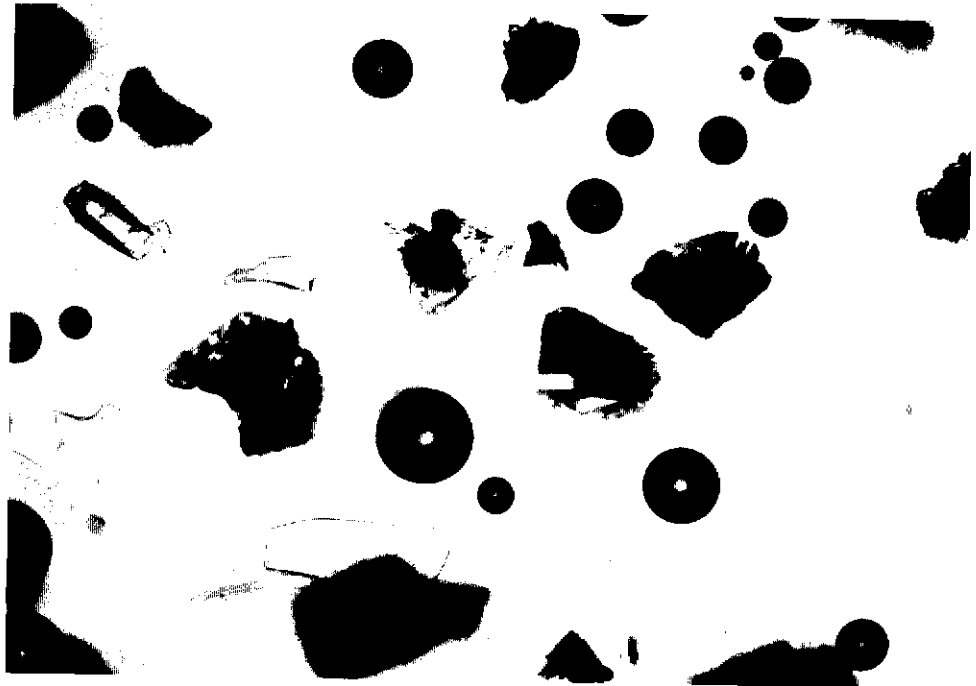
0.1mm

別府湾 B-1 火山灰 (Site-P 9-5)



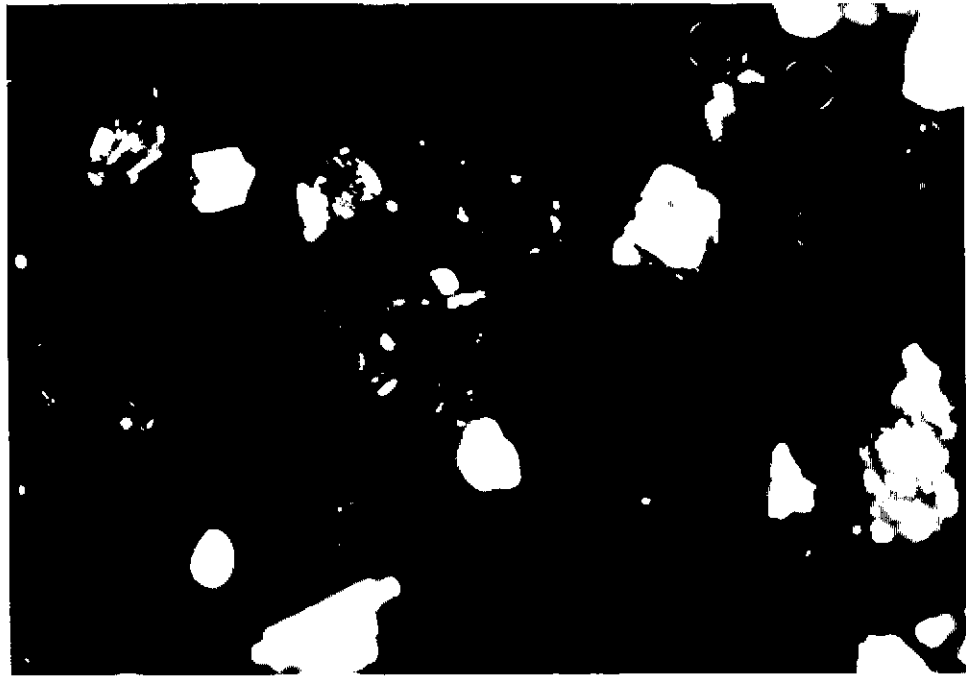
0.1mm

別府湾 B-1 火山灰 (Site-P 9-5)



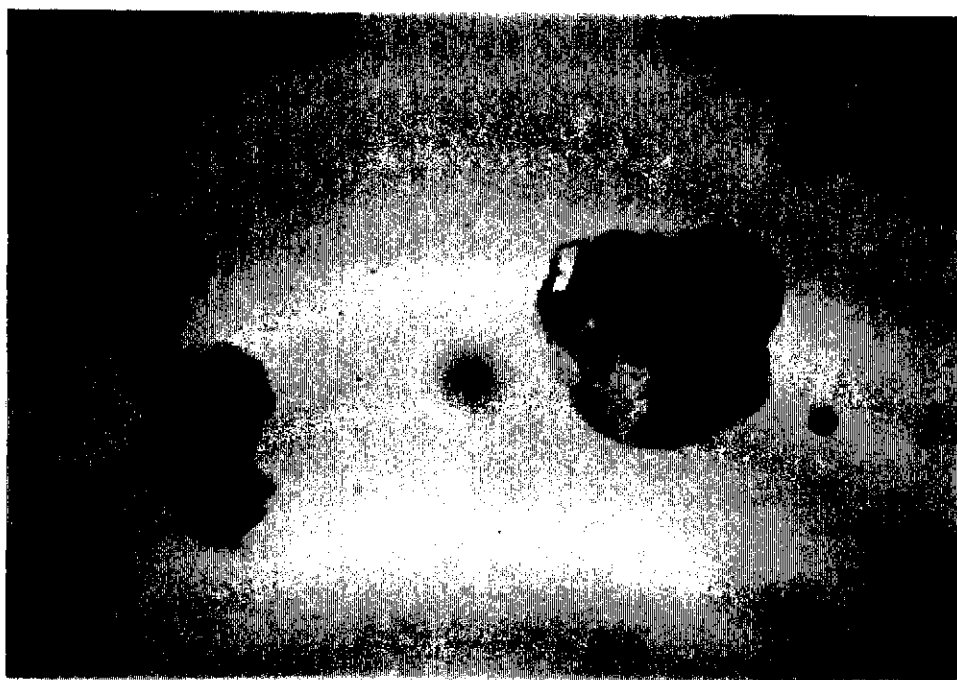
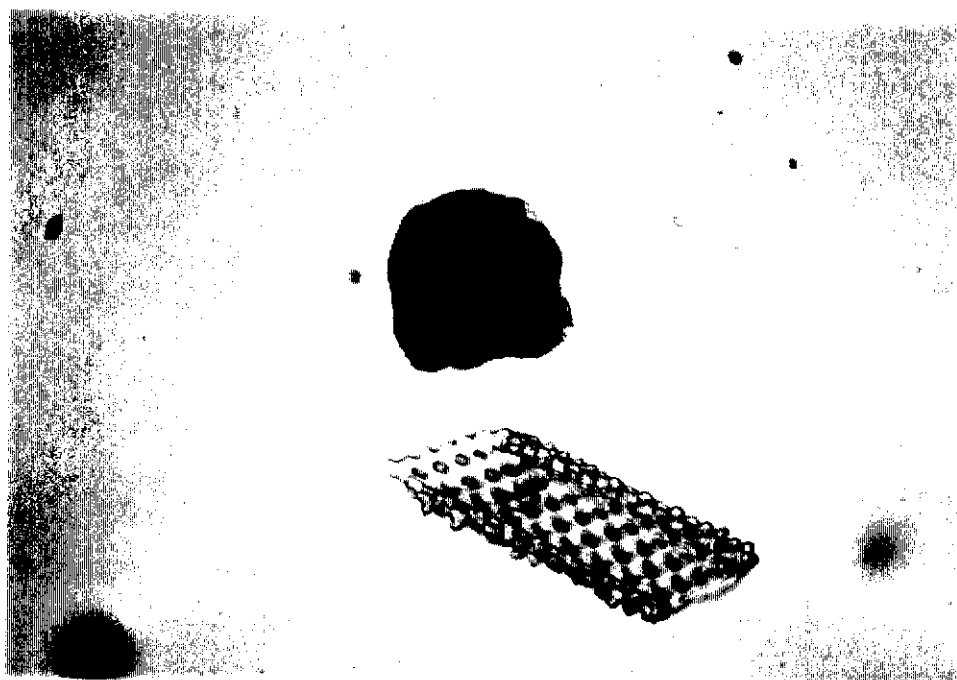
0.1mm

別府湾 B-1 火山灰 (Site-0 11-1)



0.1mm

別府湾 B-1 火山灰 (Site-0 11-1)



0.1mm

別府湾 B - 2 火山灰 (Site-0 9-5)



0.1mm

別府灣 B-2火山灰 (Site-09-6)



別府湾 B-2 火山灰 (Site-0 9-6)

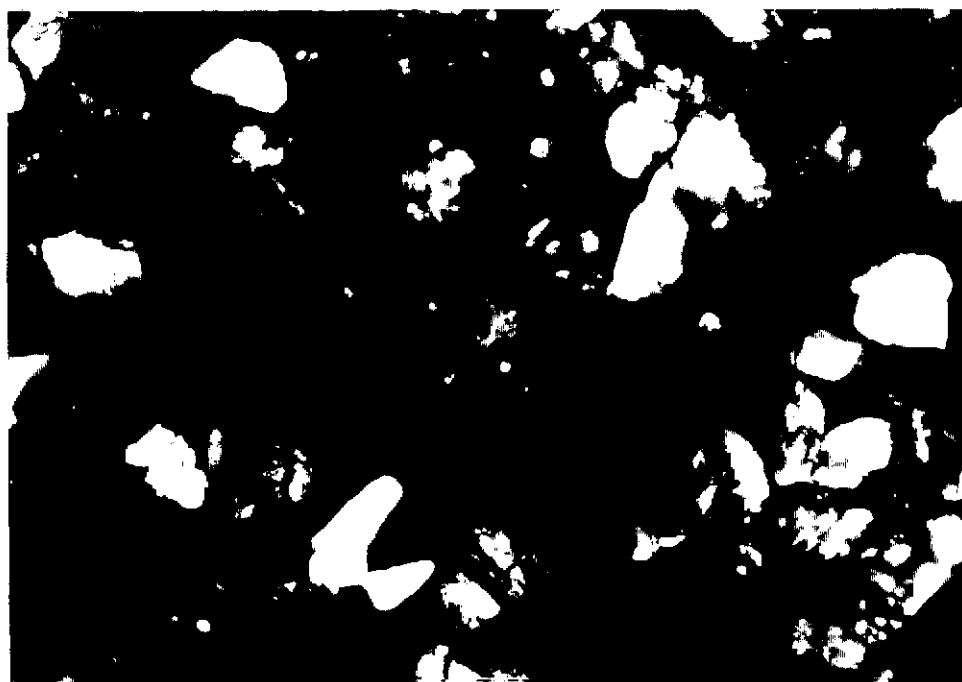


0.1mm

別府湾 B-2 火山灰 (Site-P 8-5)



別府湾ピストンコア Site-0 8-1(G-5火山灰) 中の淡緑褐色火山ガラス。
発泡の程度はG-6に比し低い。

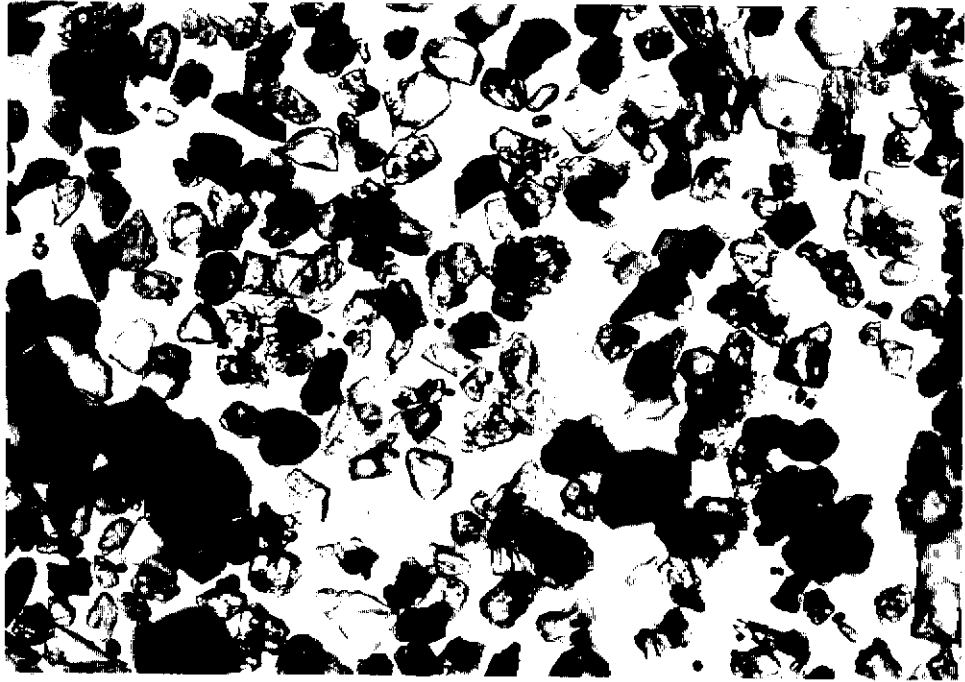


同上クロスニコル。

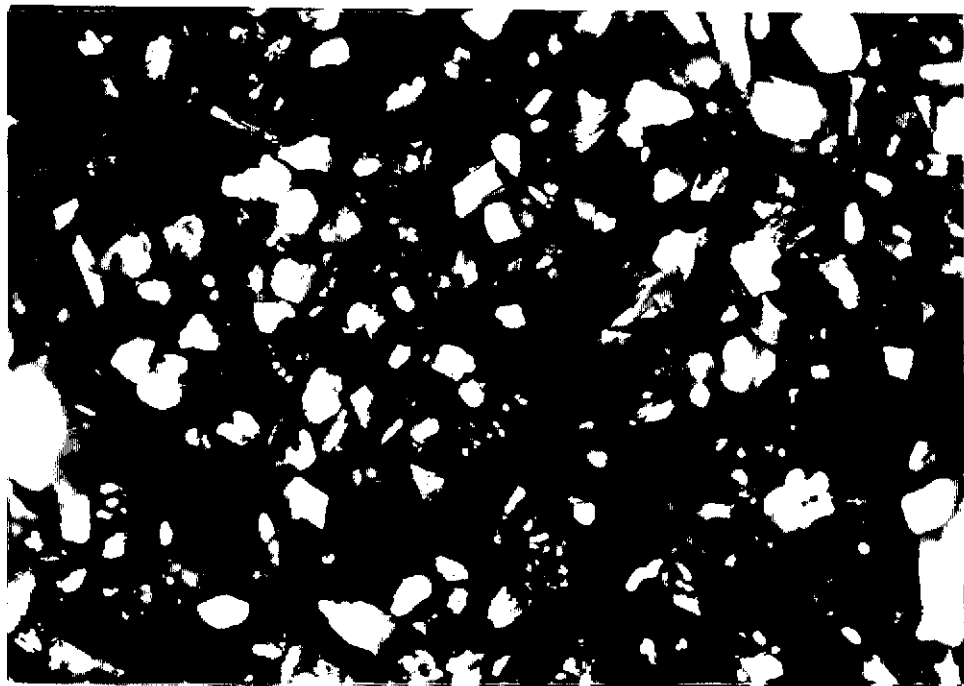
0.1mm



別府湾ピストンコア Site-0 8-1(G-5火山灰) 中の淡緑褐色火山ガラス。
発泡の程度はG-6に比し低い。

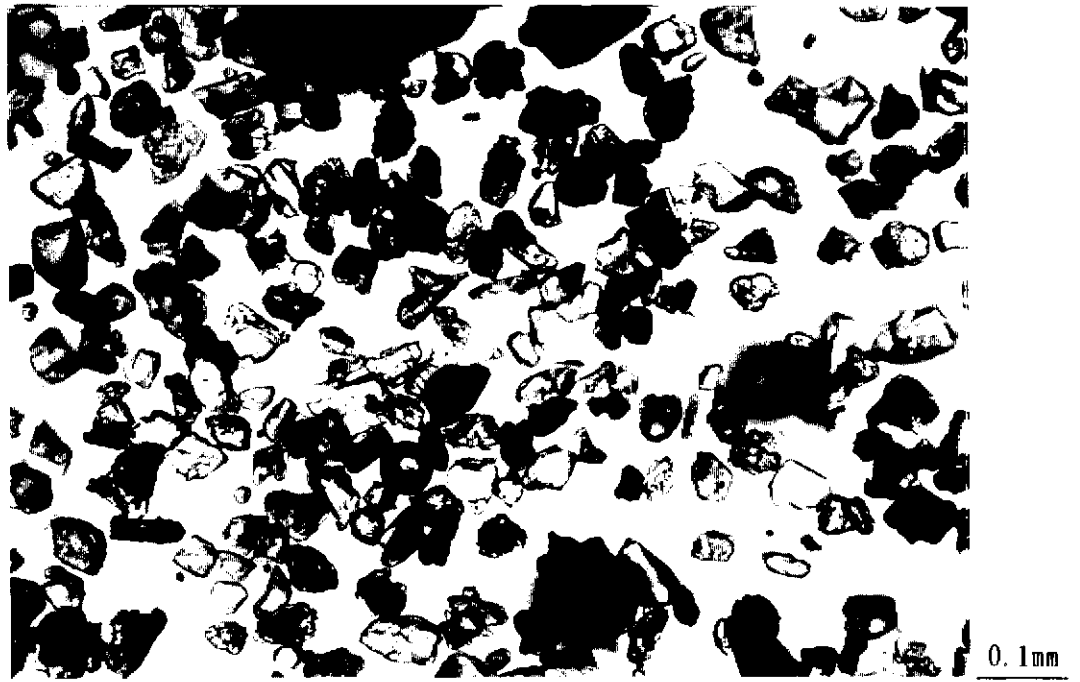


別府湾ピストンコア Site-0 4-1(M-3火山灰) の顕微鏡写真。
微小結晶を多く含む無発泡火山ガラスと酸化角閃石が目立つ。

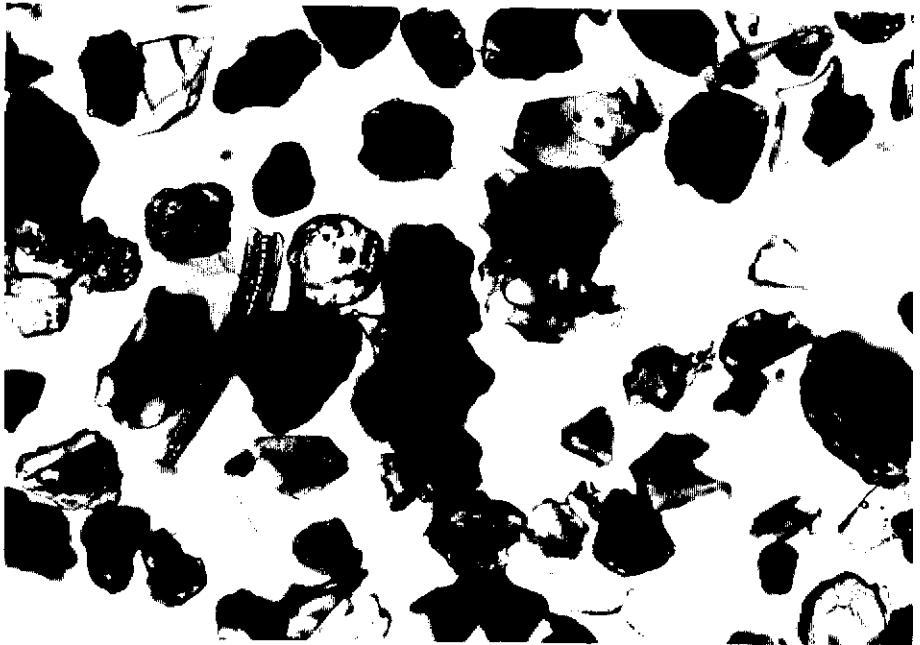
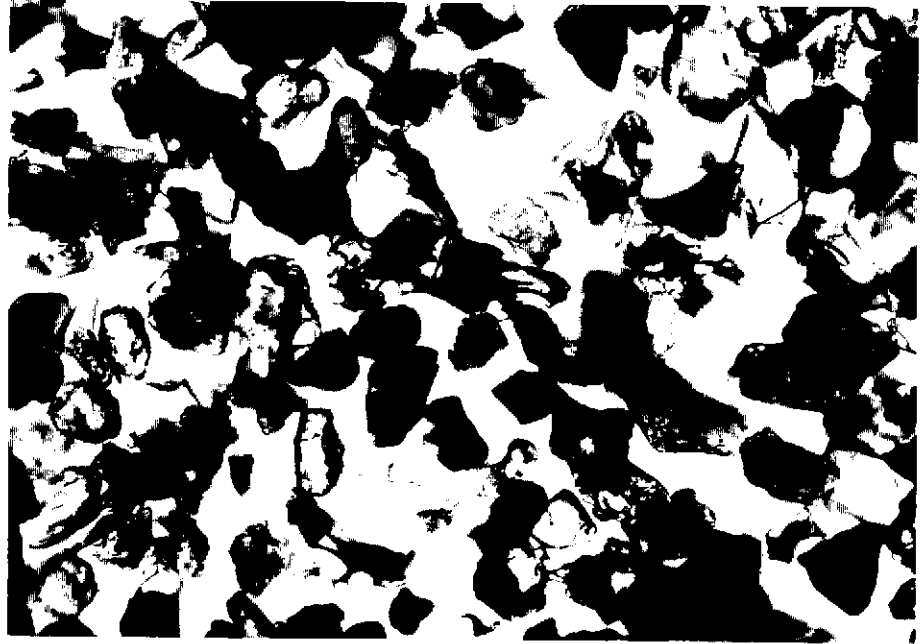


同上クロスニコル。

0.1mm



別府湾ピストンコア Site-0 4-1(M-3火山灰) の顕微鏡写真。
微小結晶を多く含む無発泡火山ガラスと酸化角閃石が目立つ。



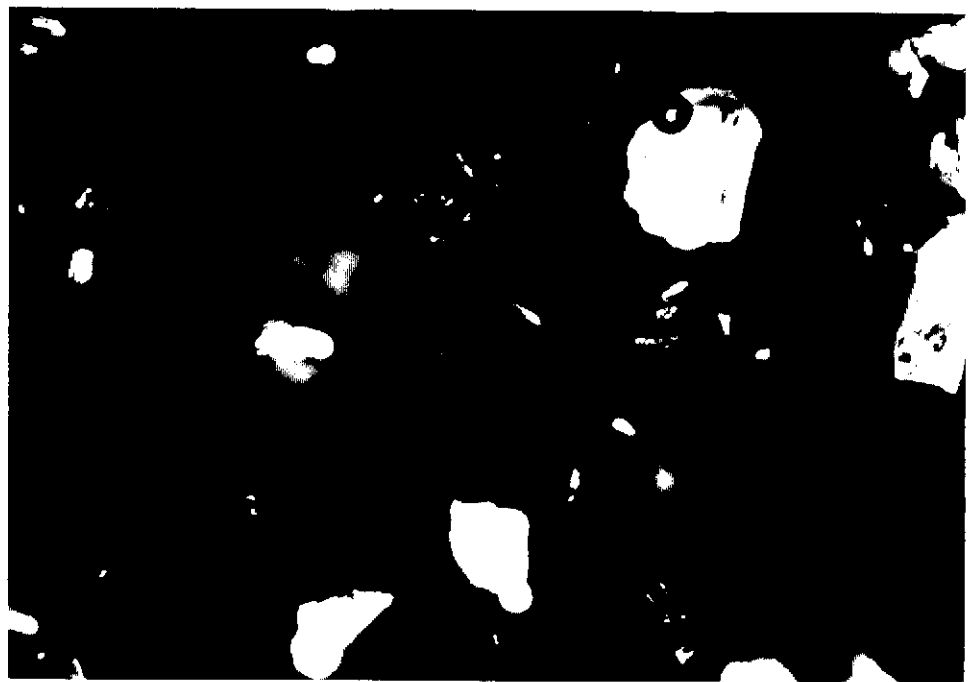
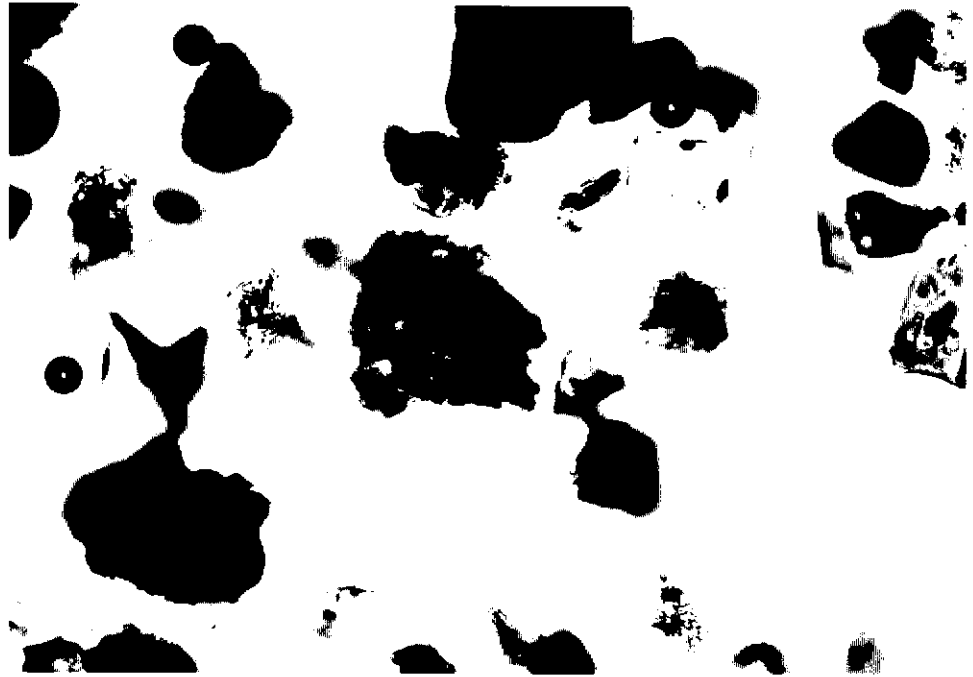
0.1mm

別府湾 G-6 火山灰 (Site-P 3-5)



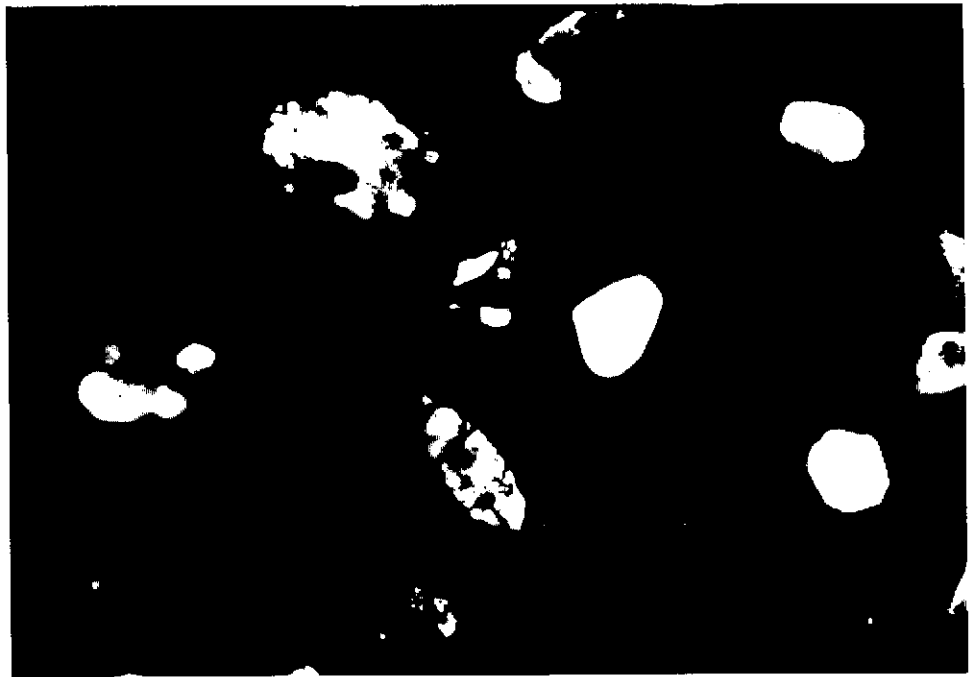
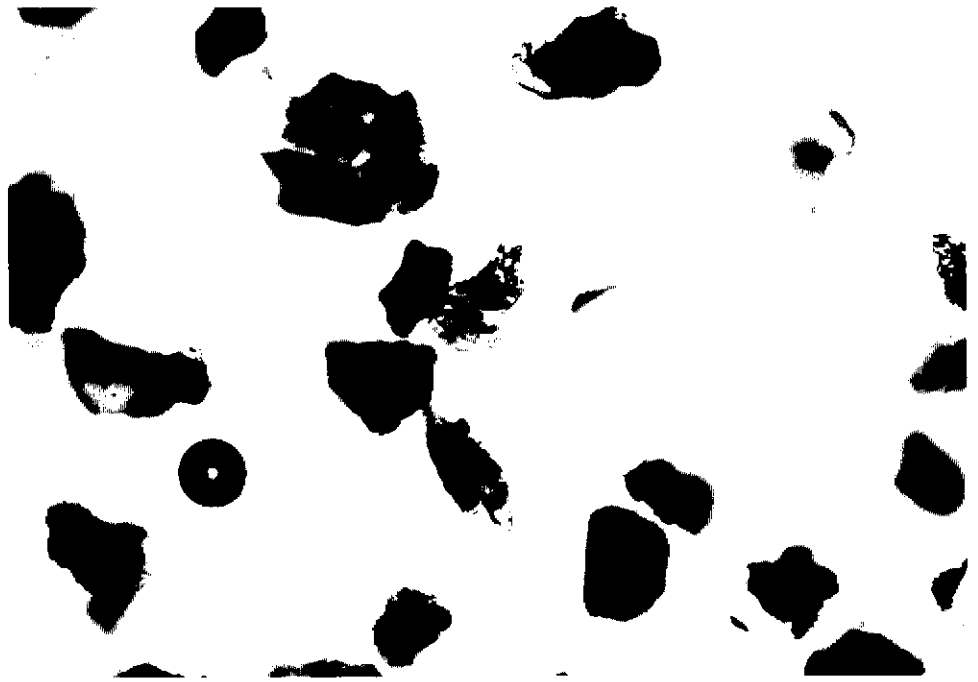
0.1mm

別府湾 G-6 火山灰 (Site-P 3-5)



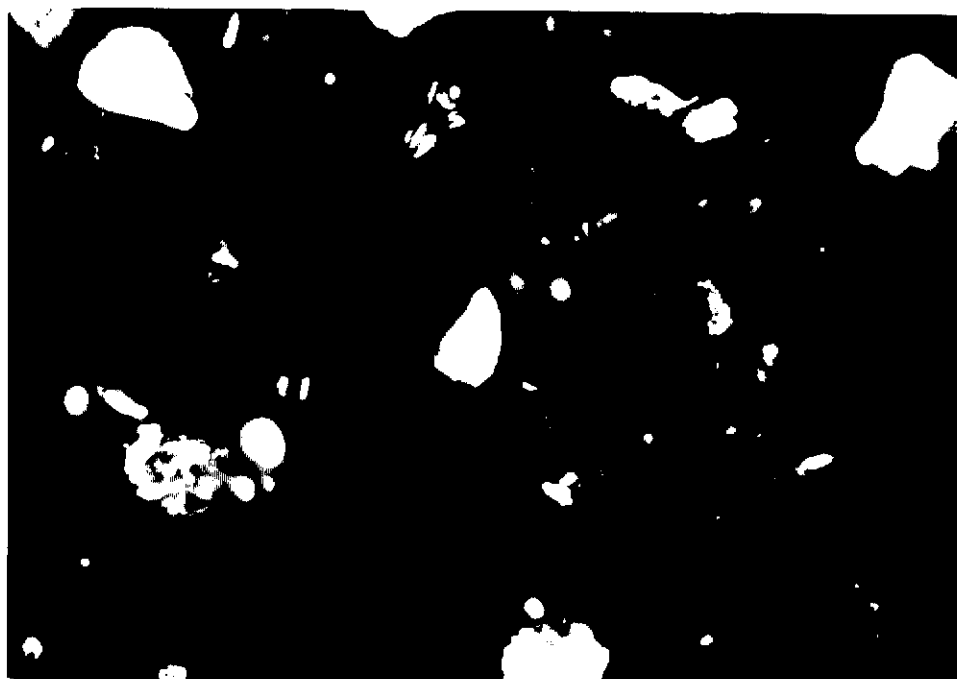
0.1mm

別府灣 B - 3 火山灰 (Site-0 2-9)



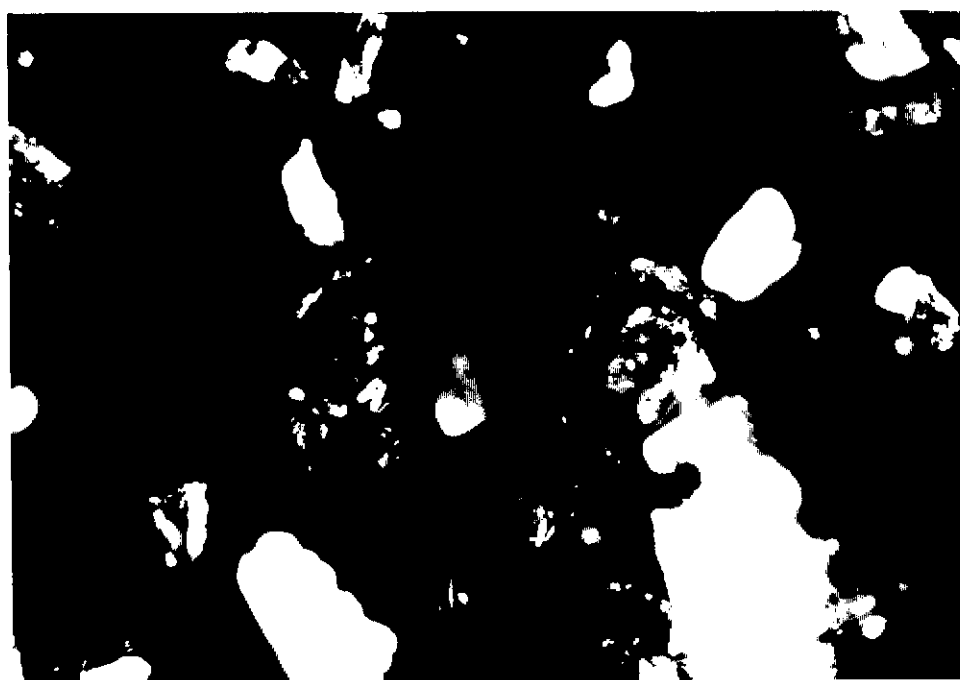
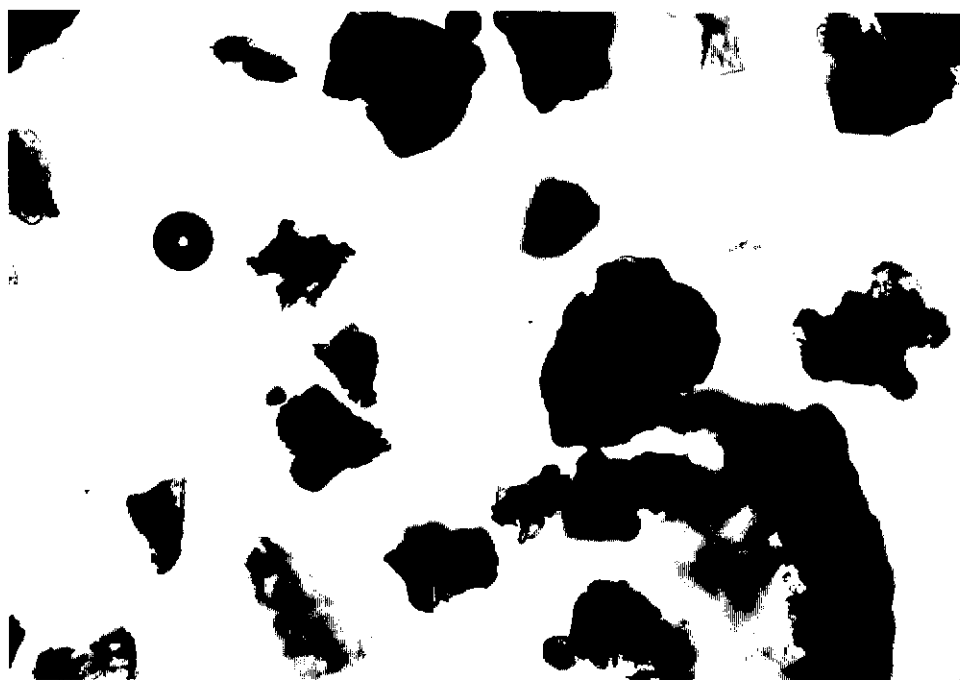
0.1mm

別府湾 B-3 火山灰 (Site-0)



0.1mm

別府湾 B-3 火山灰 (Site-0)



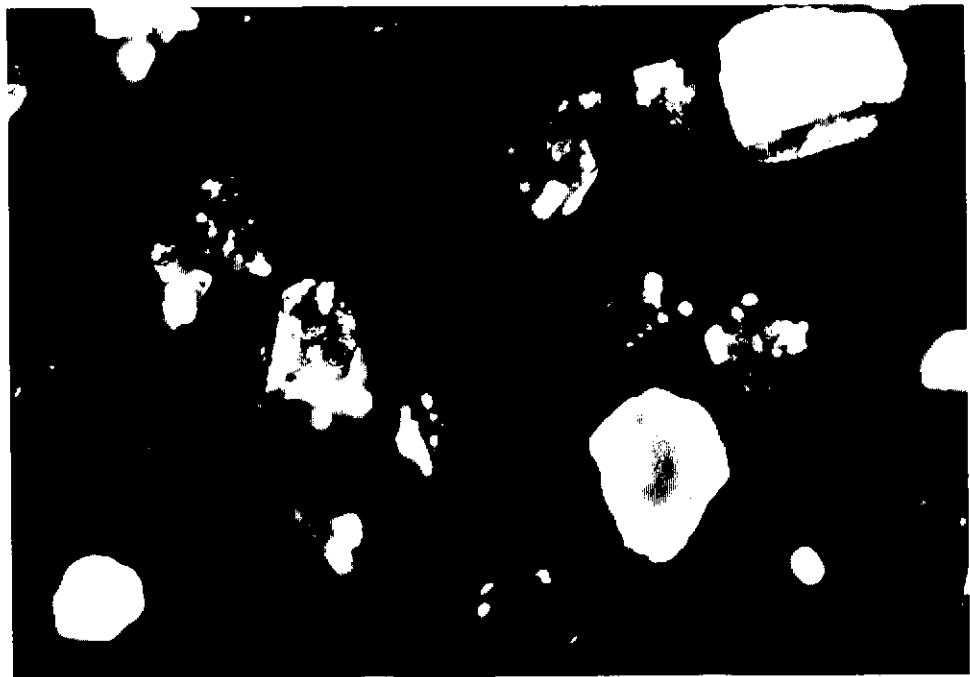
0.1mm

別府湾 B-3 火山灰 (Site-0) opx 付着



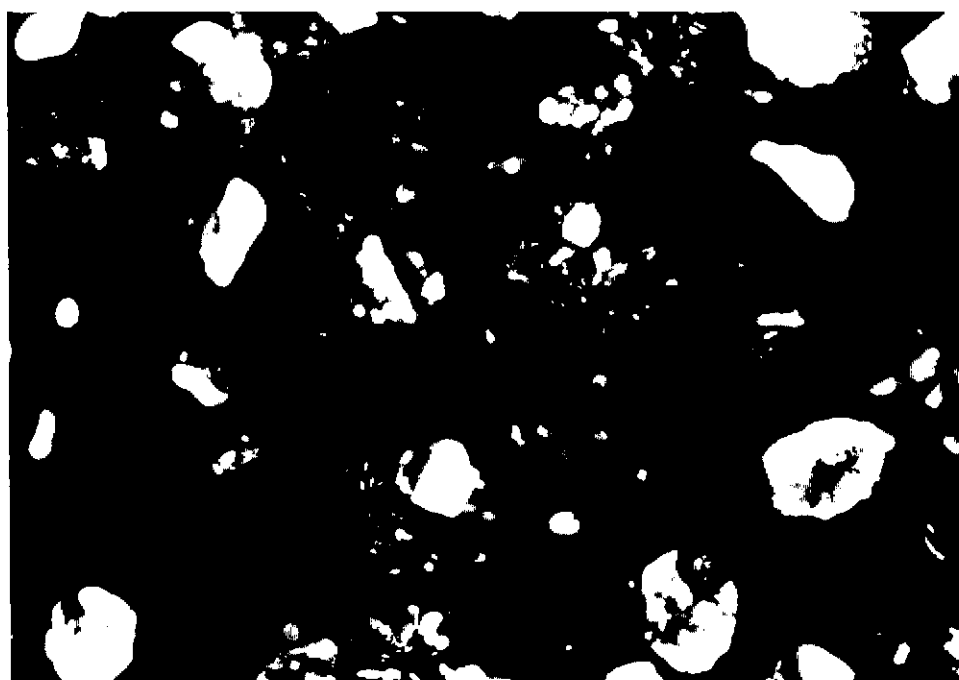
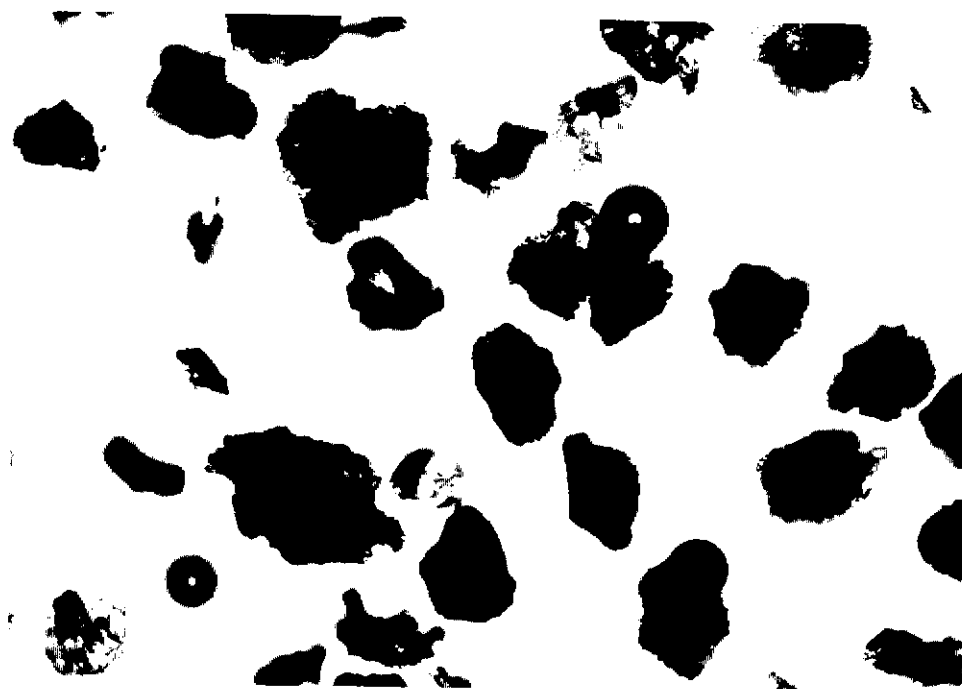
0.1mm

別府湾 B-3 火山灰 (Site-0 2-9)



0.1mm

別府灣 B-3 火山灰 (Site-0)



0.1mm

別府湾 B-3 火山灰 (Site-0)

图版3.2 (NAMI, KJA, KJB, Loc. S)



阿蘇波野村笹倉 NAMI-10火山灰=K-Ah

0.1mm



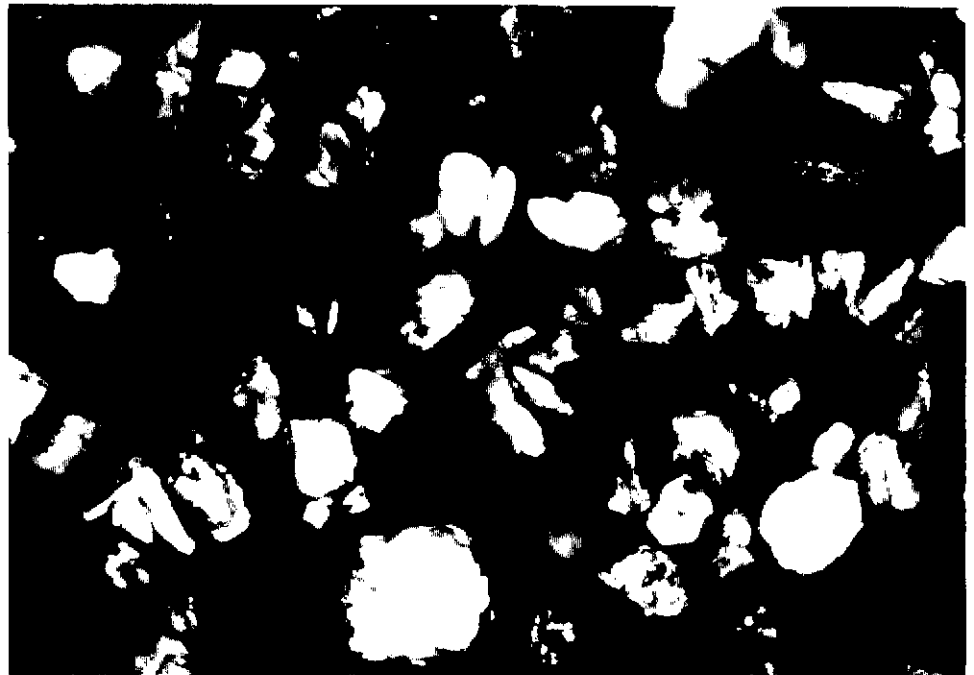
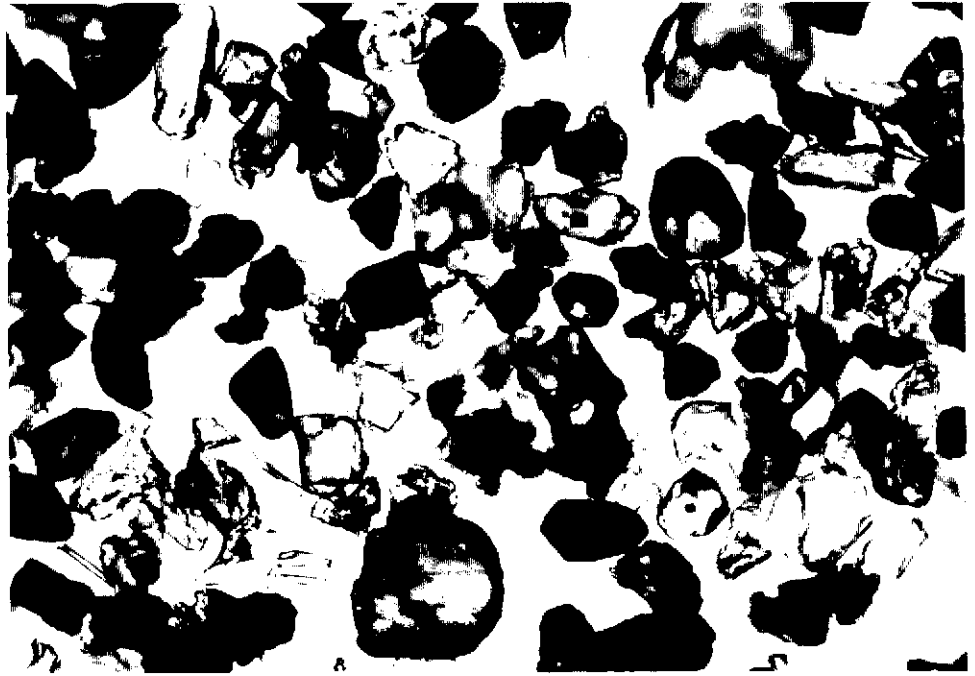
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-9 層準
K-Ahの火山ガラス多量混入



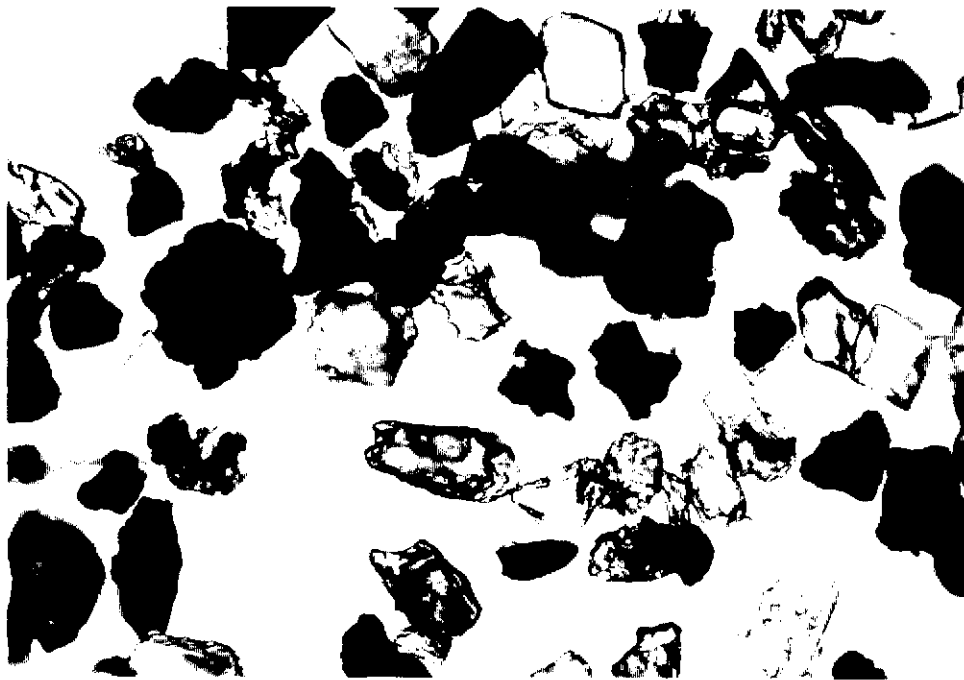
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-9 層準



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-9 層準



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-8 火山灰

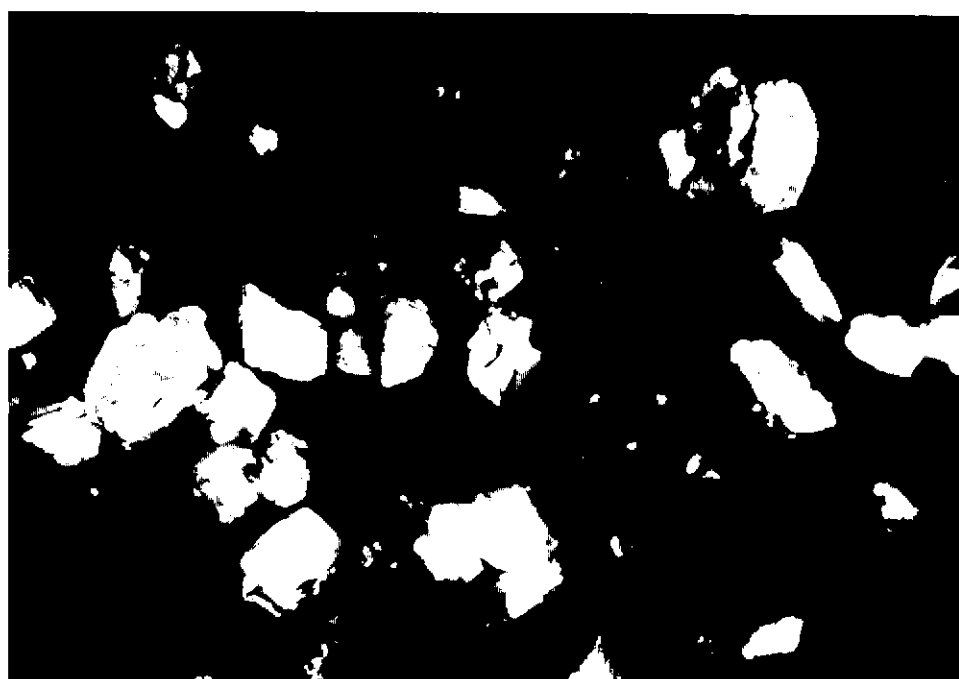


0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-8 火山灰



阿蘇波野村笹倉 NAMI-8 火山灰



0.1mm

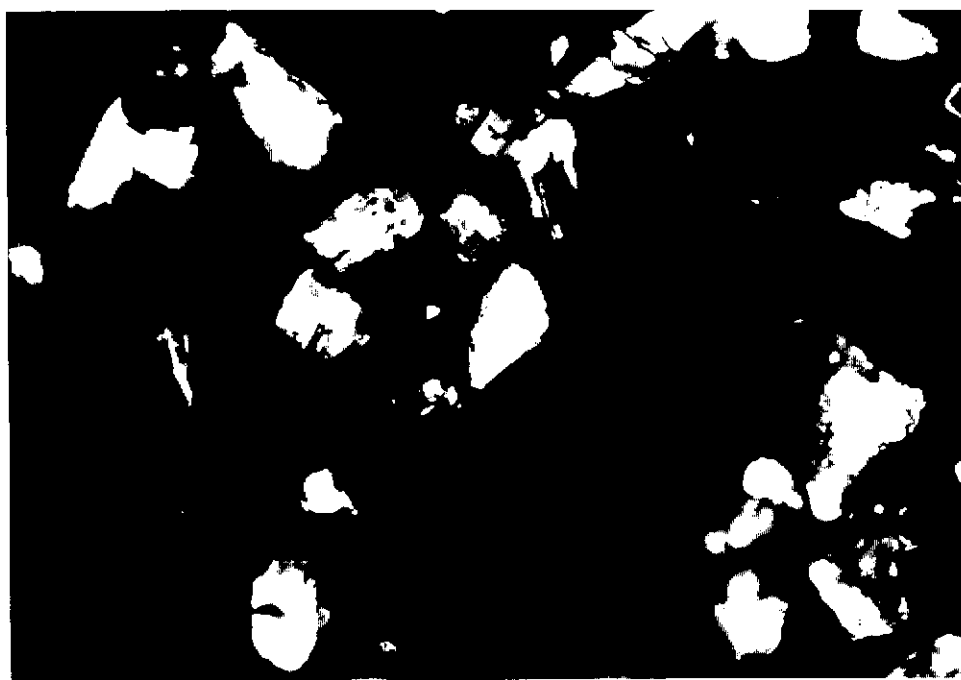
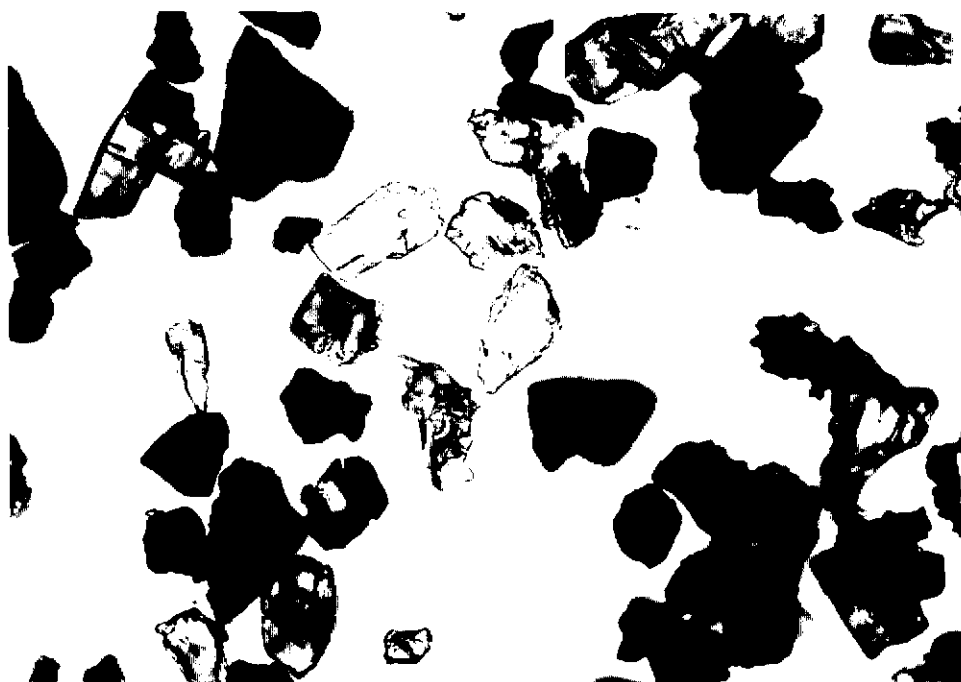
阿蘇波野村笹倉 NAMI-7 火山灰

图版3.2.9



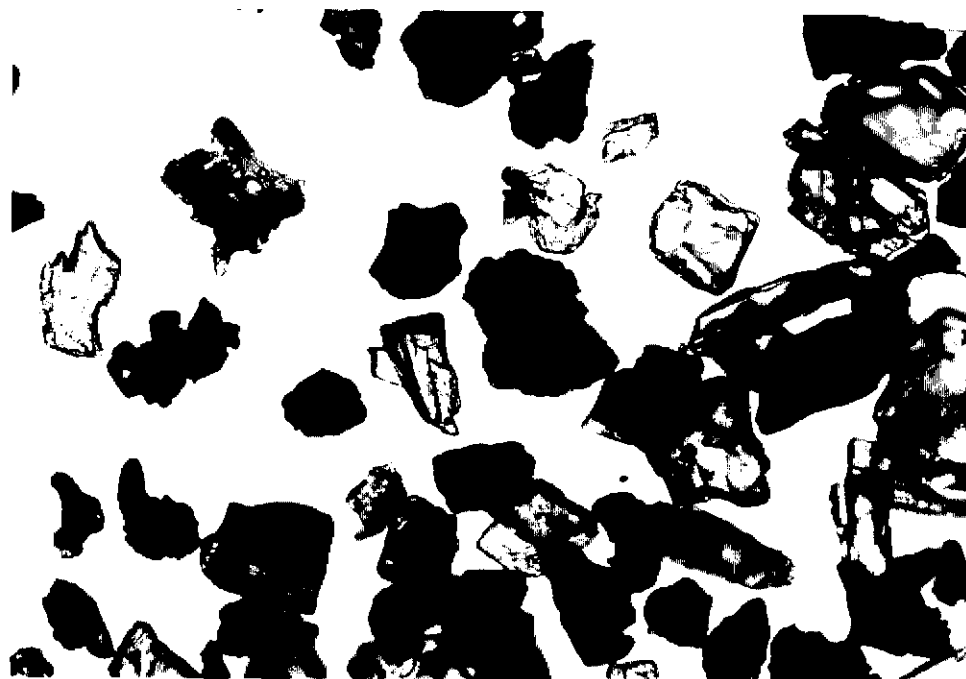
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-7 火山灰



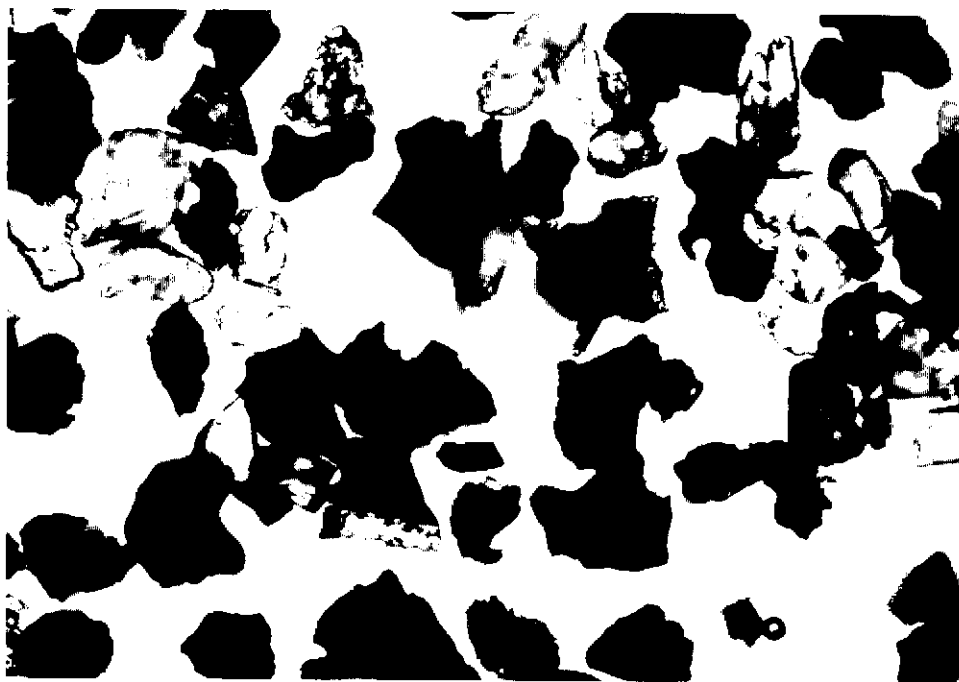
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAM1-7 火山灰



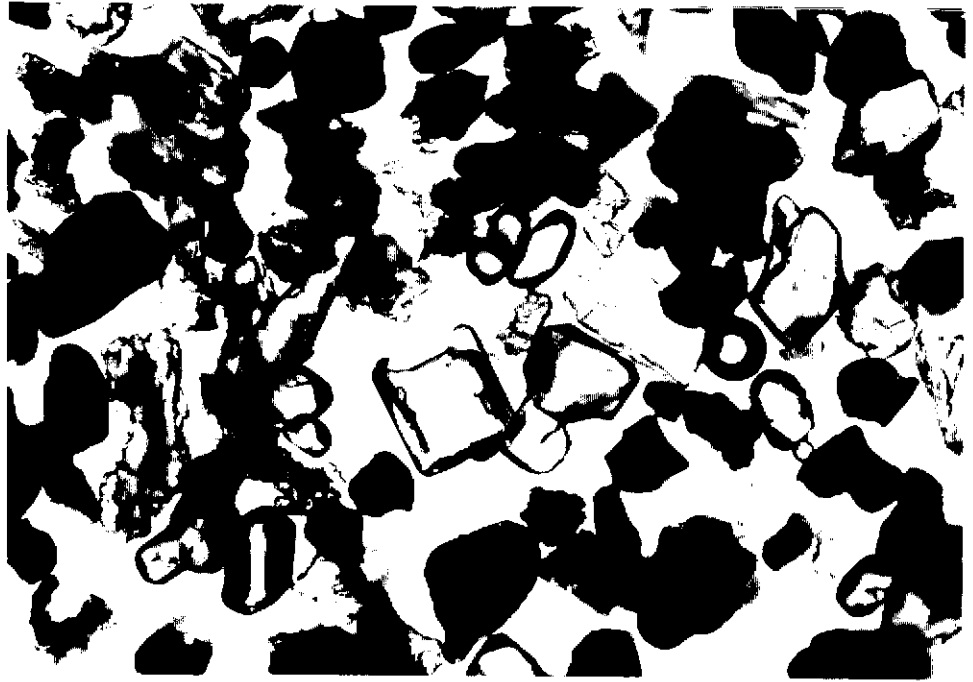
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-6 火山灰



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-6 火山灰

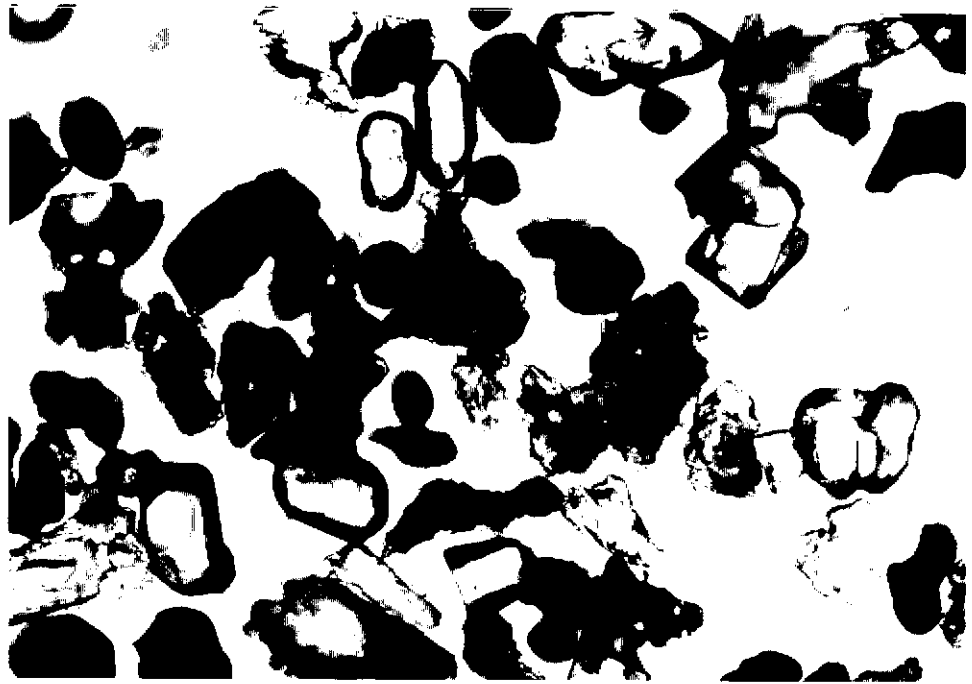


阿蘇山東麓波野村笹倉に分布する、阿蘇中央火口丘最新期火山噴出物中部に挟まれるスコリア屑 (Nami6) の顕微鏡写真。
球形に発泡した淡緑褐色火山ガラスおよび長石、カンラン石を主体とする。

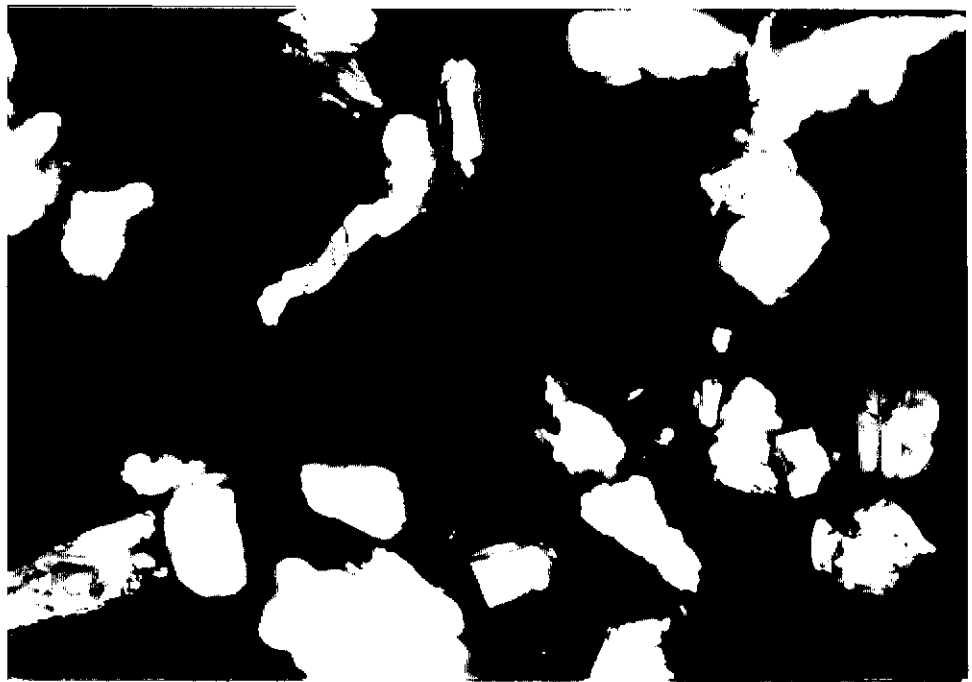


同上クロスニコル。

0.1mm

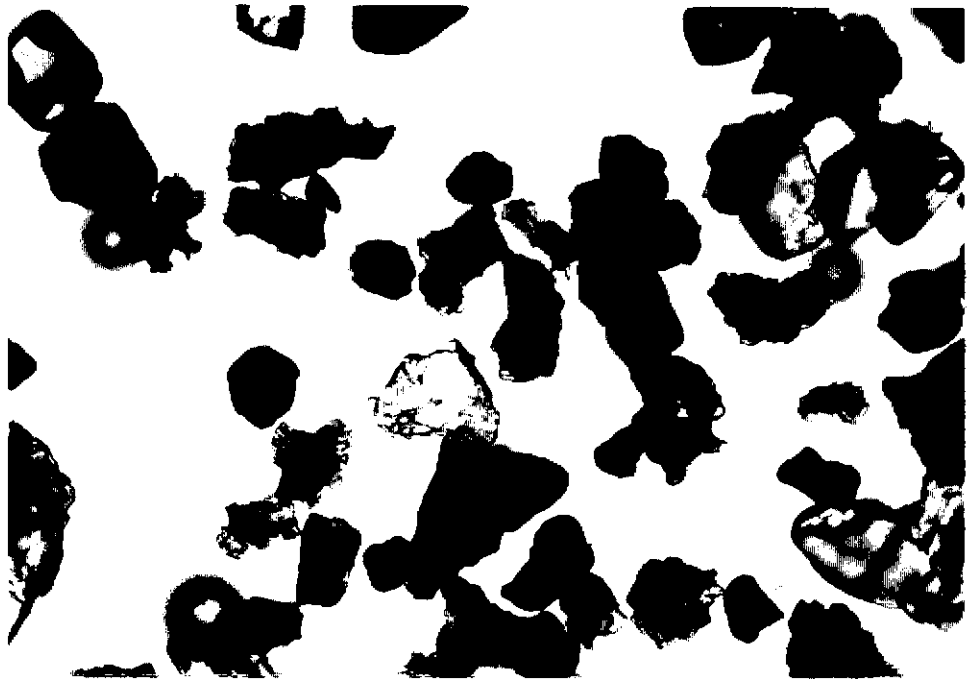


阿蘇山東麓波野村笹倉に分布する，阿蘇中央火口丘最新期火山噴出物中部に挟まれるスコリア層（Nami6）の顕微鏡写真。
球形に発泡した淡緑褐色火山ガラスおよび長石，カンラン石を主体とする。



同上クロスニコル。

0.1mm

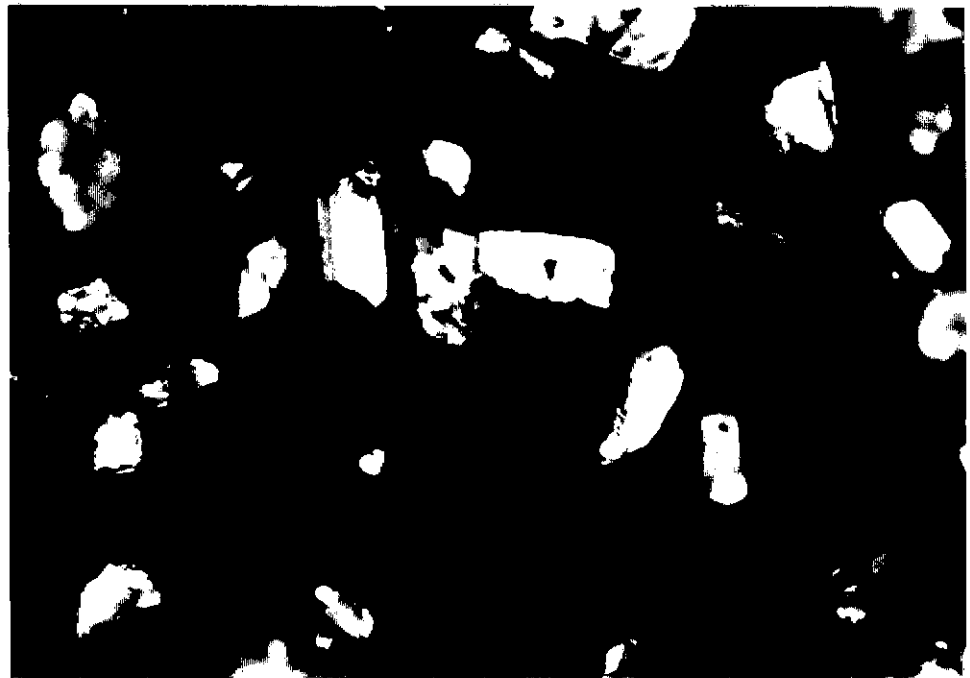


0.1mm

阿蘇山東麓波野村笹倉に分布する、阿蘇中央火口丘最新期火山噴出物中部に挟まれるスコリア層 (Nami6) の顕微鏡写真。
球形に発泡した淡緑褐色火山ガラスおよび長石、カンラン石を主体とする。

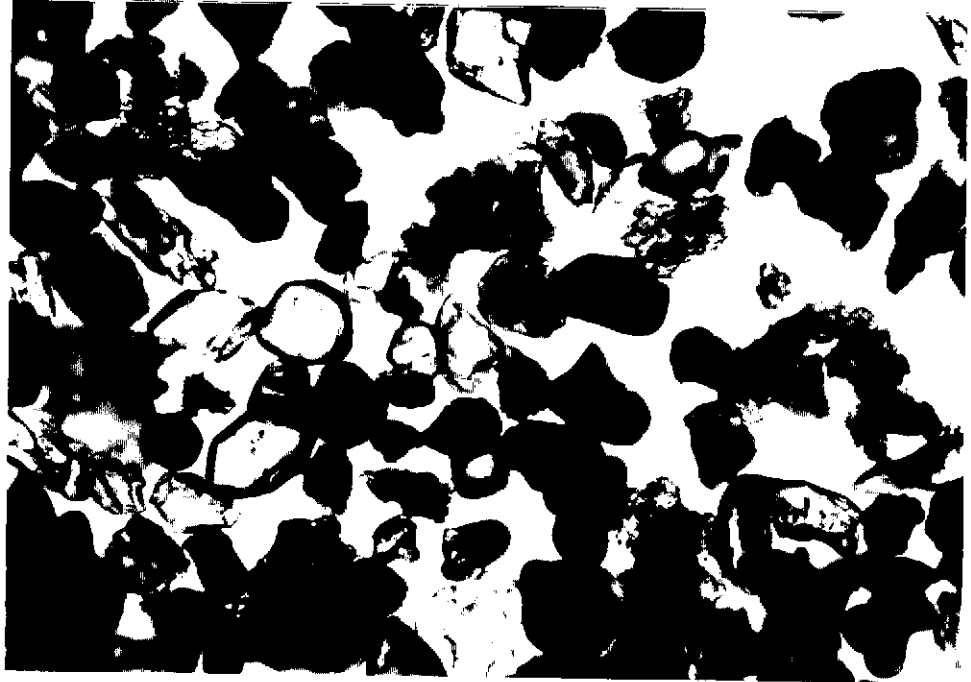


阿蘇山東麓波野村笹倉に分布する、阿蘇中央火口丘最新期火山噴出物中部に挟まれるスコリア層 (Nami6)の顕微鏡写真。
球形に発泡した淡緑褐色火山ガラスおよび長石、カンラン石を主体とする。



同上クロスニコル。

0.1mm

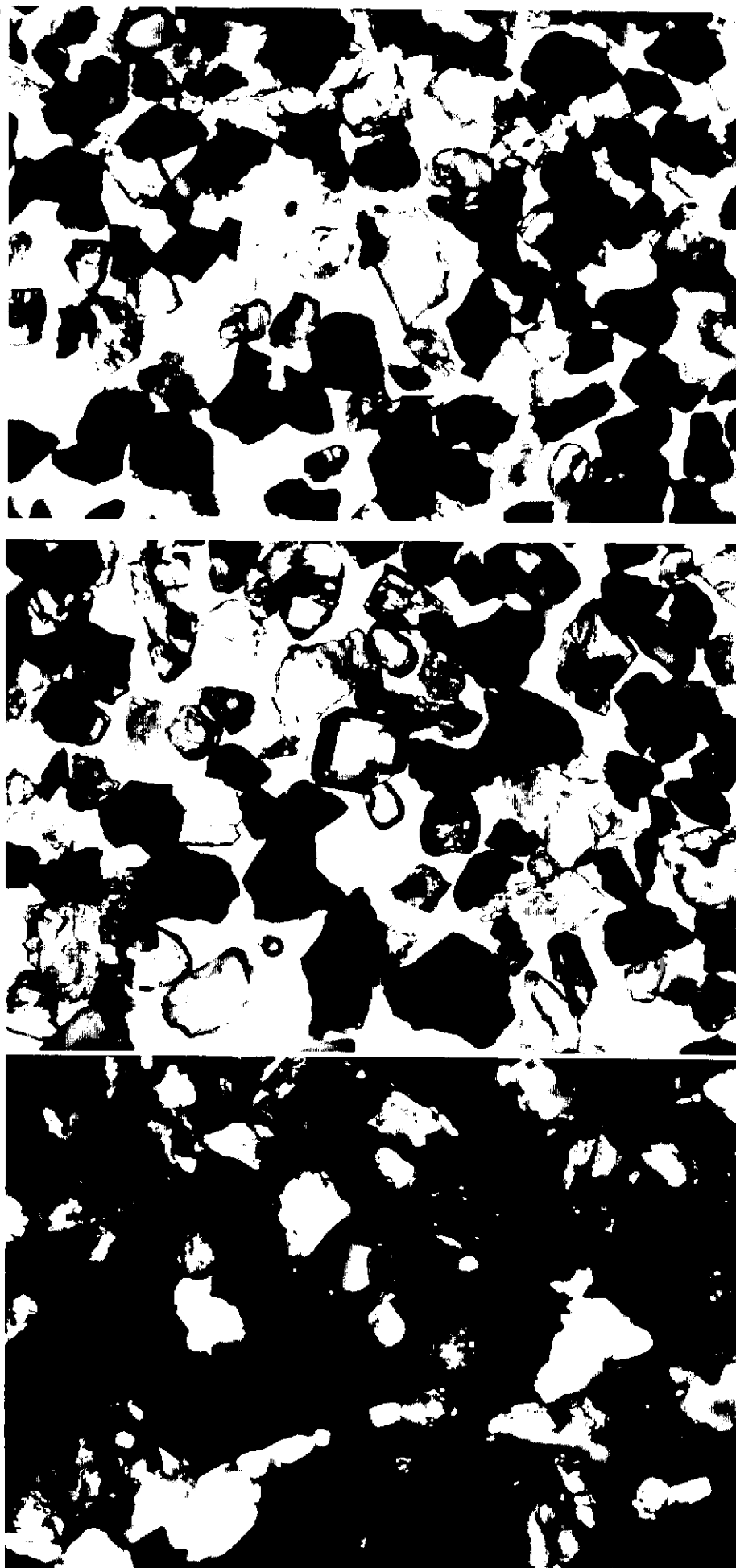


阿蘇山東麓波野村笹倉に分布する、阿蘇中央火口丘最新期火山噴出物中部に挟まれるスコリア層 (Nami6)の顕微鏡写真。
球形に発泡した淡緑褐色火山ガラスおよび長石、カンラン石を主体とする。



同上クロスニ科尔。

0.1mm



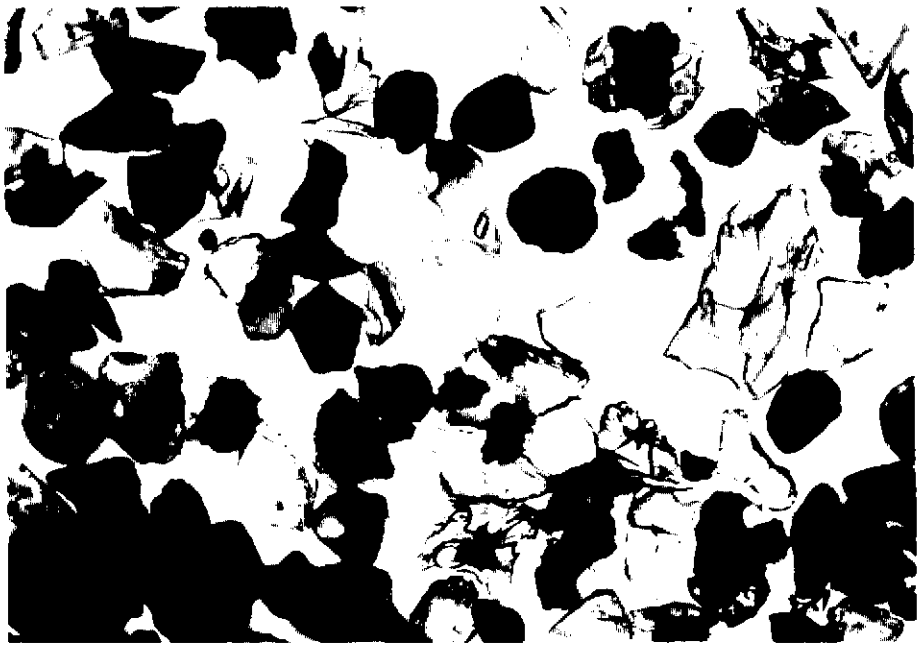
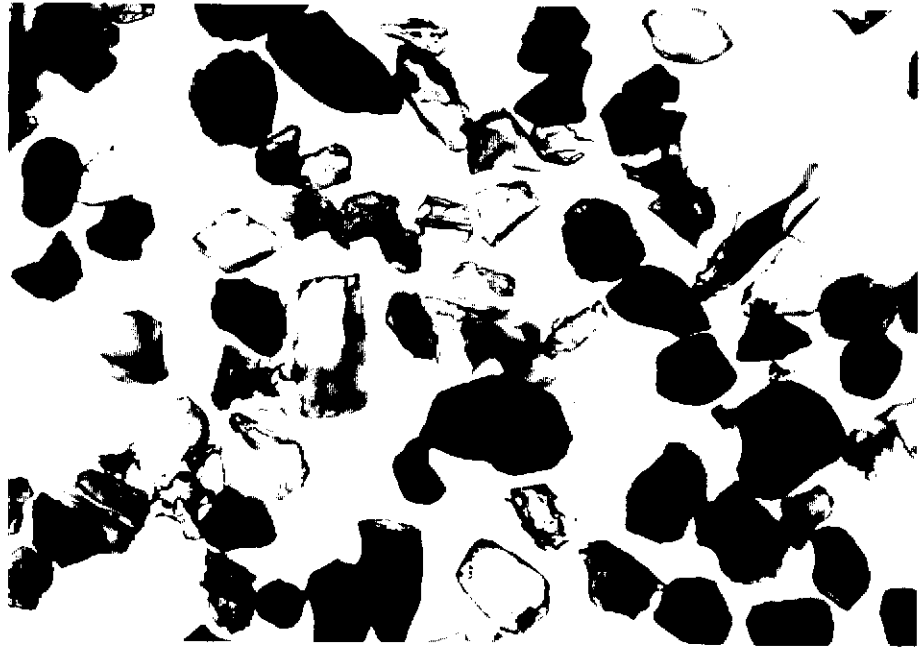
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-5 火山灰



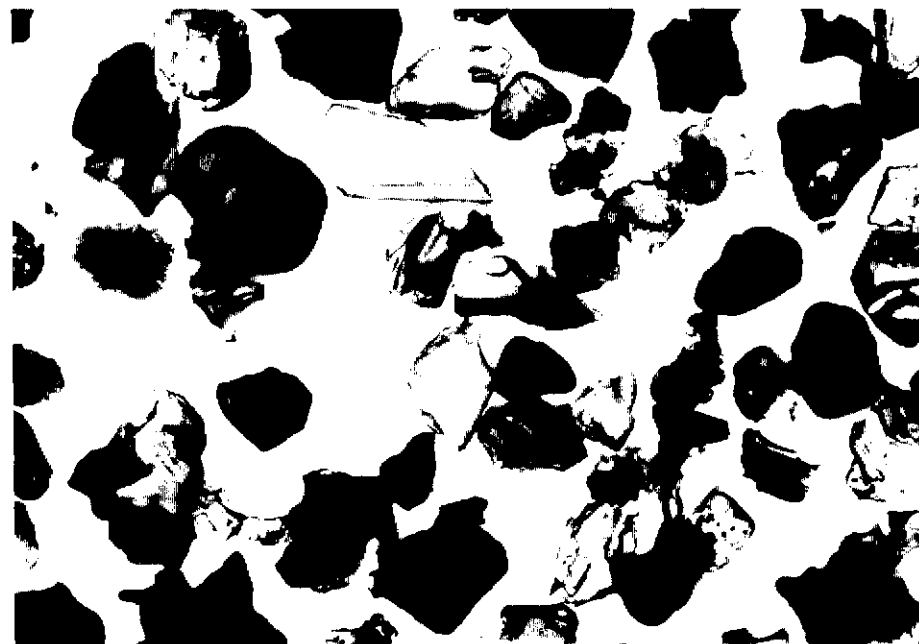
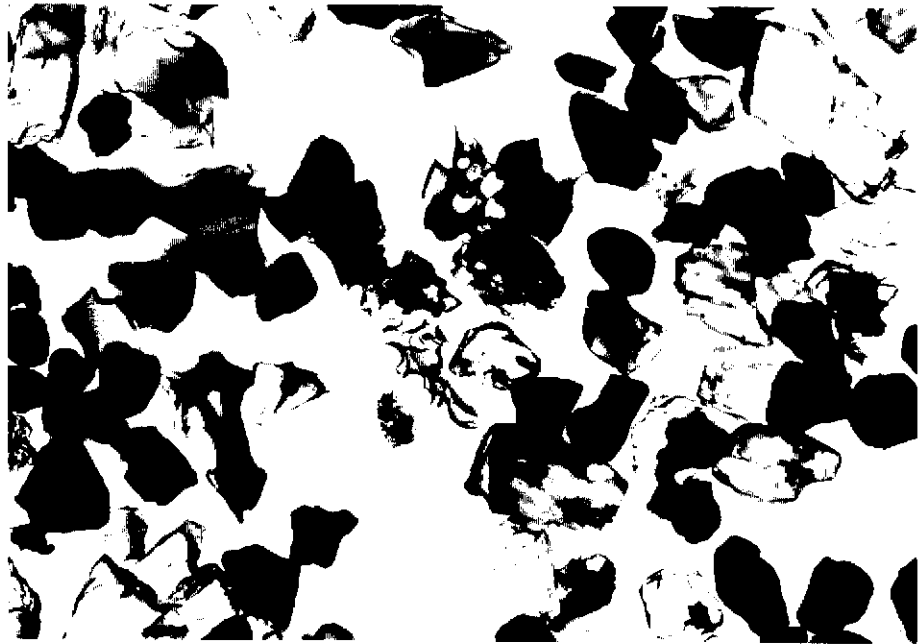
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-5 火山灰



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-4



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-4



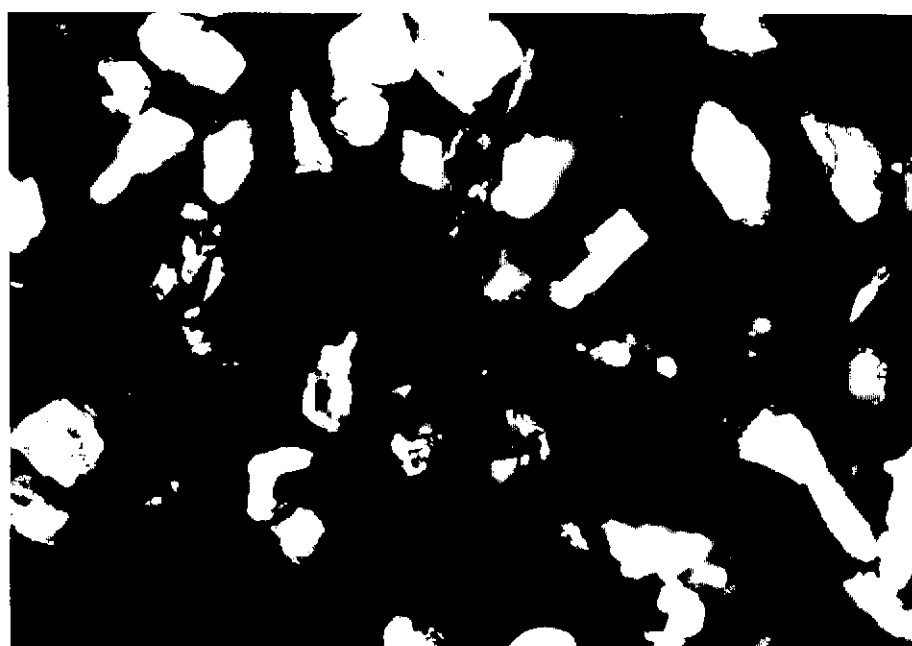
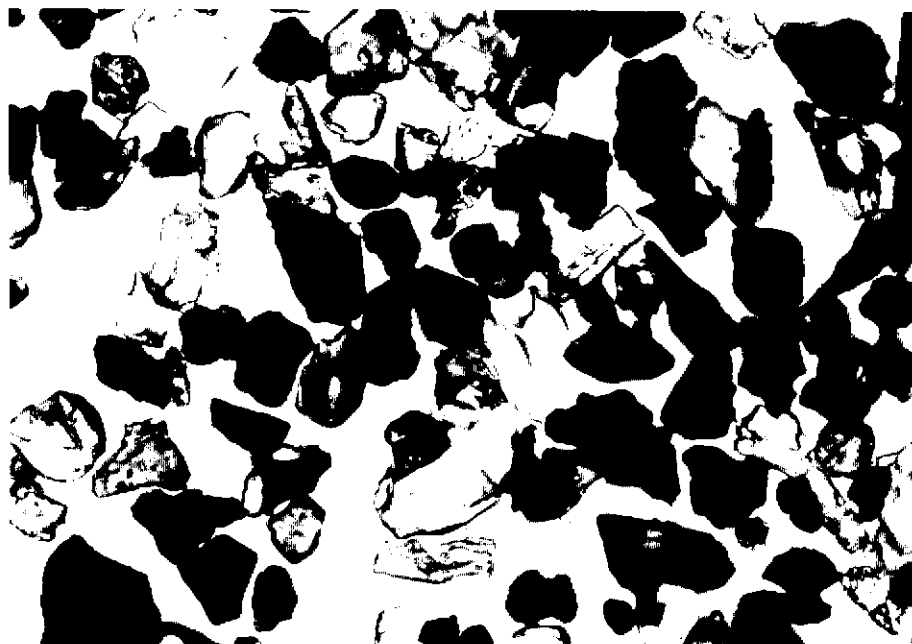
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-4



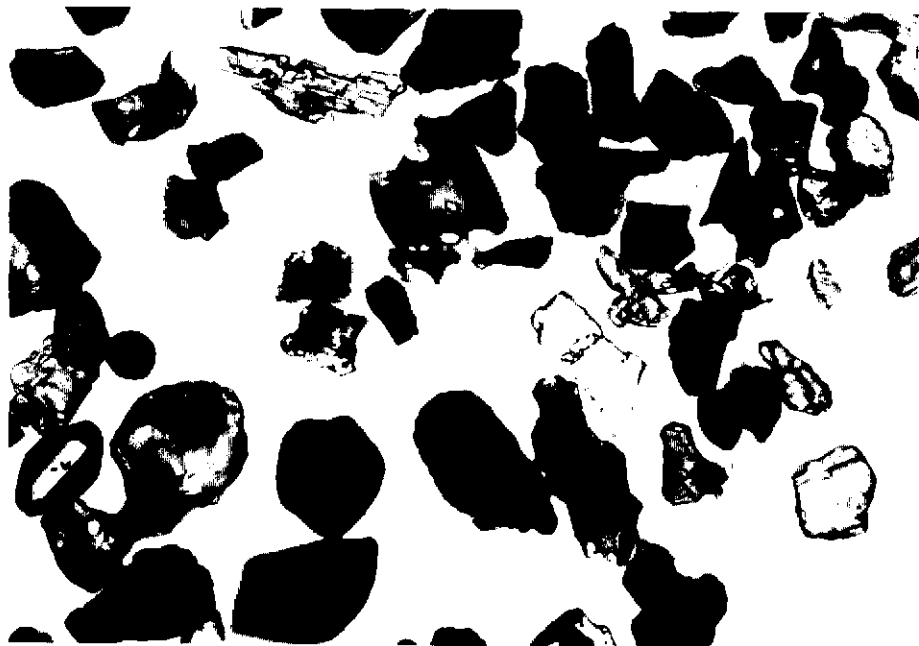
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAM1-4



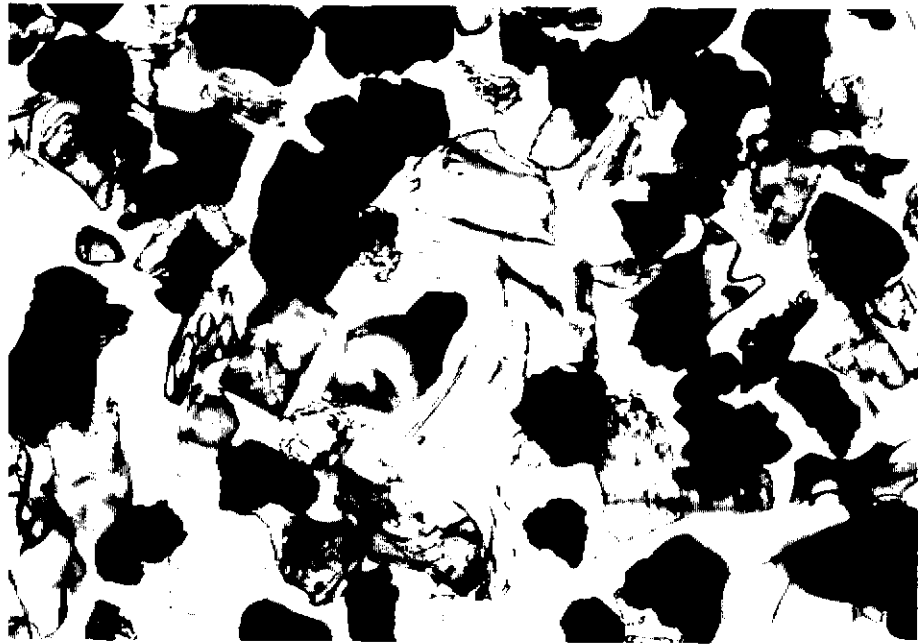
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-3



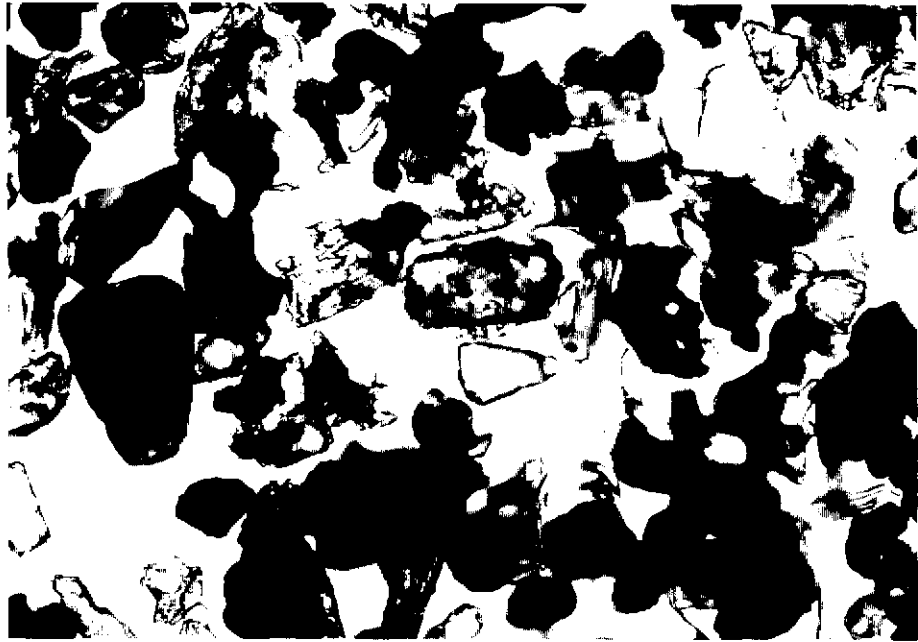
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAM1-3



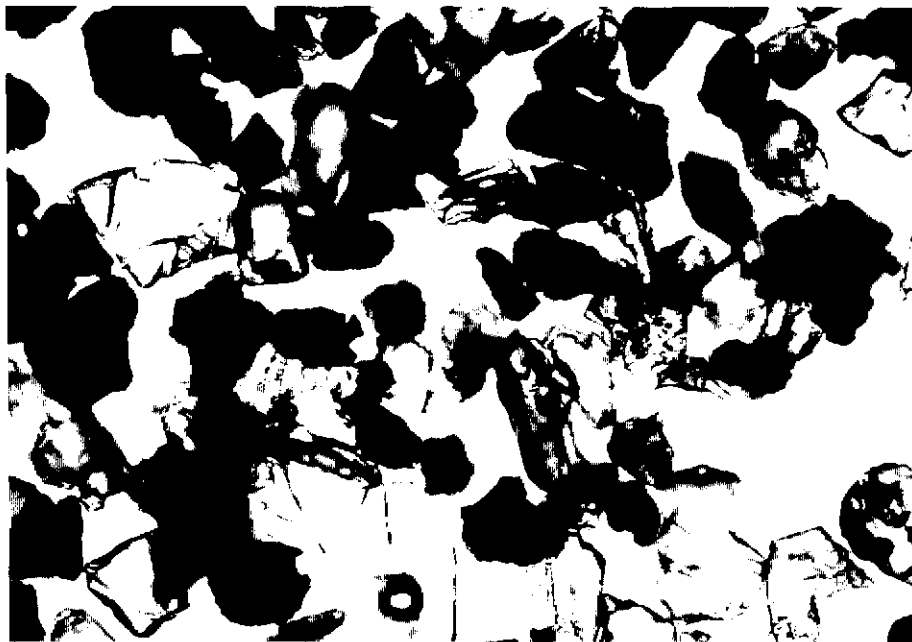
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-2



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-2



0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-1



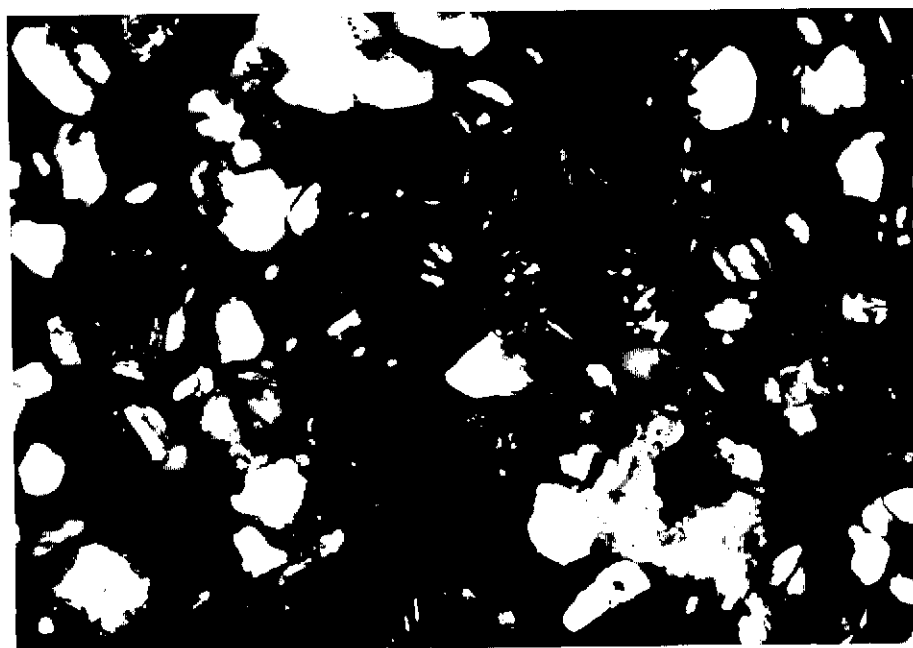
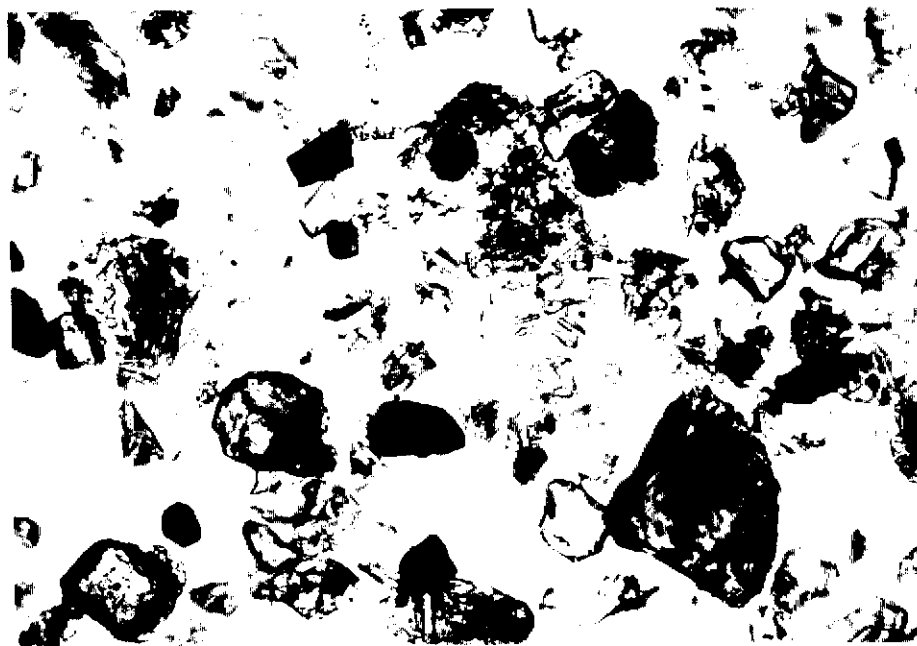
0.1mm

阿蘇波野村笹倉 NAMI-1 K-Ah混合. カラソ石目立つ.



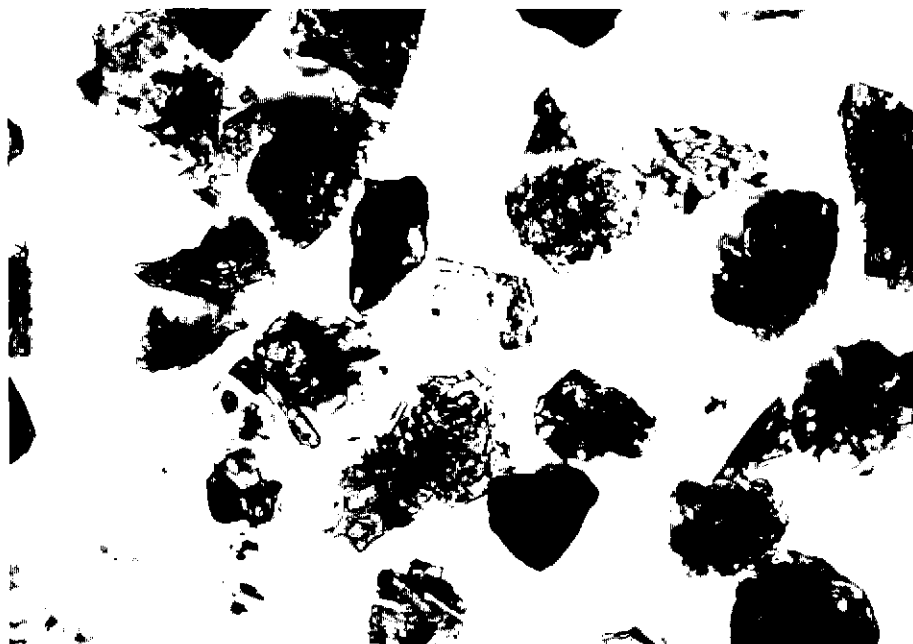
A K-Ah

0.1mm



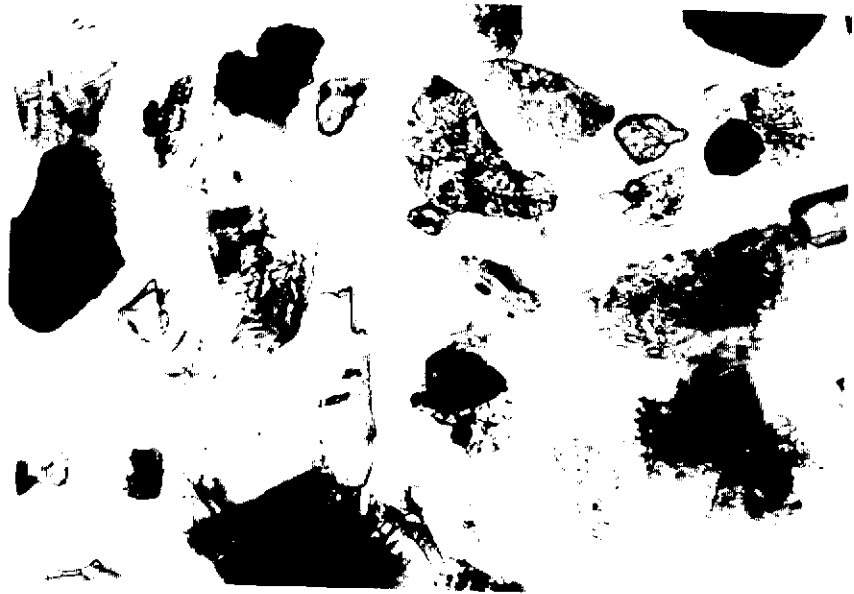
0.1mm

A①



A②

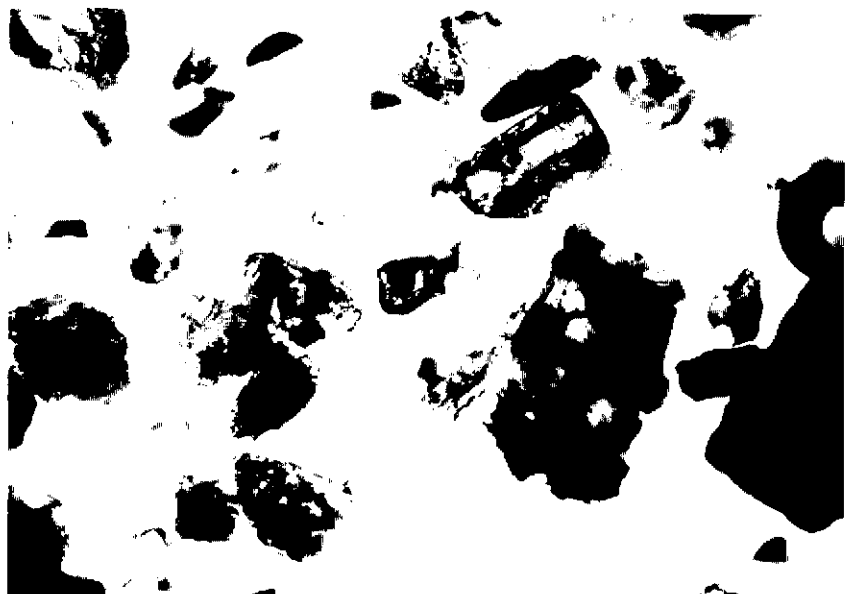
0.1mm



A③

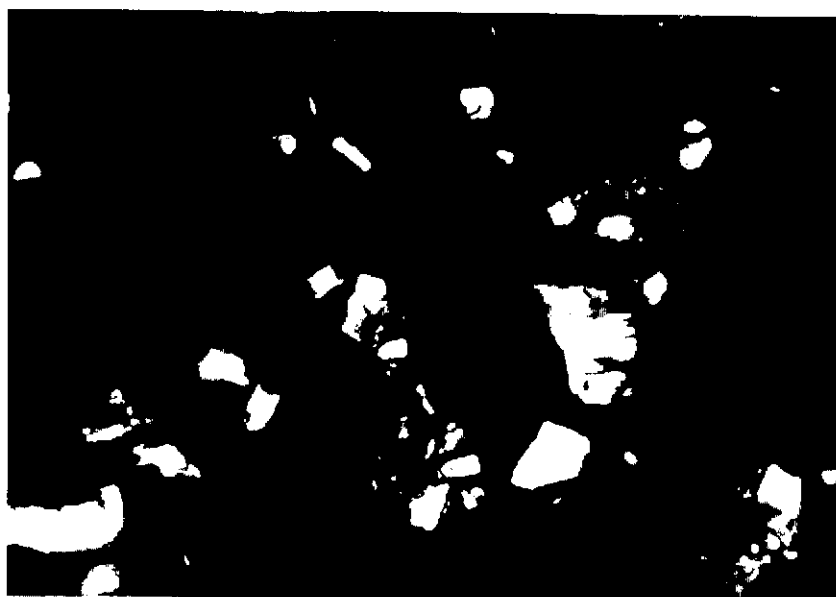
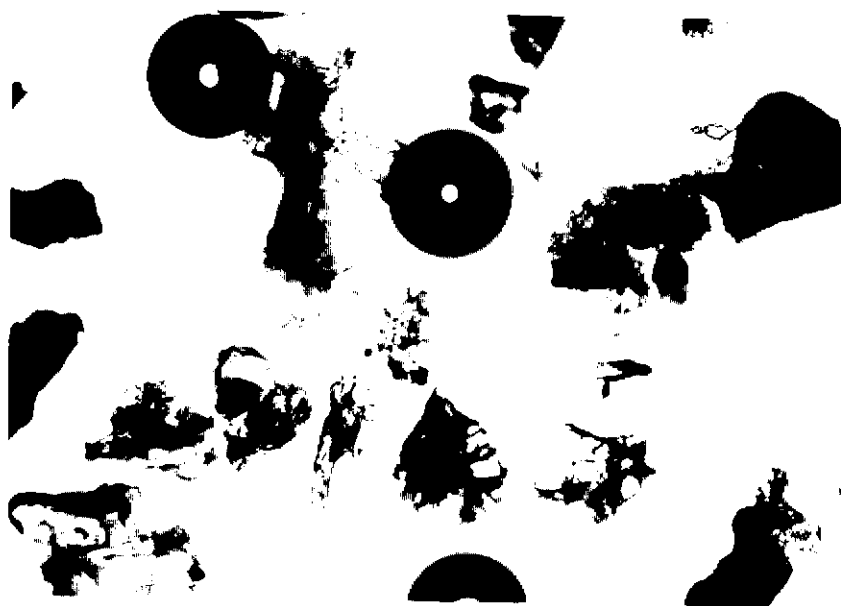


A④



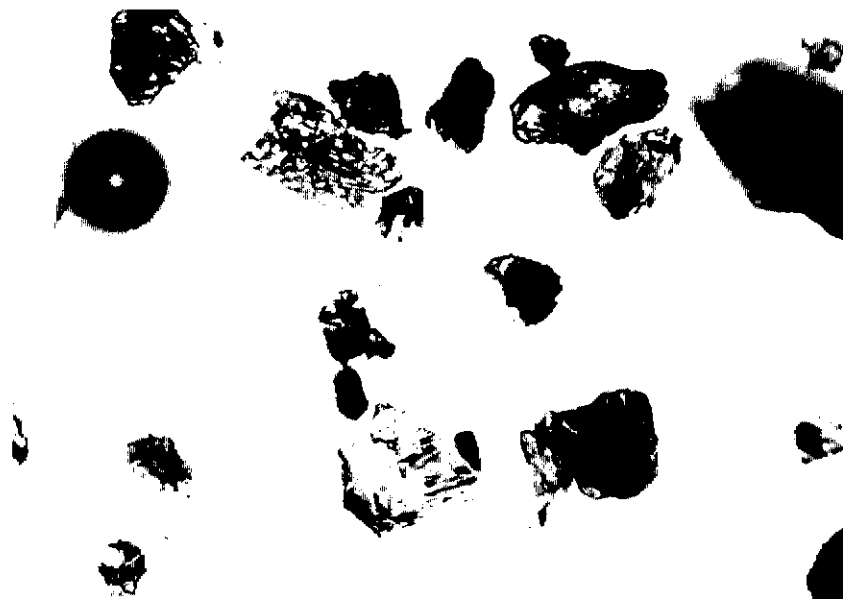
A⑤

0.1mm

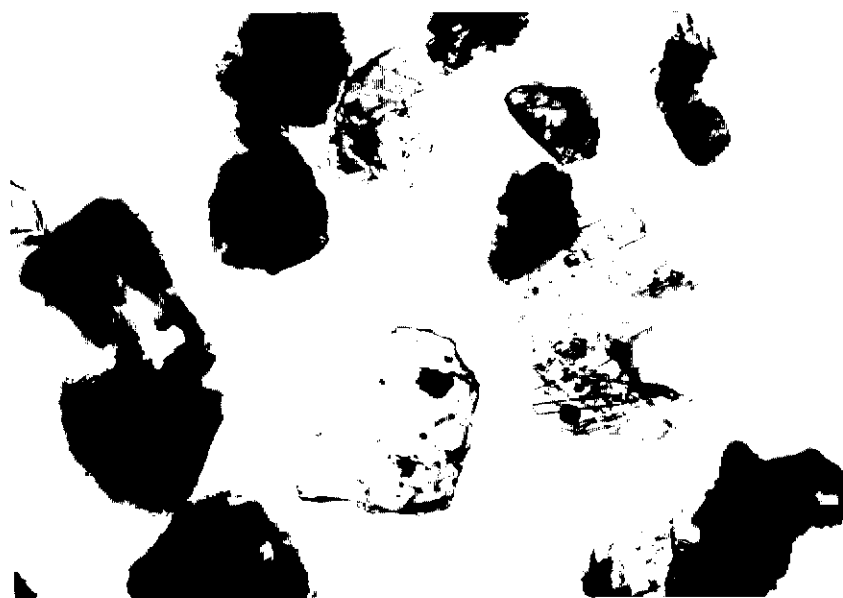


A⑥

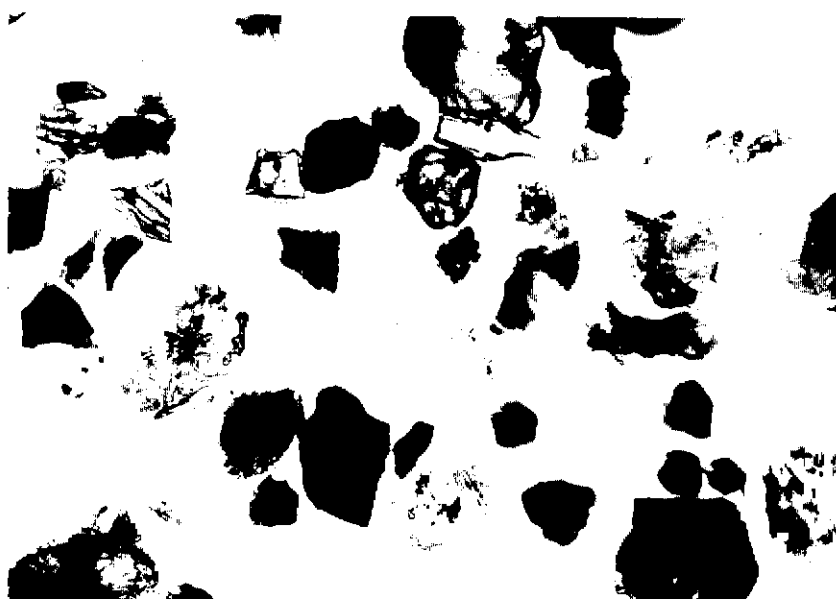
0.1mm



A⑦

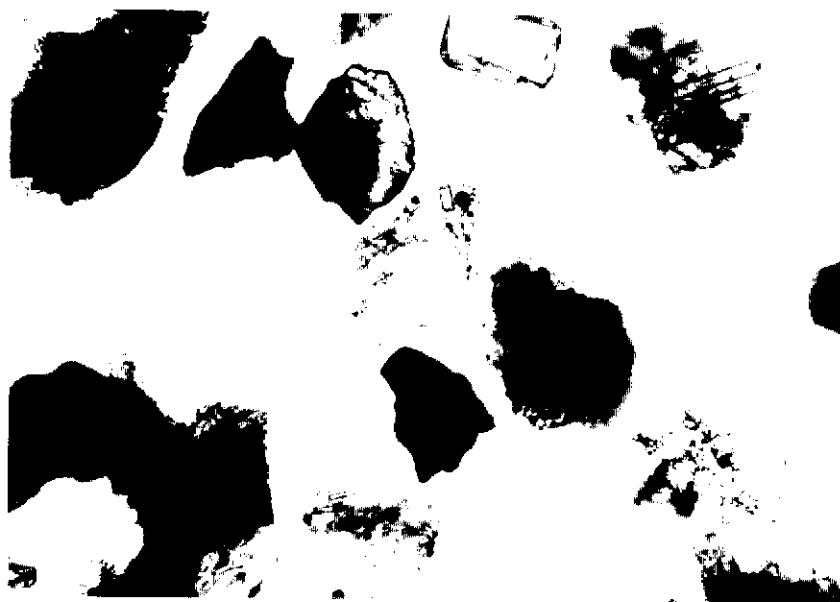


A⑧



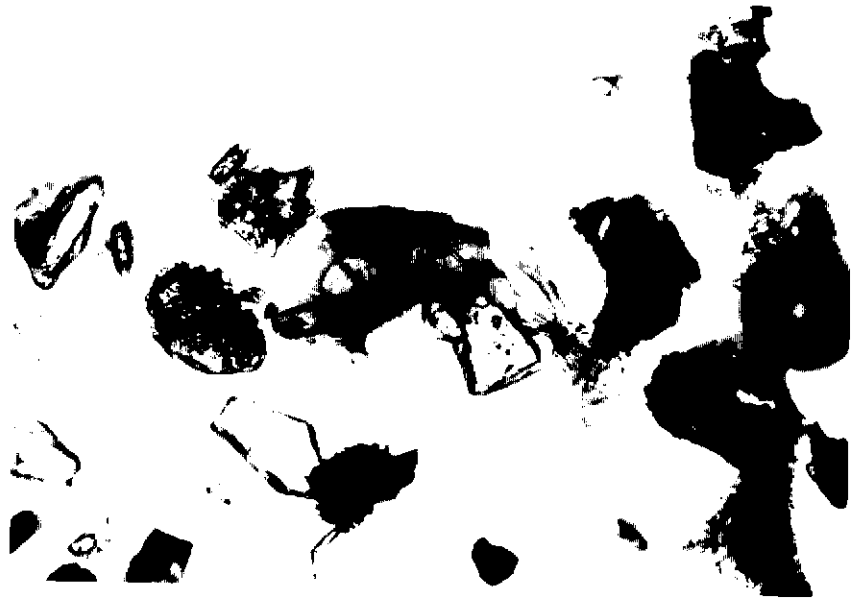
A⑨

0.1mm

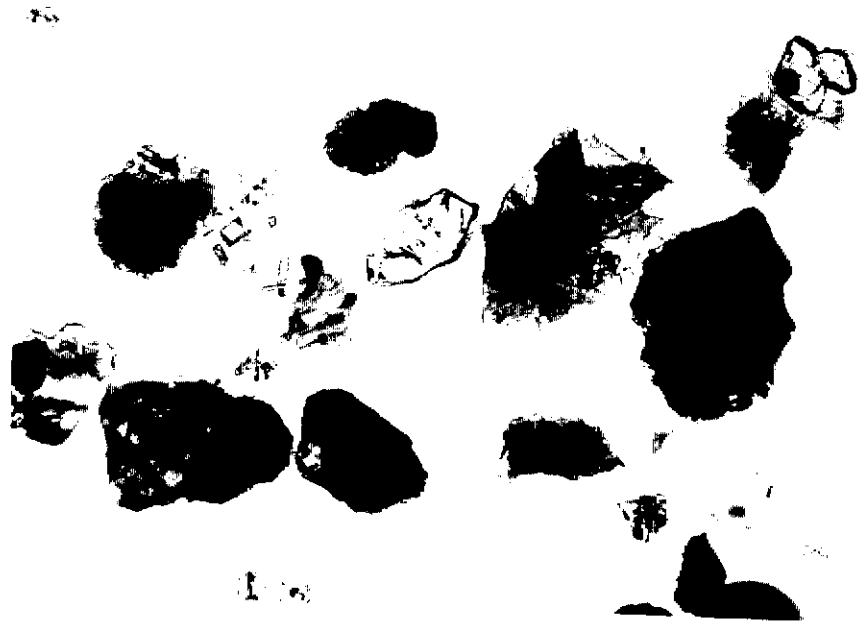


A⑩

0.1mm



A ①

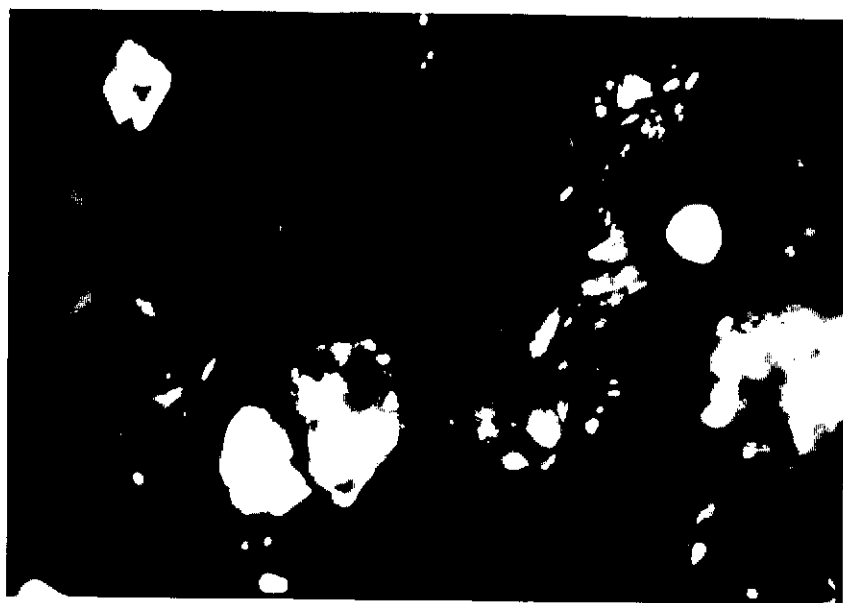
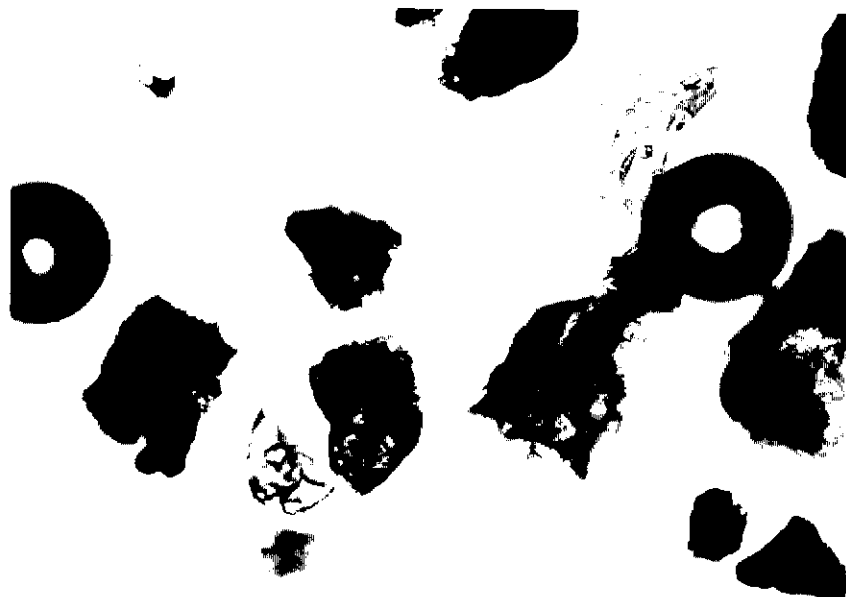


A ②



A ③

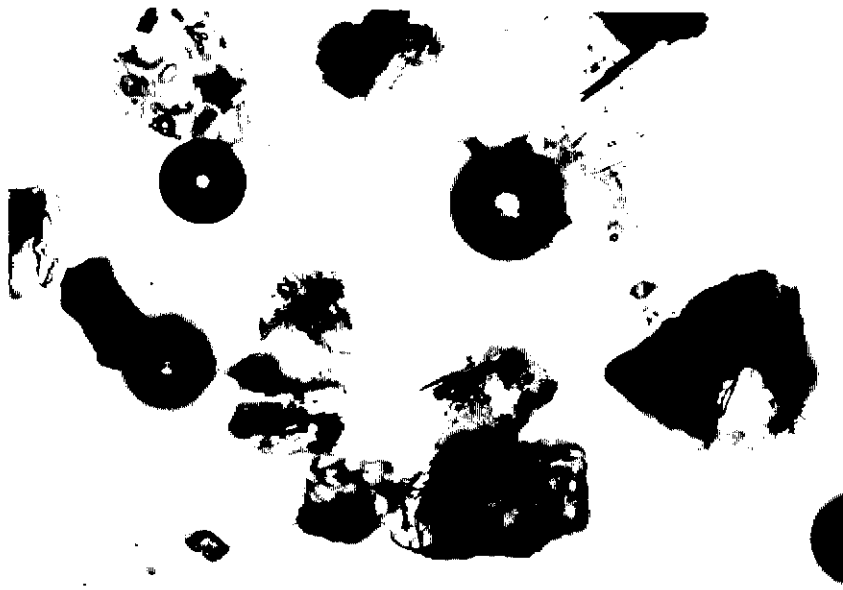
0.1mm



A ⑬

0.1mm

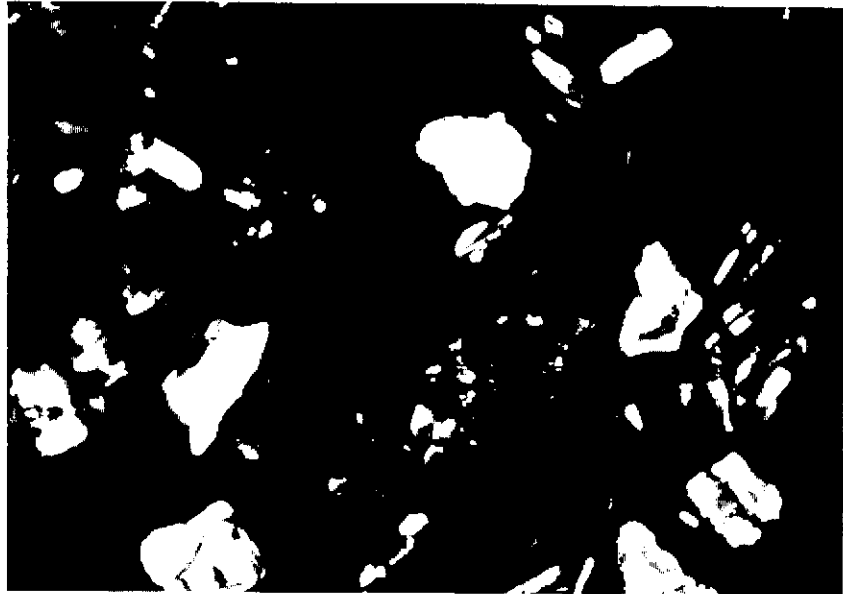
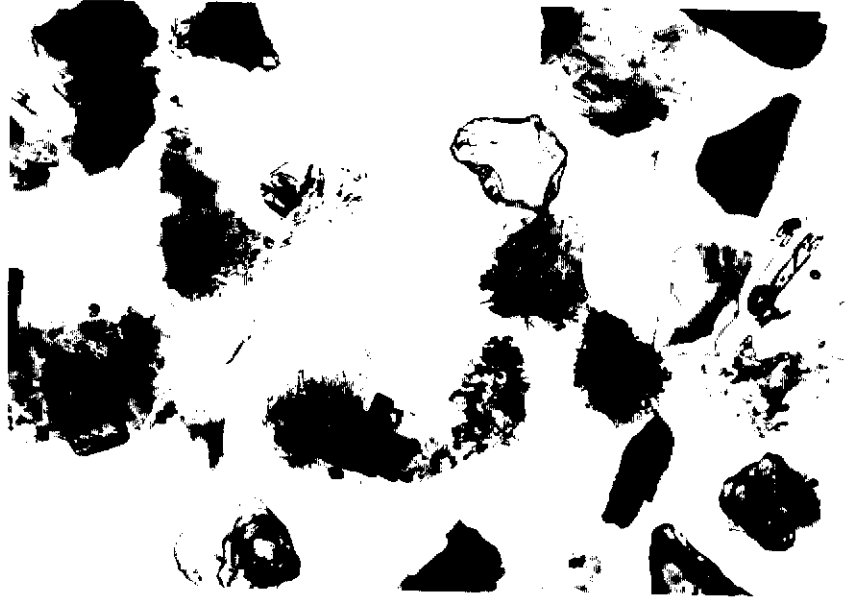
图版3.2.39



A ⑭

0.1mm

图版3.2.40



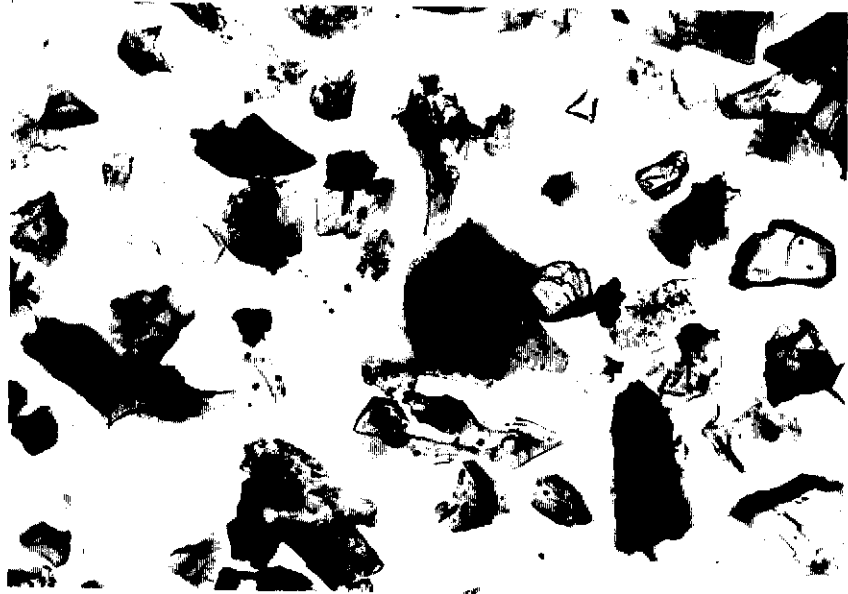
0.1mm

A⑤



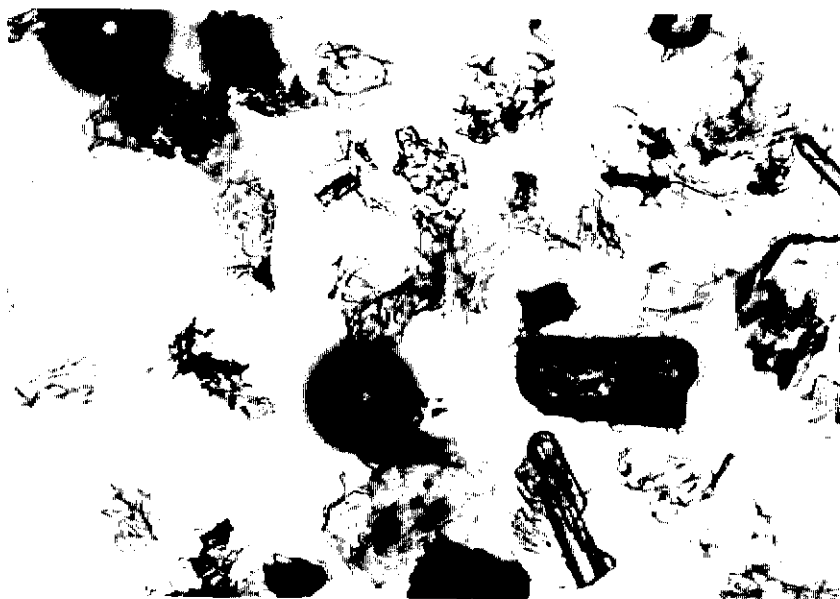
A ⑩

0.1mm



A①- 1

0.1mm

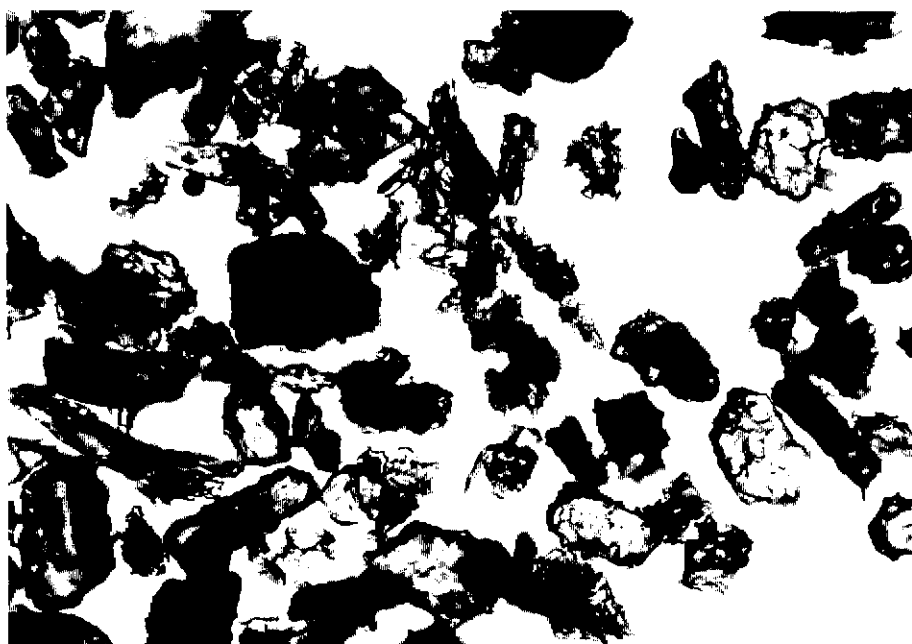


A①-2

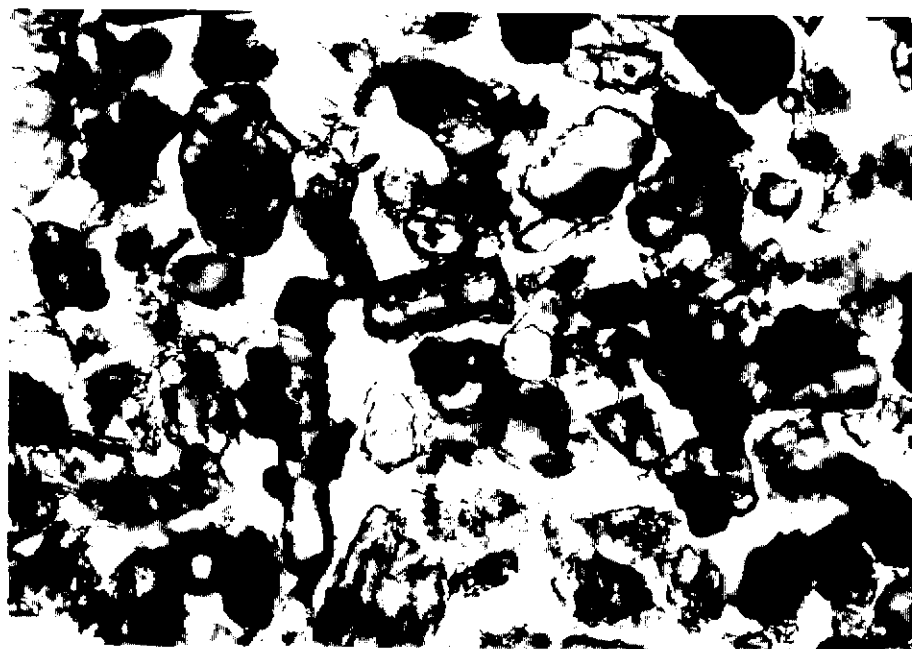
0.1mm



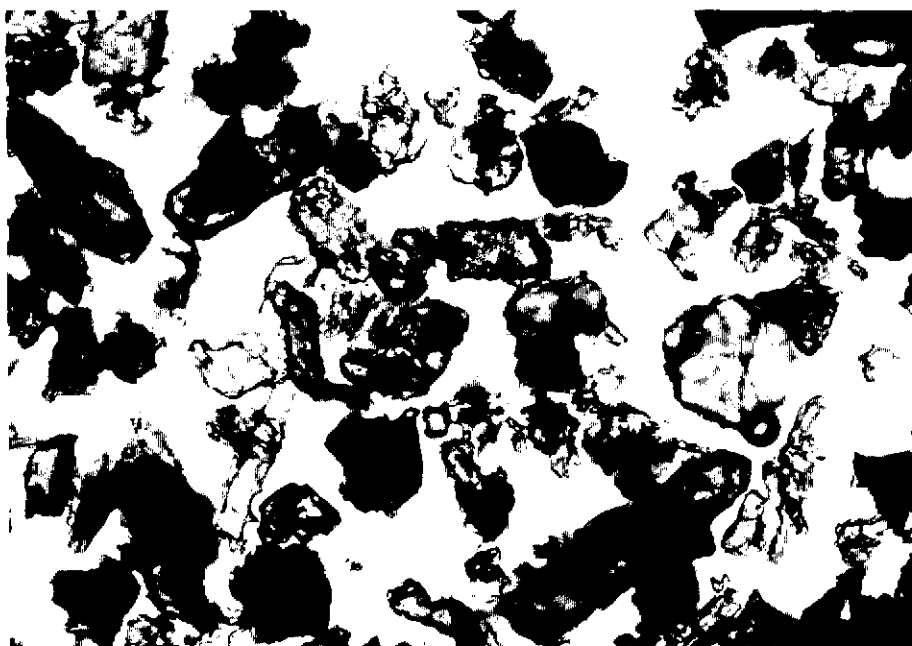
くじゅう連山大船山南東麓, A point段原スコリア (下から2枚目) の顕微鏡写真.



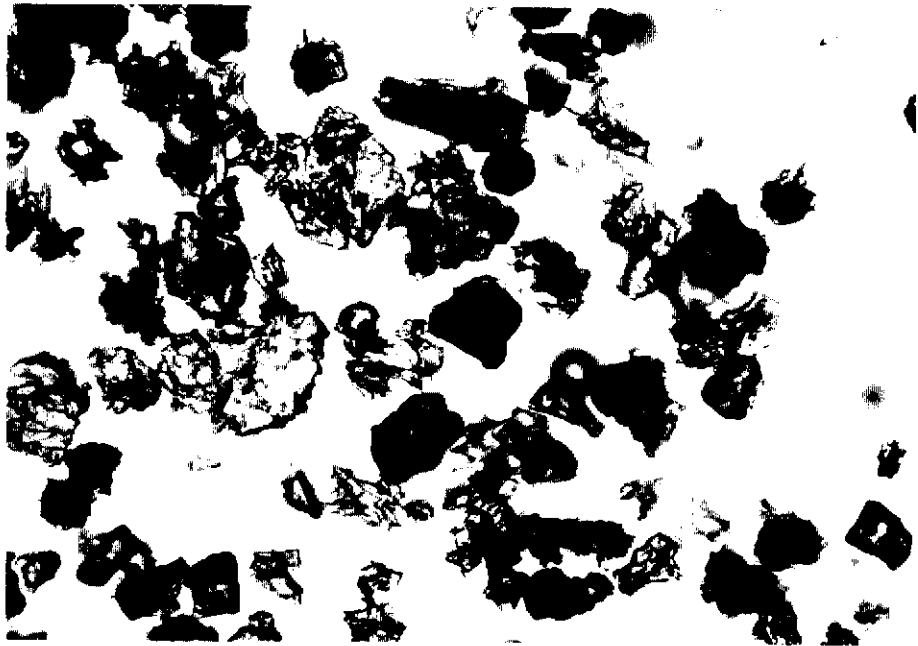
やや淡緑褐色に着色した球形状発泡跡の残る火山ガラス (Bm型主体) およびシソ輝石, 普通輝石.



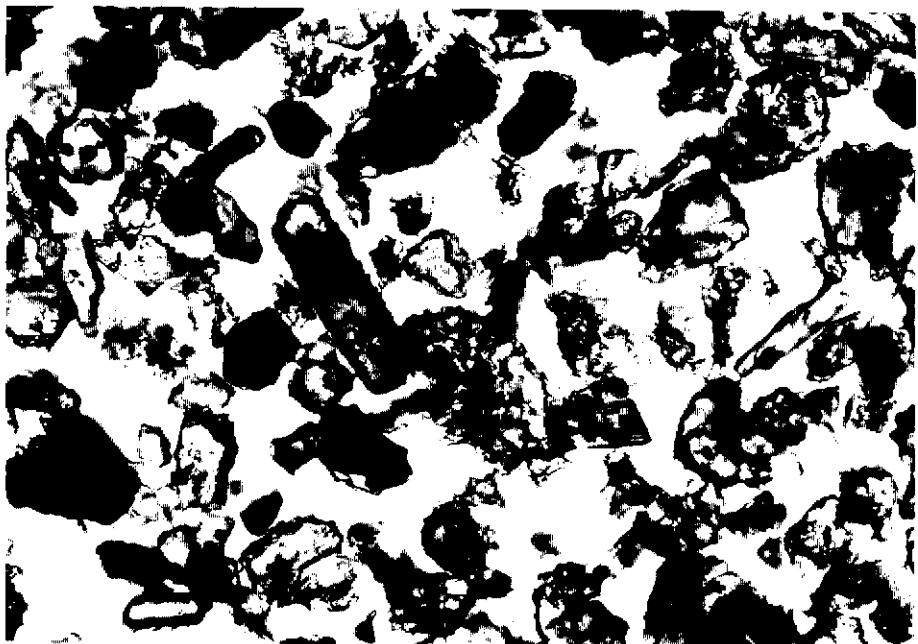
くじゅう連山大船山南東麓, A point段原スコリア (下から2枚目) の顕微鏡写真.



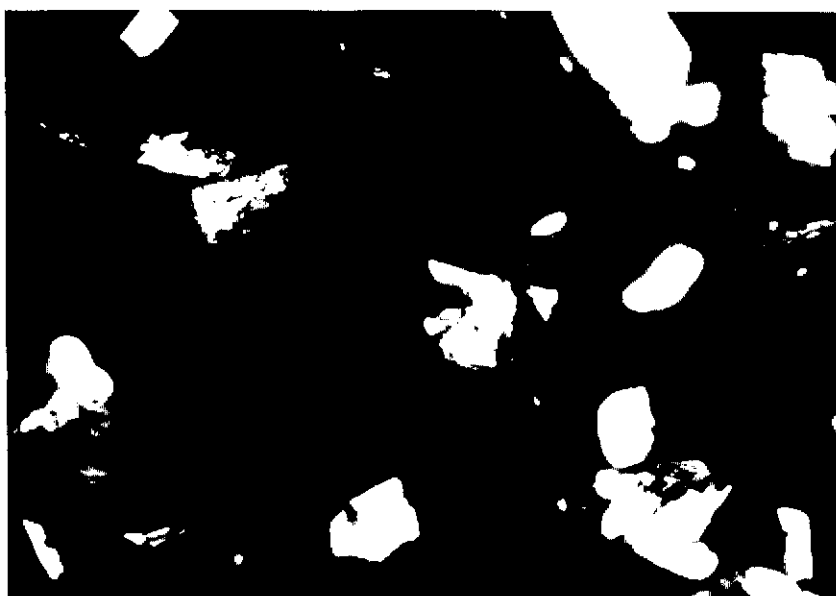
やや淡緑褐色に着色した球形状発泡跡の残る火山ガラス (Bm型主体) およびシソ輝石, 普通輝石.



くじゅう連山大船山南東麓, A point段原スコリア (下から2枚目) の顕微鏡写真.

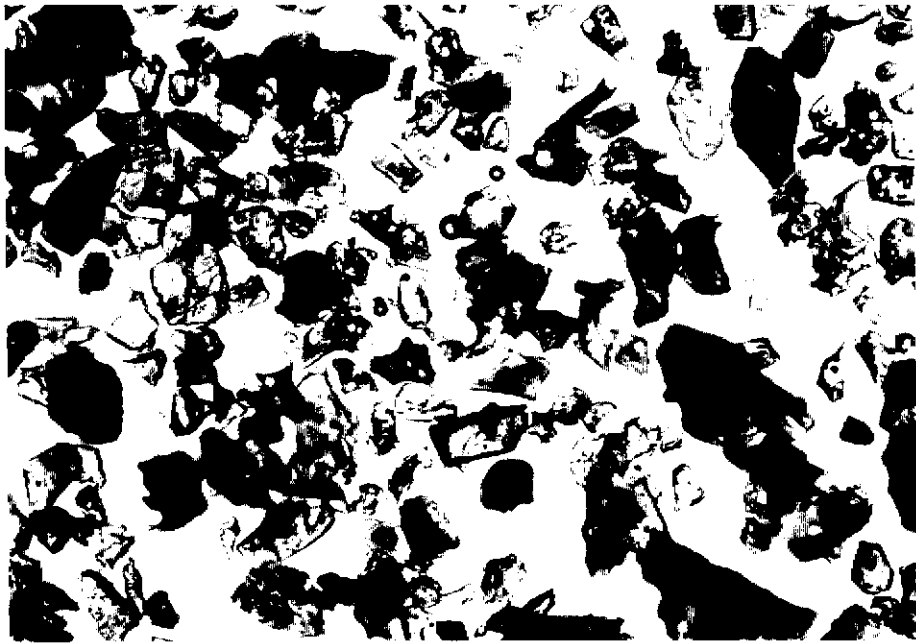


やや淡緑褐色に着色した球形状発泡跡の残る火山ガラス (Bm型主体)
およびシソ輝石, 普通輝石.

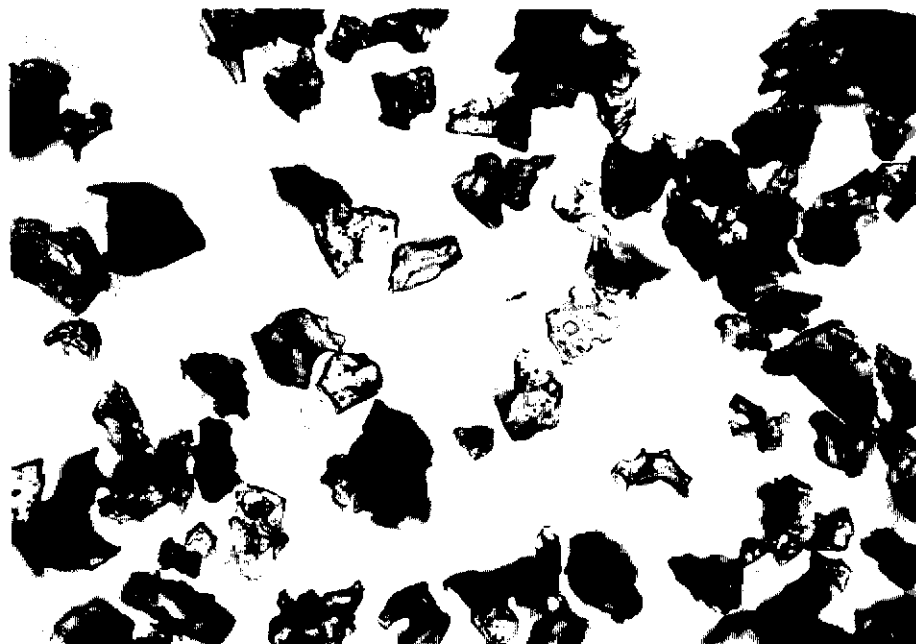


A①-3

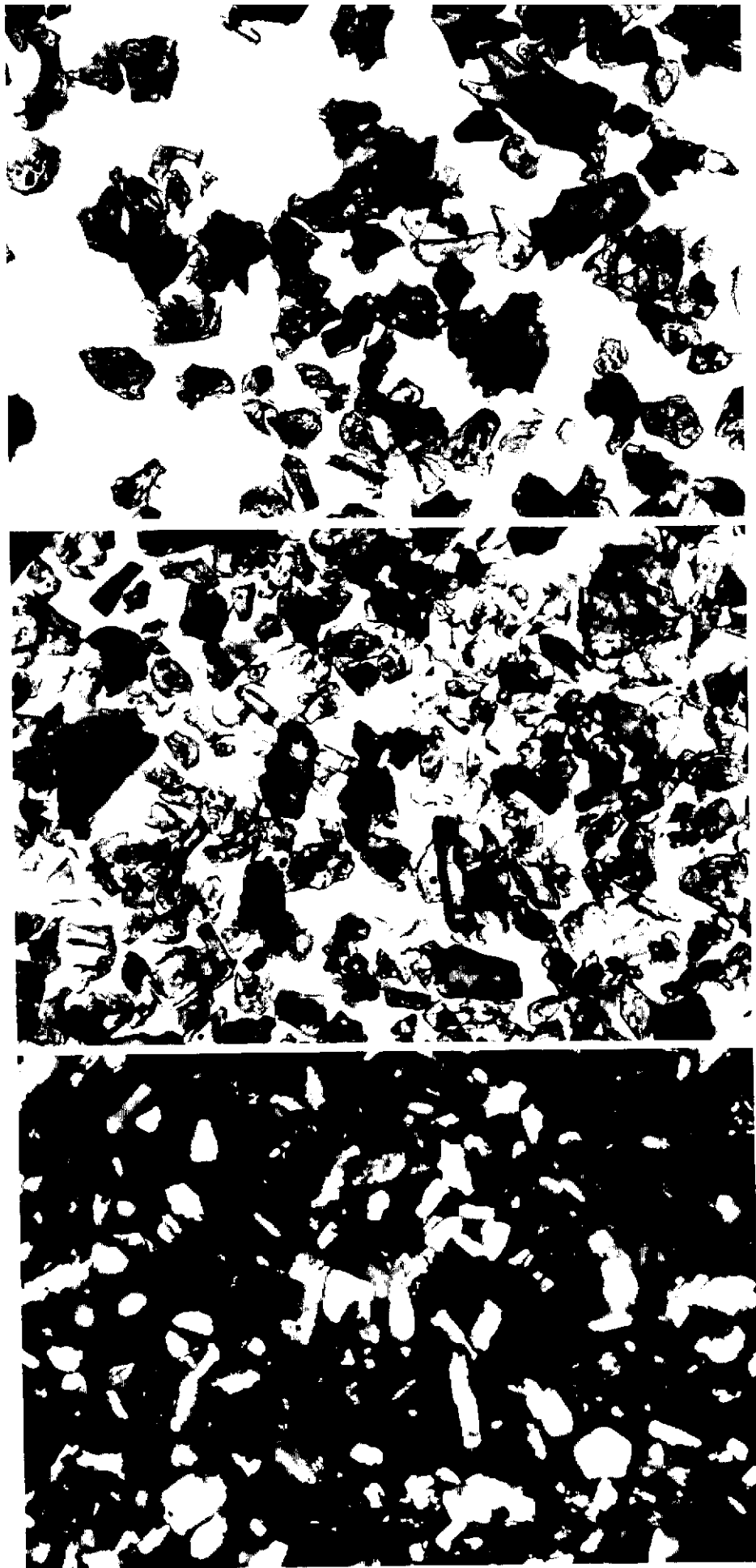
0.1mm



くじゅう連山大船山南東麓，A point段原スコリア（下から3枚目）の顕微鏡写真。

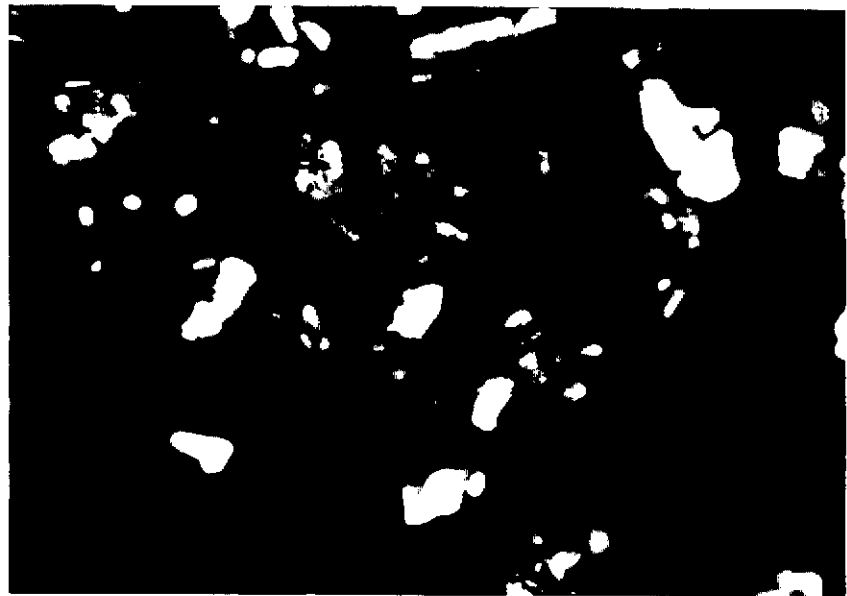


同上，淡緑褐色を帯びる火山ガラス，一部にはBm型の発泡もみられるが，ほとんどは発泡形が不明瞭である。



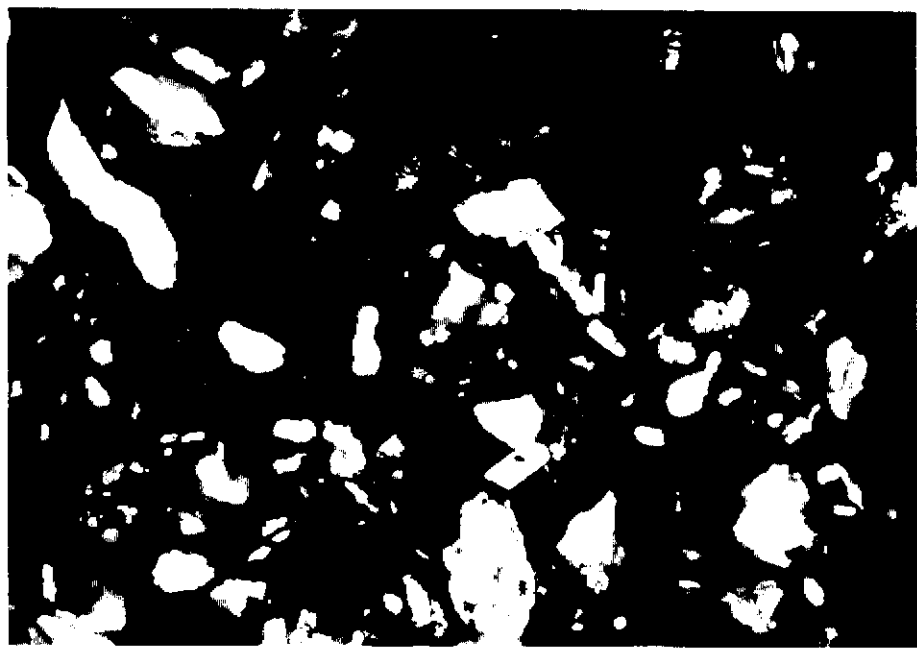
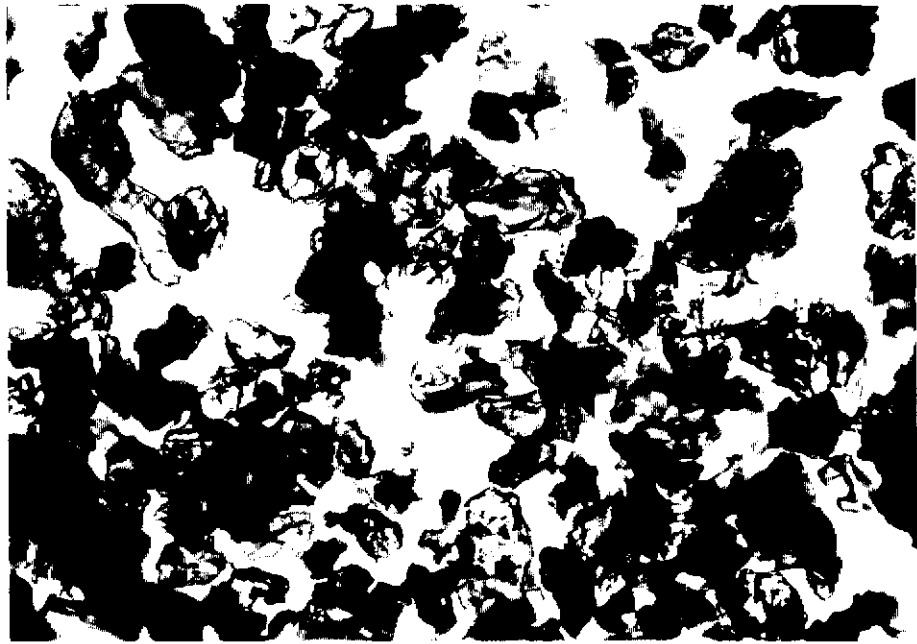
くじゅう連山大船山南東麓, A point段原スコリア(下から3枚目)の顕微鏡写真. 長石および両輝石を多く含む.

图版3. 2. 50



B②'

0. 1mm

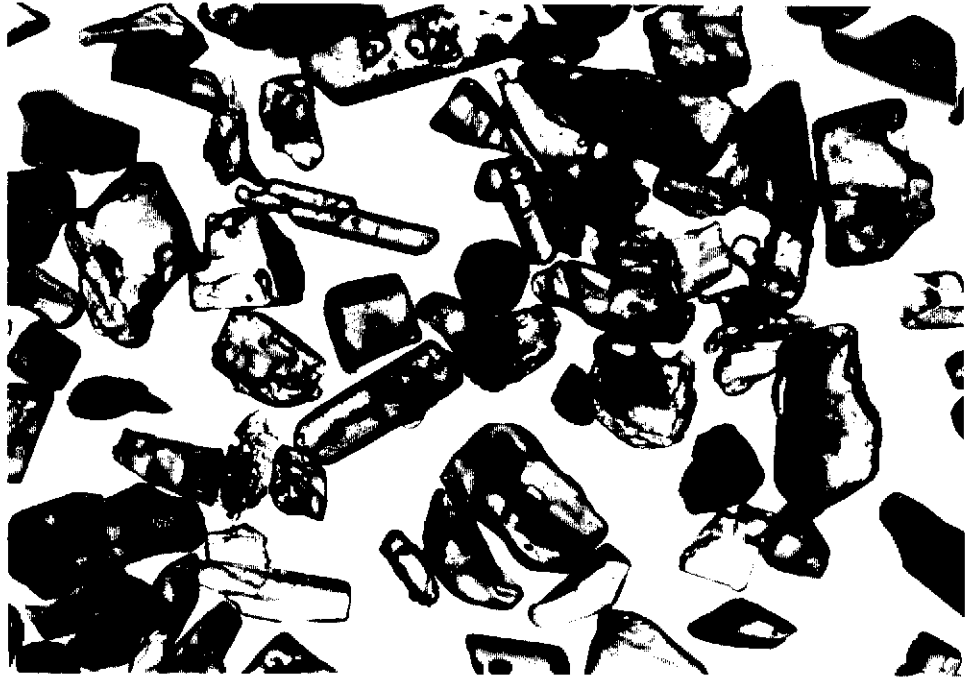


0.1mm

くじゅう連山大船山南東麓 B point 米クボスコリア, B-②



B point米クボスコリア。Bm~Bsタイプの発泡跡がみられる。

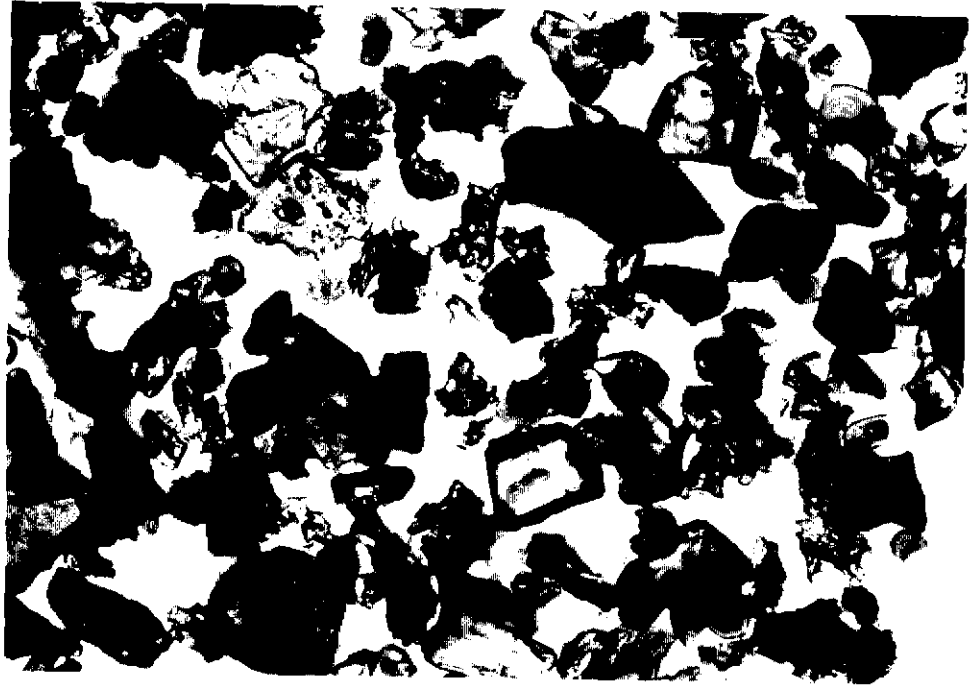


くじゅう連山大船山南東麓 B pointに露出する米クボスコリア B-②中の重鉱物 (HF処理)。



0.1mm

同クロスニ科尔。



くじゅう連山大船山南東麓 B pointに露出する米クボスコリア.



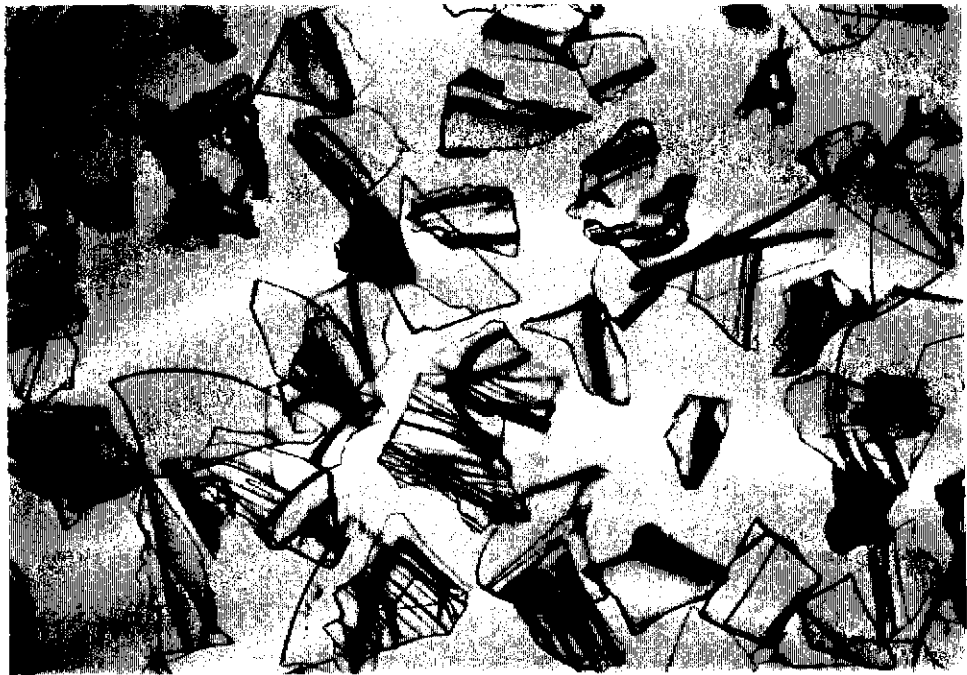
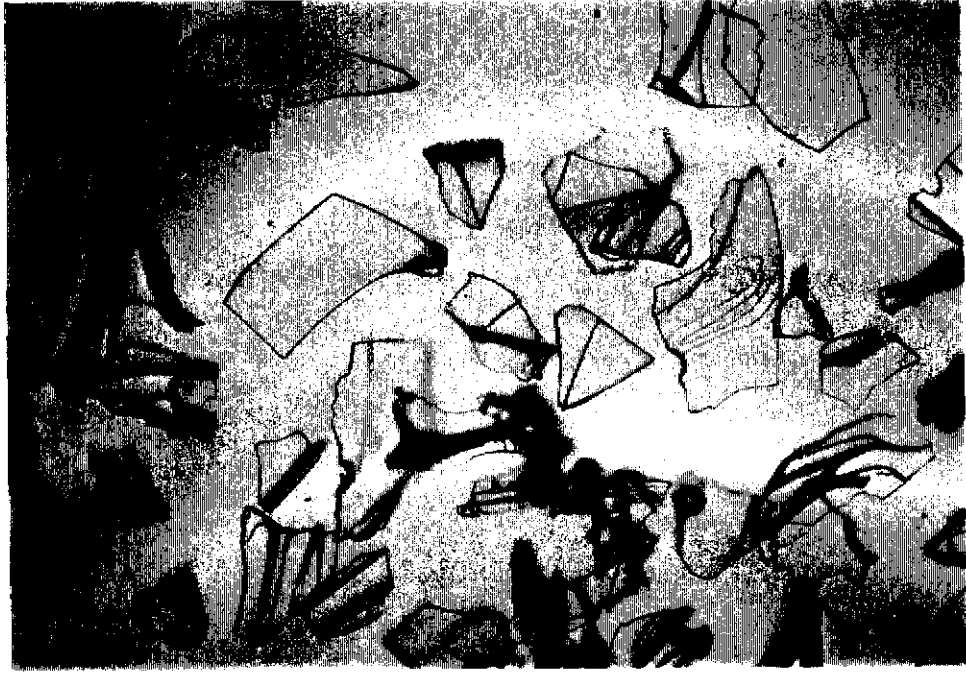
0.1mm

同クロスニ科尔.



0.1mm

由布岳南麓 Loc.E AT火山灰



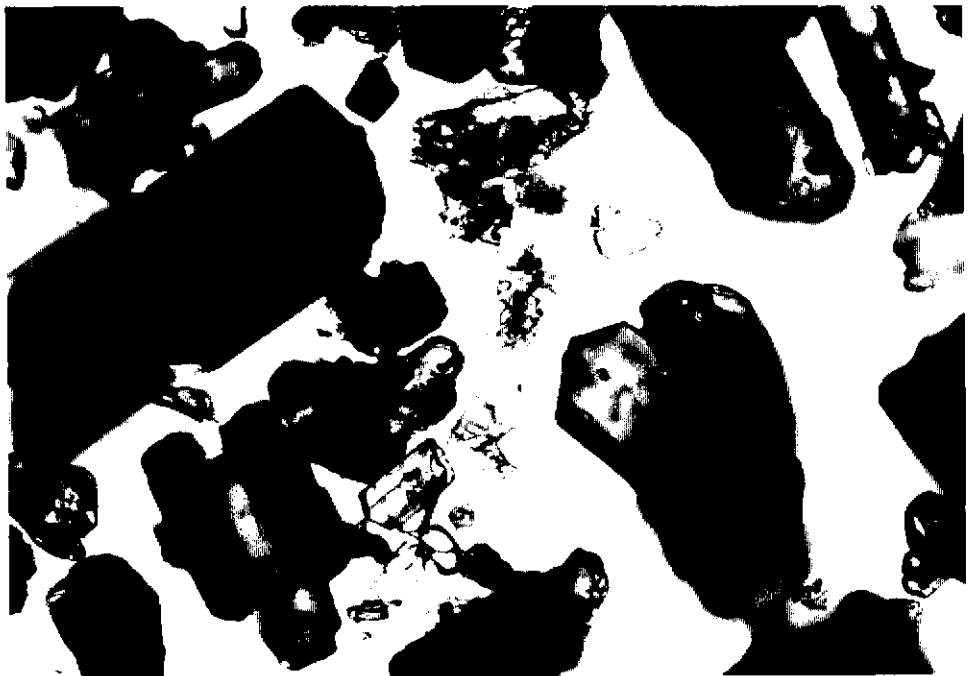
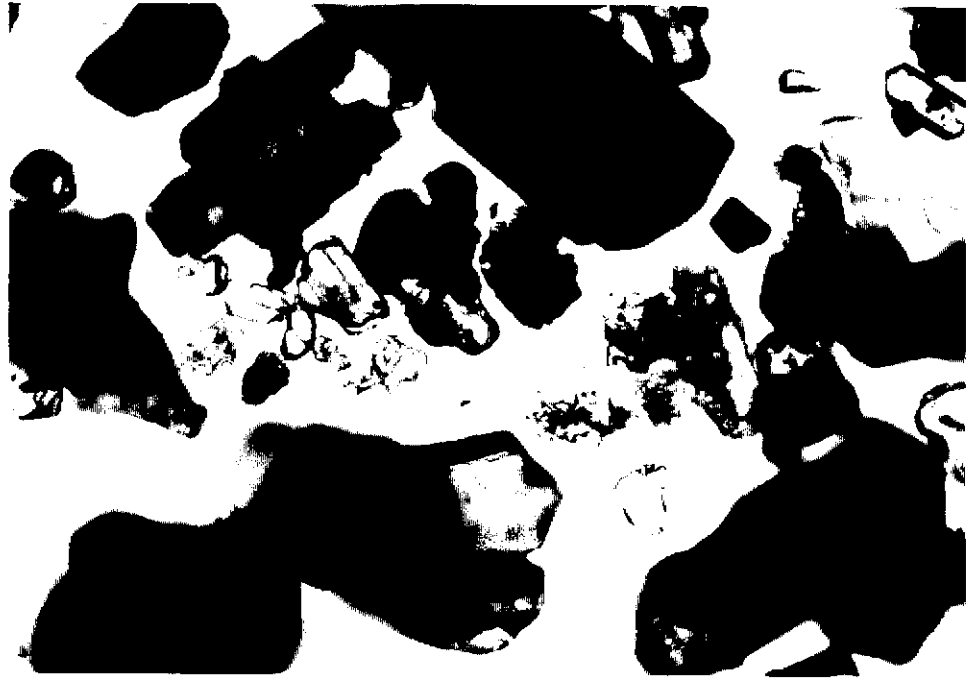
0.1mm

由布岳南麓 Loc. S-8 K-Ah火山灰



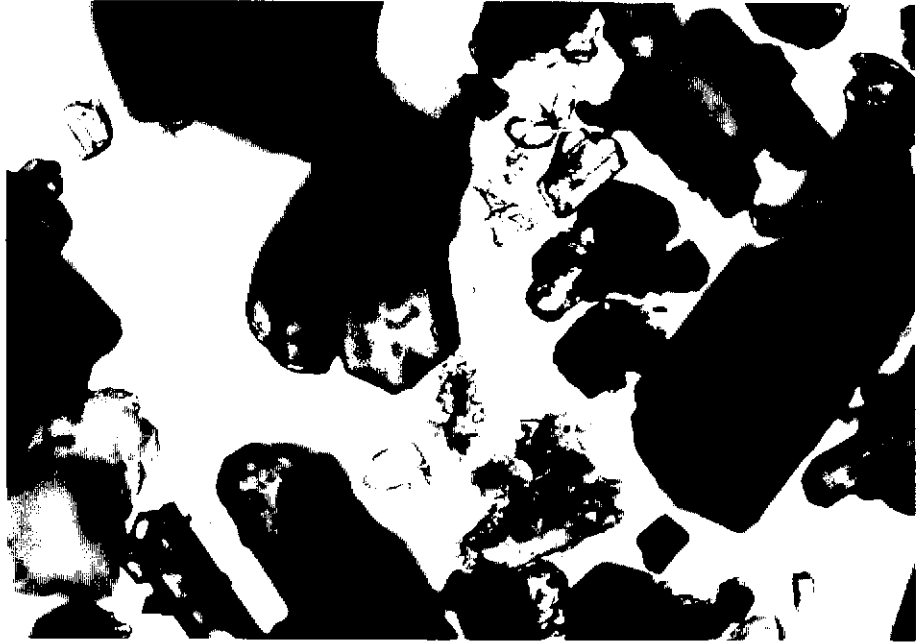
由布岳南麓 Loc. S-6 米クボスコリア.

0.1mm



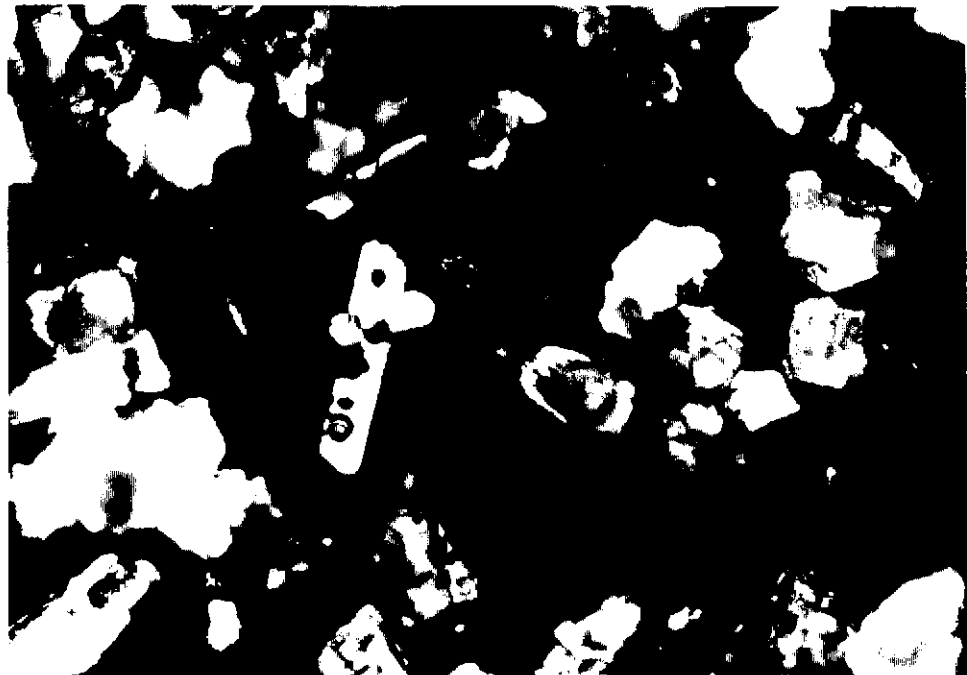
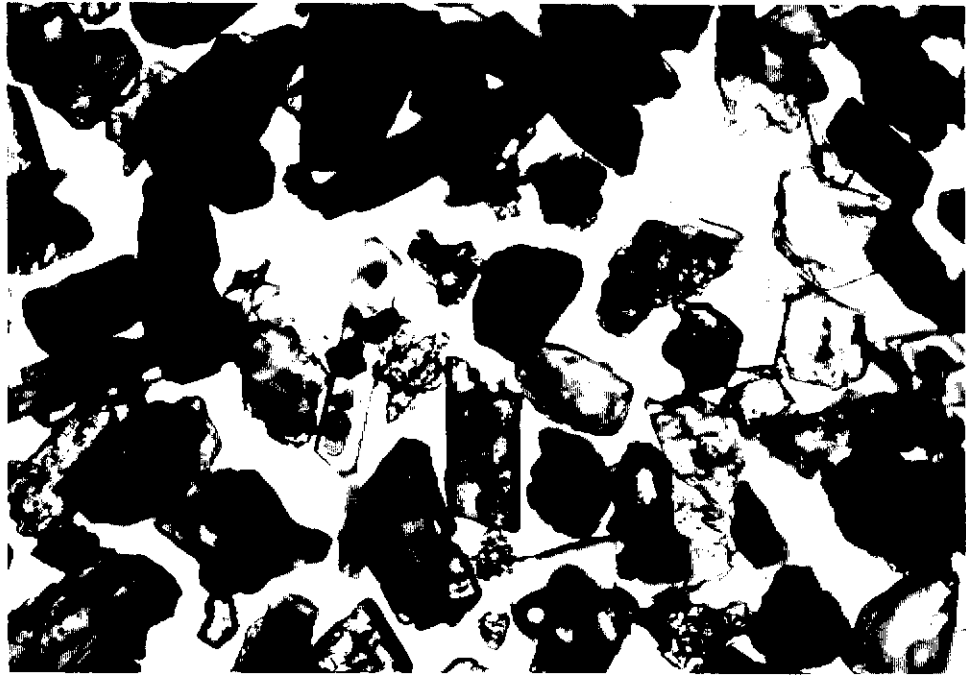
0.1mm

由布岳南麓 Loc. S-6 米クボスコリア.



由布岳南麓 Loc. S-6 米クボスコリア。

0.1mm



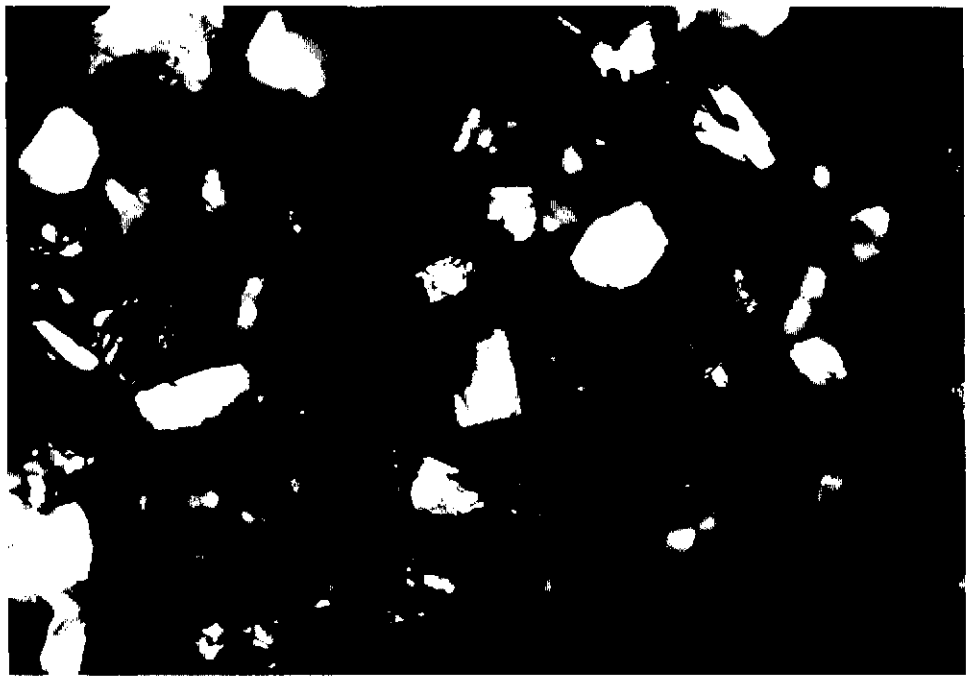
0.1mm

由布岳南麓 Loc. S-6 米クボスコリア層準



由布岳南麓 Loc. S-6 米クボスコリア.

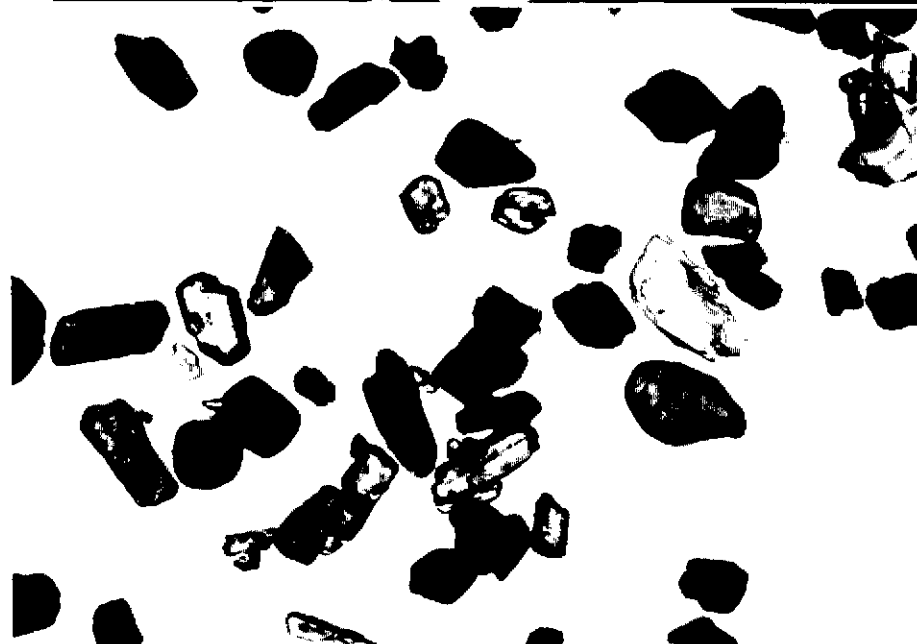
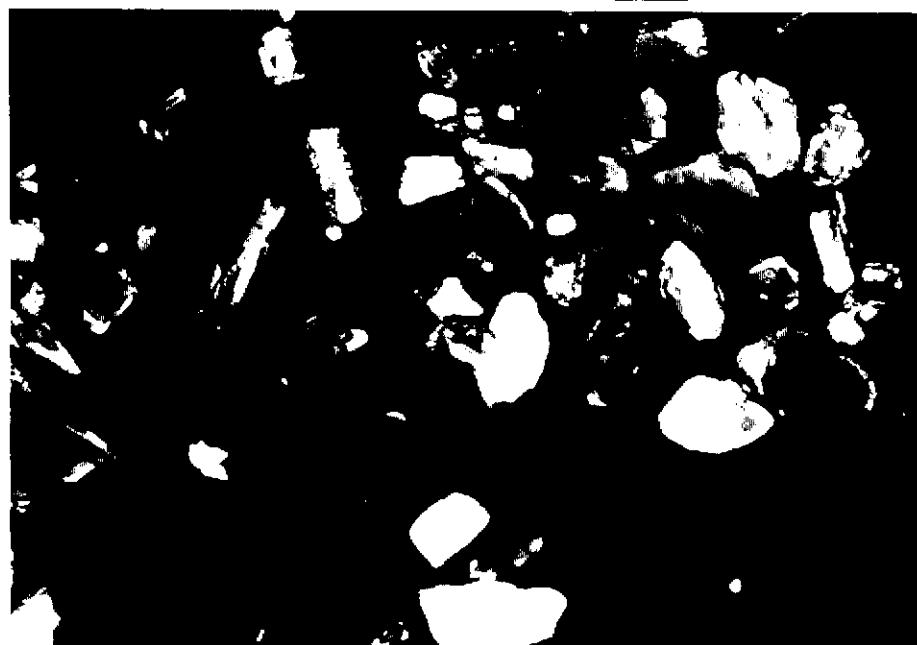
0. 1mm



由布岳南麓 Loc. S-4 (コーヒー色ラピリ粉碎十)



由布岳南麓に分布する由布岳火山灰 (YA1) の顕微鏡写真。
酸化角閃石と微小結晶を多く含む無発泡火山ガラスが目立つ。

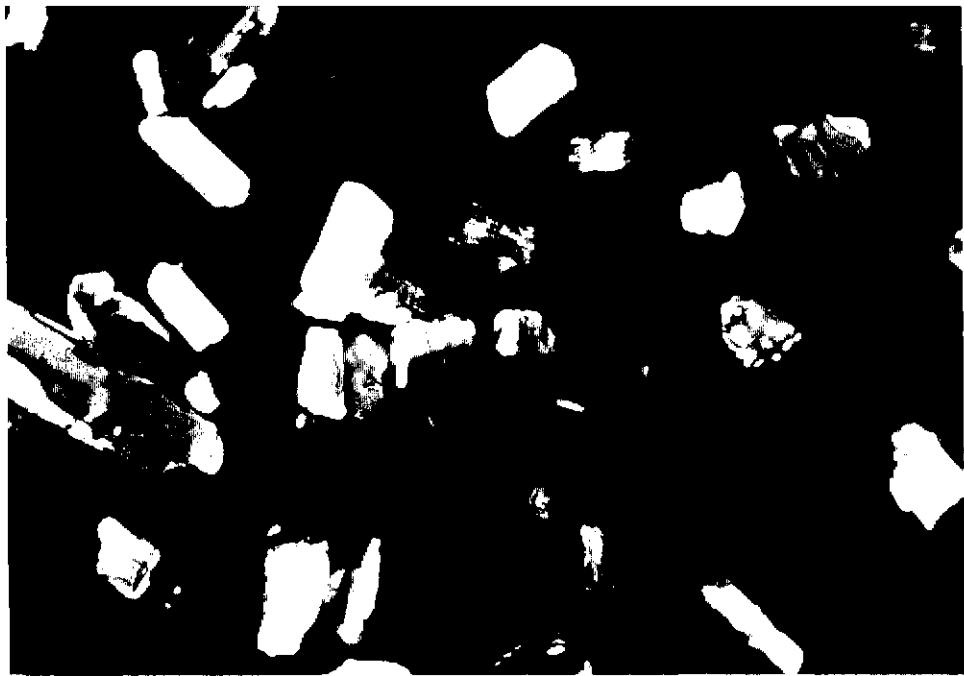


0.1mm

由布岳南麓loc. Sに分布する由布岳火山灰中の重鉱物。HF処理。
酸化角閃石が目立つ。その他緑色角閃石および両輝石を含む。



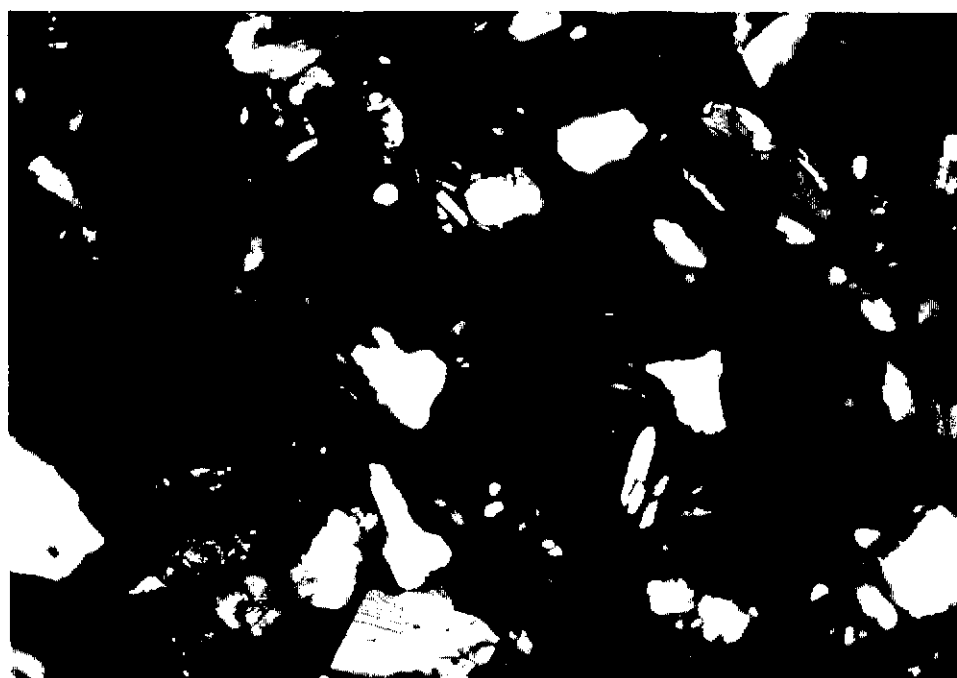
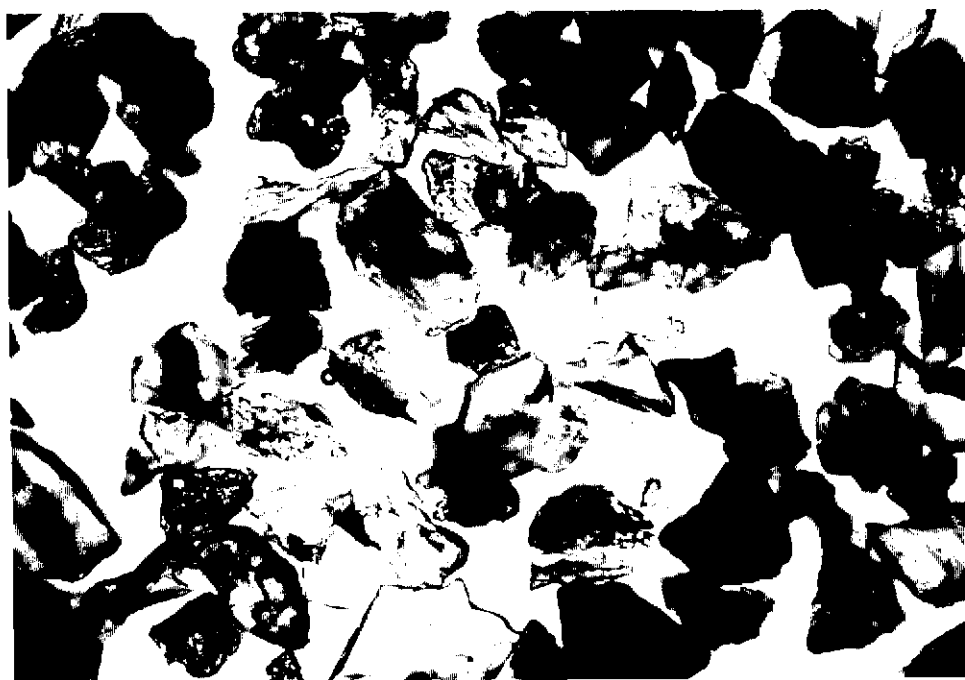
由布岳南麓Loc. Sに分布する由布岳火山灰中の重鉱物. HF処理.
酸化角閃石が目立つ. その他緑色角閃石および両輝石を含む.



同上クロスニコル.

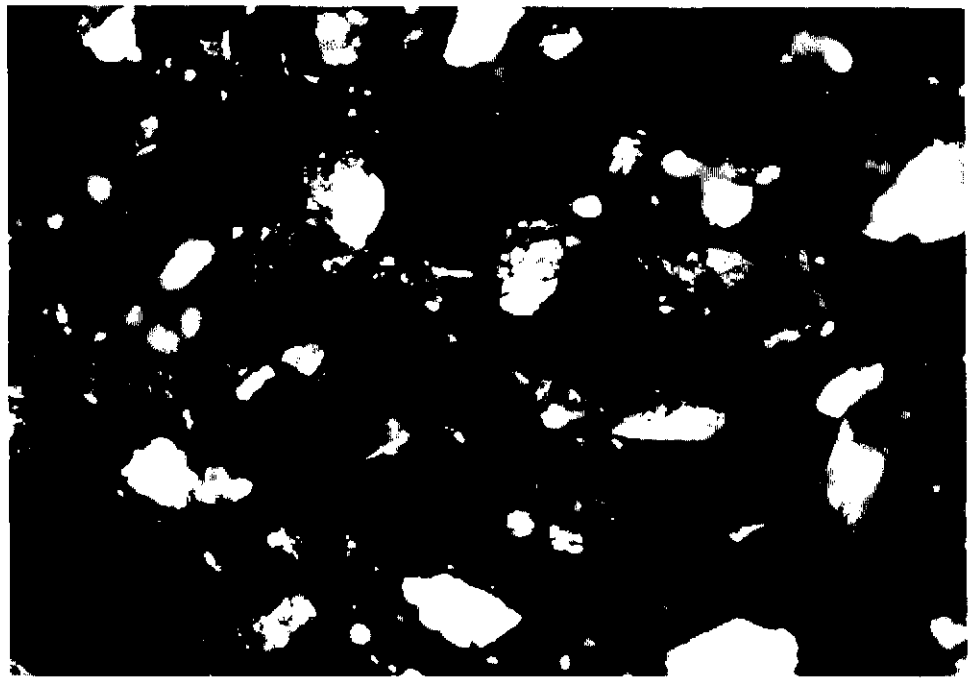
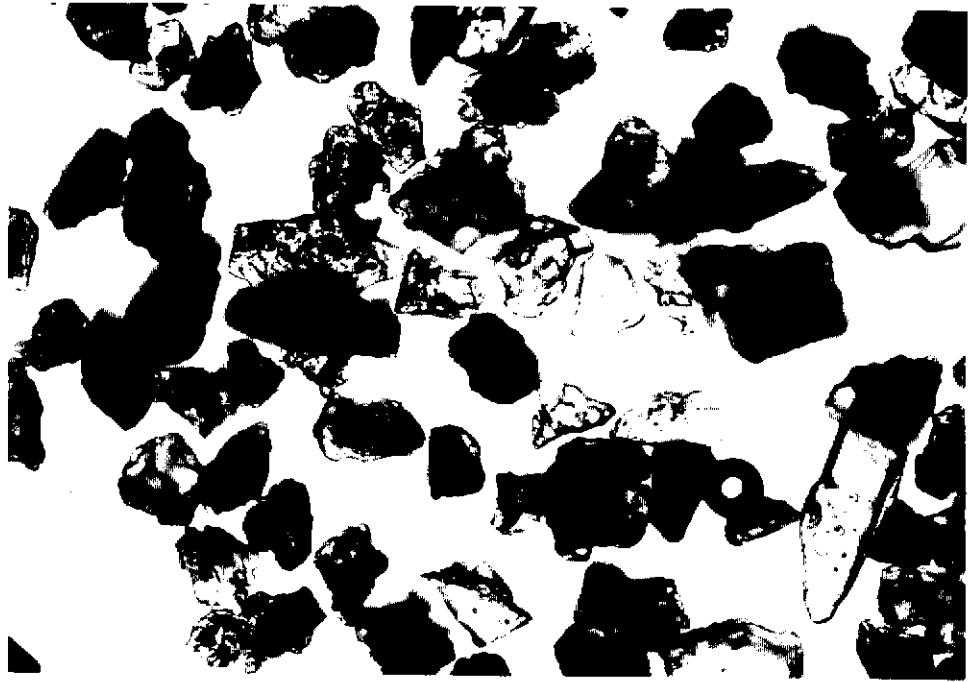
0.1mm

图版3.2.66



0.1mm

由布岳南麓 Loc. S-2 火山灰

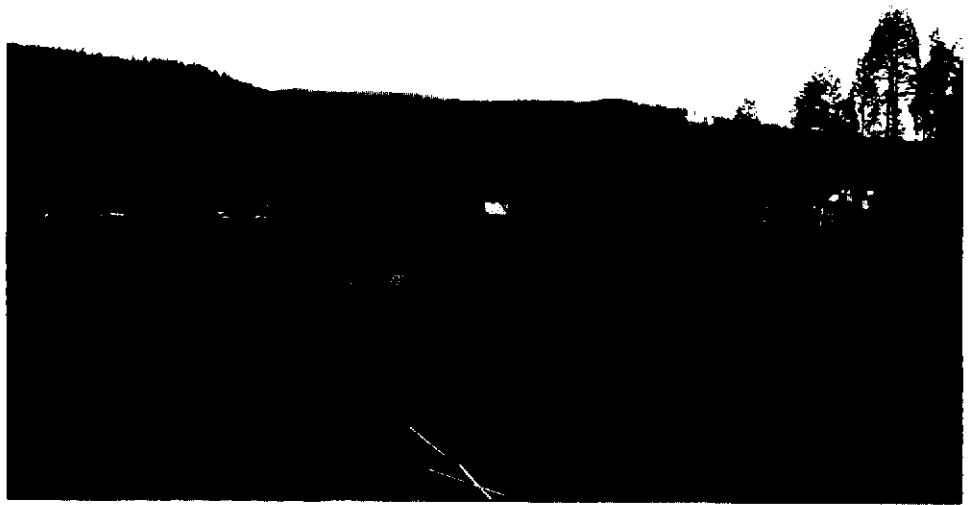


0.1mm

由布岳南麓 Loc. S-1 火山灰 (火碎流堆積物)

露頭写真

阿蘇山東山麓波野村笹倉
(NAMI-)



阿蘇山東麓波野村笹倉の試料採取地点より阿蘇根子岳および高岳を望む。



同上地点の阿蘇中央火口丘最新期火山噴出物。
カマのある黄灰色層がアカホヤ (K-Ah) 火山灰。
この上部にコーヒー色～褐色を呈した部分が2枚みられる。
下のものが試料No. Nami8, 上のものがNami6火山灰で, 上のものの直上にAso-GB火山灰がのる。



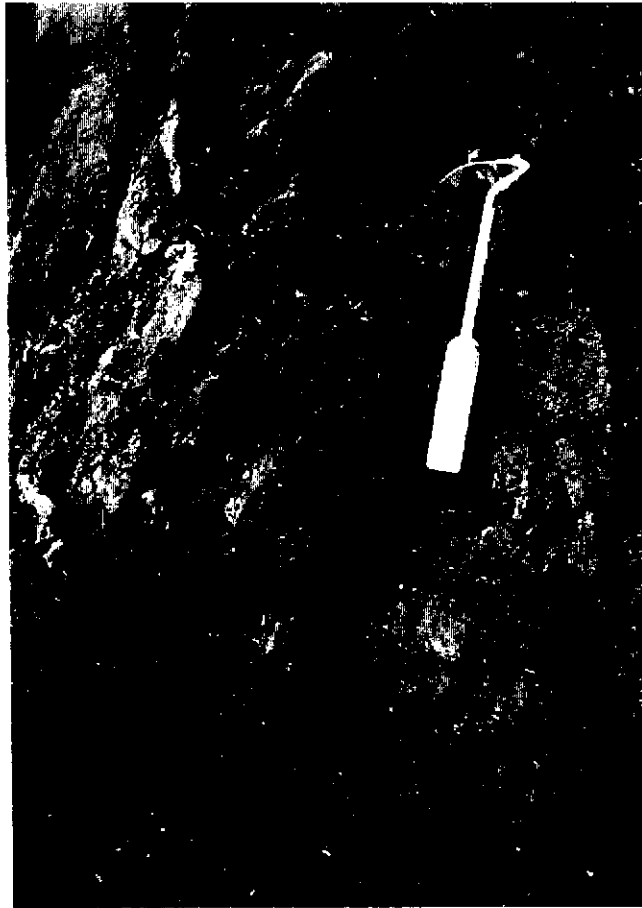
Aso-GB火山灰を含む黒ボク質の地層.
地表付近.



試料No. Nami6スコリア層近景.
スコリア層の上位に見える黒灰色層が
Aso-GB火山灰.



最上部にはオレンジ色
スコリア層(試料No. Nami6
が分布.



試料No. Nami8スコリア質層.



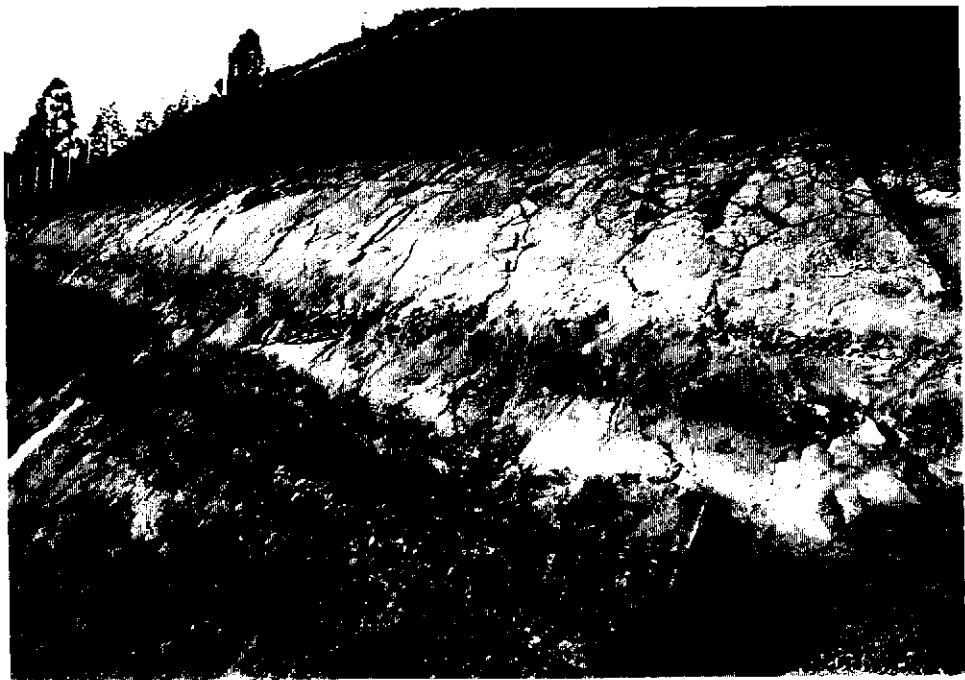
阿蘇波野村笹倉. カマの付近の淡黄灰色層がアカホヤ火山灰.
上部のコーヒー色層が試料No. Nami8スコリア質層.



阿蘇中央火口丘最新期噴出物採取路頭全景。
最上部黒ボク直下の白っぽく見える地層がアカホヤ火山灰である。



同上地点。AT火山灰採取。



阿蘇山東麓波野村笹倉にみられるアカホヤ～AT間の火山噴出物.



写真上部の薄く
連続した層が
アカホヤ火山灰



阿蘇山東麓波野村笹倉にみられるアカホヤ火山灰.

くじゅう連山大船山南東山麓Point A
(KJA)



A Point全景. 最下部付近にみられる淡黄～淡オレンジ色を呈した地層がK-Ah (アカホヤ) 火山灰である. サンプルングしている付近に3枚のスコリア (段原スコリア) が分布する.

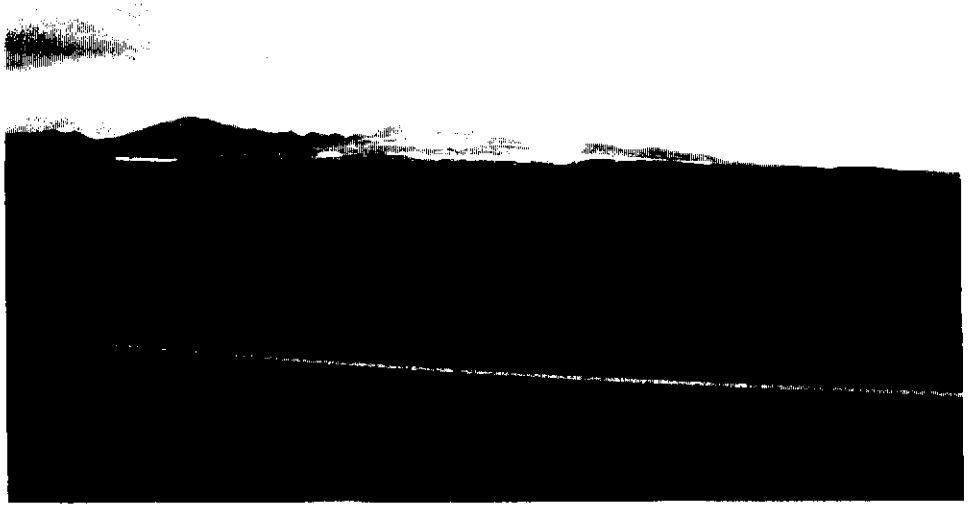


段原スコリアとK-Ah火山灰との間には淡緑～淡灰色を呈した砂サイズの火山灰が累重する.



A Point上部にみられる段原スコリア. 3枚のオレンジ色を呈したスコリア層が段原スコリアである. いずれも数cm以下の発泡した亜角状スコリアで, 風化している.

くじゅう連山大船山南東山麓Point K
(K-)



阿蘇山麓よりくじゅう連山を望む.



くじゅう連山大船山南東麓標高1100m付近の溶岩台地上にスパター上のラピリ〜スコリア（一部）が分布する。 K-3地点



同上試料採取風景。



くじゅう連山大船山南東麓，標高1100m付近の溶岩台地黒ボク上部にみられる
黒灰色シルト～極細砂サイズ火山灰（カマより上位）．
一見黒ボクとは識別しがたい．Aso-GB火山灰に対比．

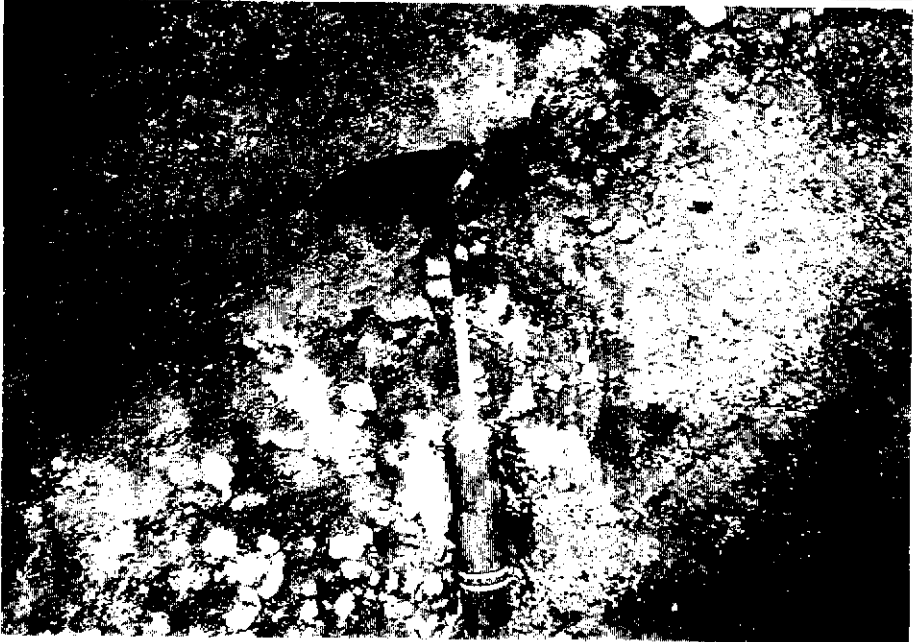
くじゅう連山黒岳北東山麓
(HAKU-)



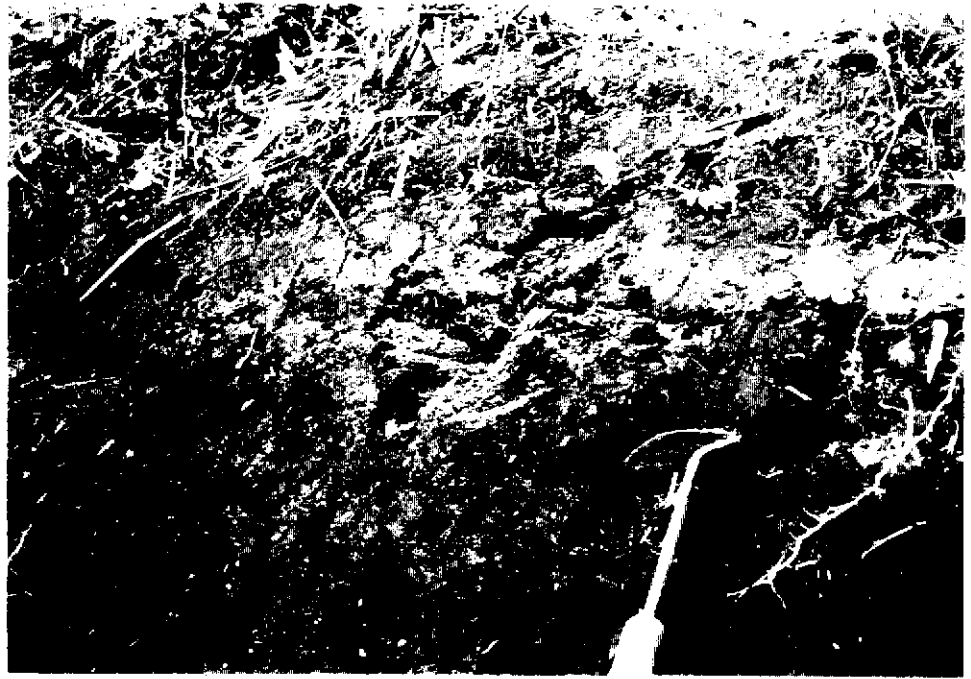
黒ボク直下に灰色ラピリ～スコリア層が分布する。
大船山南東麓標高1100m付近の溶岩台地をスパター状に覆う地層に対比できる。



カマで示した部分にAT火山灰が挟在する。



スコリア層



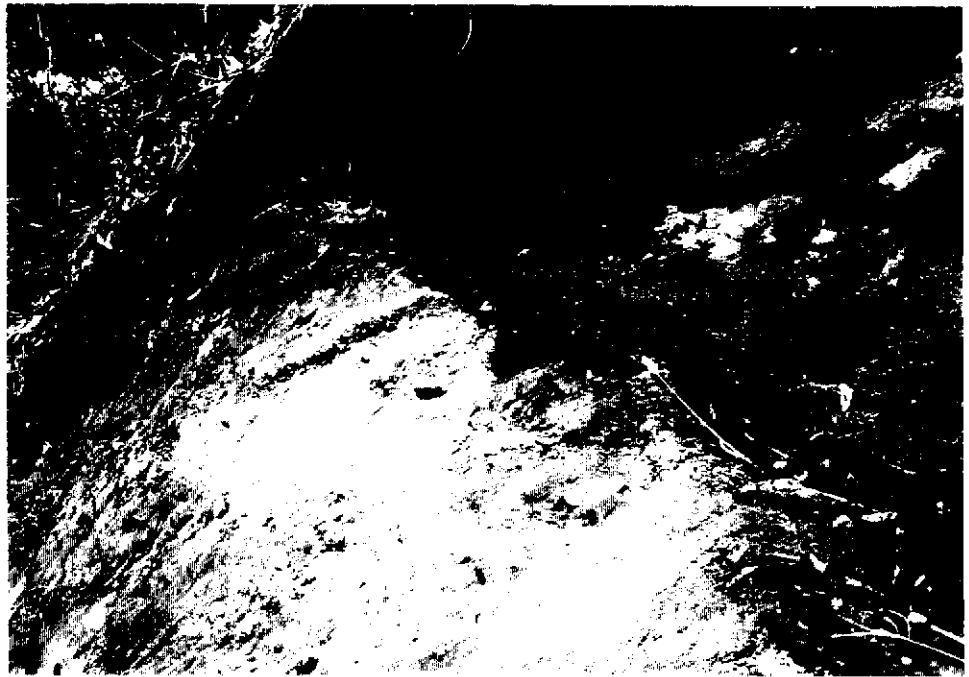
黒ボクの上を覆う褐色崖錐堆積物。
黒ボク中にはAso-GB火山灰中の火山ガラスに対比されるガラスが含まれる。



崖錐性堆積物。淡オレンジ色スコリア，灰色ラピリを多く含む。



黒ボクとその下位の灰色ラピリ～スコリア層との関係。



黒ボクおよび灰色ラピリ，スコリア層の下にみられるオレンジスコリア層。



灰色ラピリ～スコリア層近景。



カマ下の黄灰白色層はAT火山灰、
最上部にはスコリア層がみられる。



AT火山灰近景

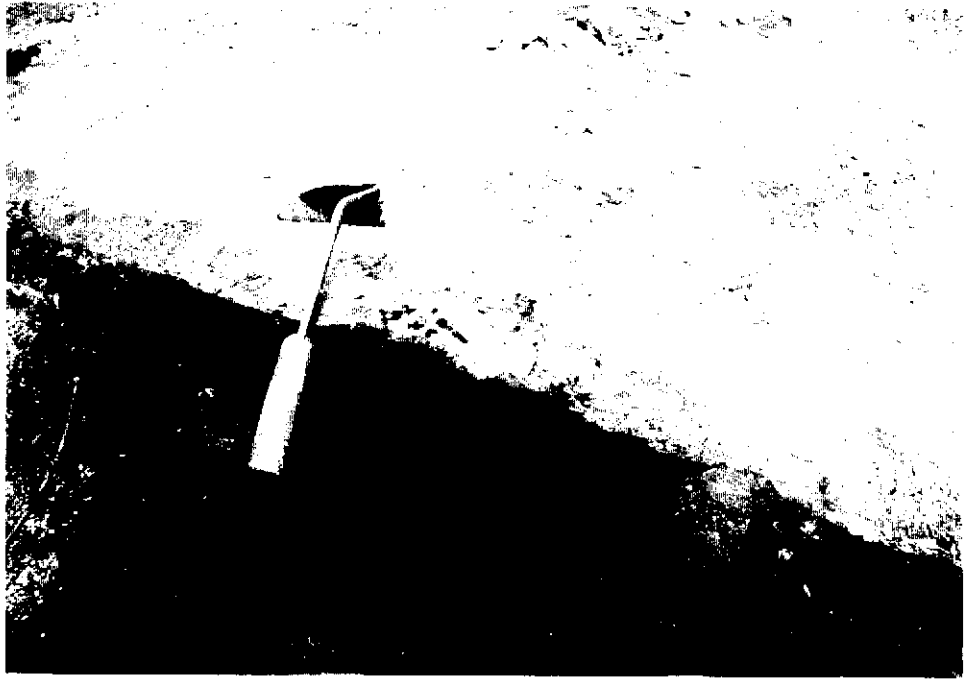
由布岳南山麓
(Loc. S, E, T-)



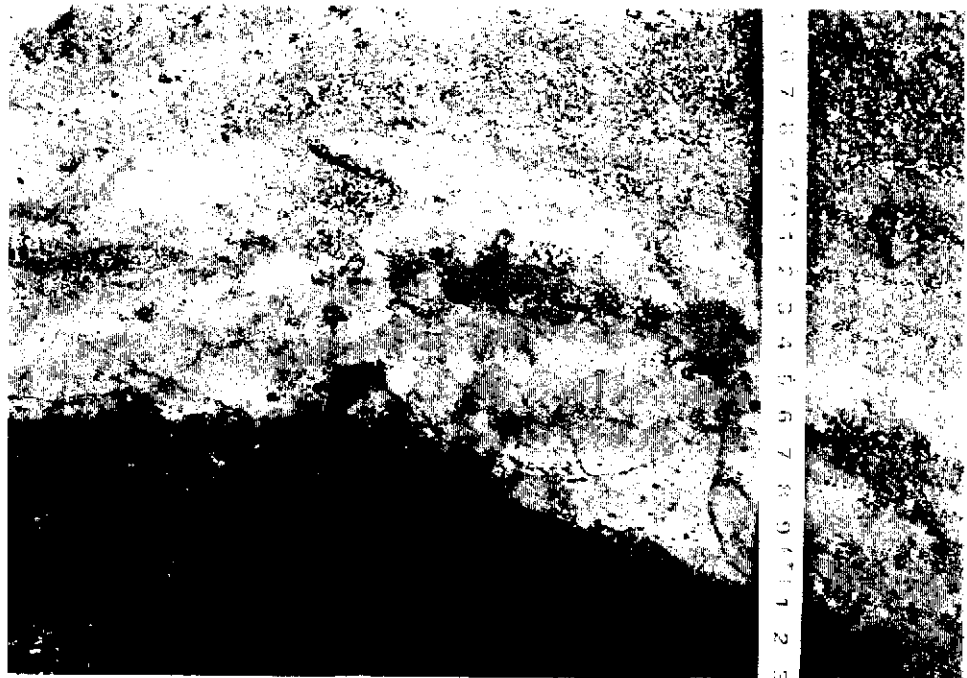
由布岳南麓やまなみハイウェイ付近 (Loc. S and Loc. S')にみられる由布岳火山灰
(淡灰～淡ピンク灰色) およびその下のオレンジ色を呈したアカホヤ (K-Ah) 火山灰.



同上近景.



由布岳火山灰近景. コーヒー色を呈したラピリ (カマの木製部上端付近) の上に
ピンク色を呈したvery fine sand size火山灰がみられる. これとこれより上位の
同サイズ灰色火山灰とを併せて由布岳火山灰 (YA1) と呼ばれている.



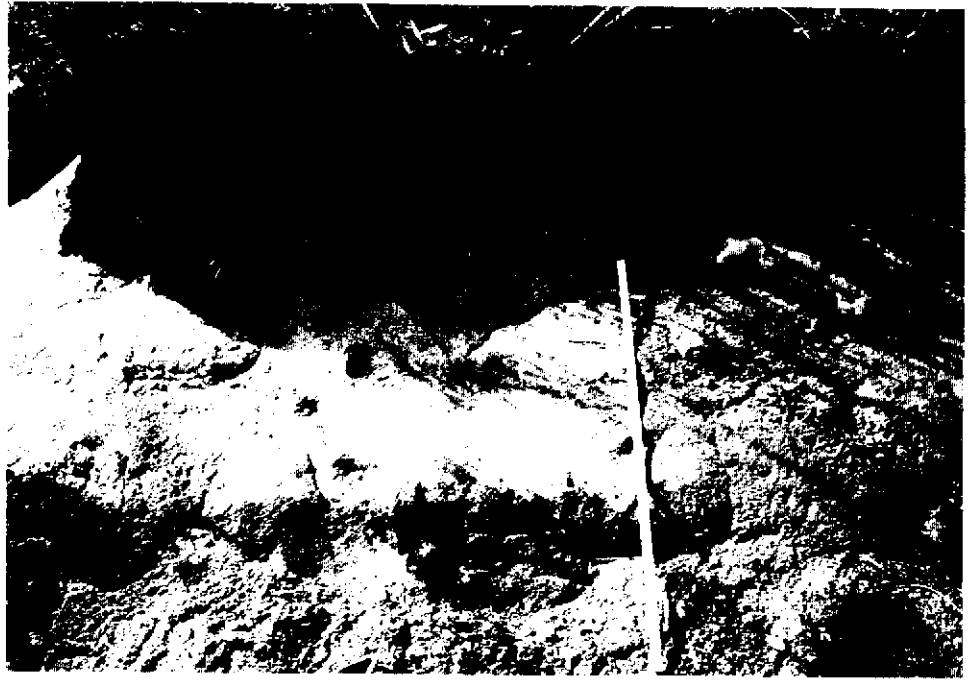
同上接近写真.



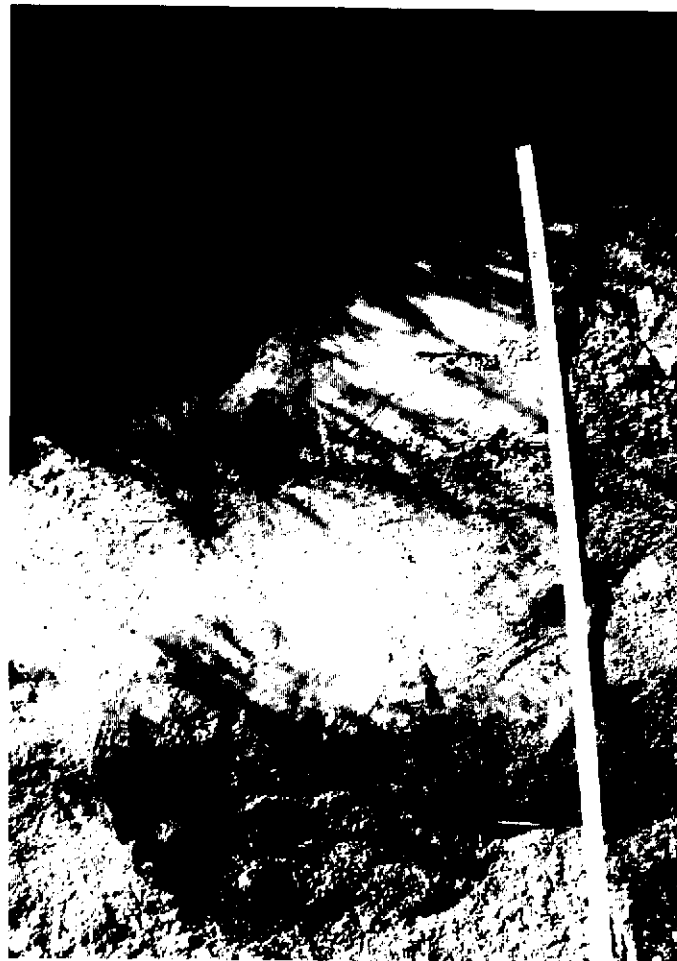
由布岳南麓Loc. Sにおける試料採取風景.



Loc. Sにみられる火山噴出物。最上部は由布岳起源の火砕流堆積物。その下に灰色とピンク色2枚セットの由布岳火山灰、さらに下部には黒ボク中の米クボスコリア（カマの位置付近）が分布する。最下部オレンジ色の地層はアカホヤ（K-Ah）火山灰。



由布岳南麓Loc. S' に分布する由布岳火山灰.



同上.



由布岳南麓loc. S' に分布する由布岳火山灰近景.



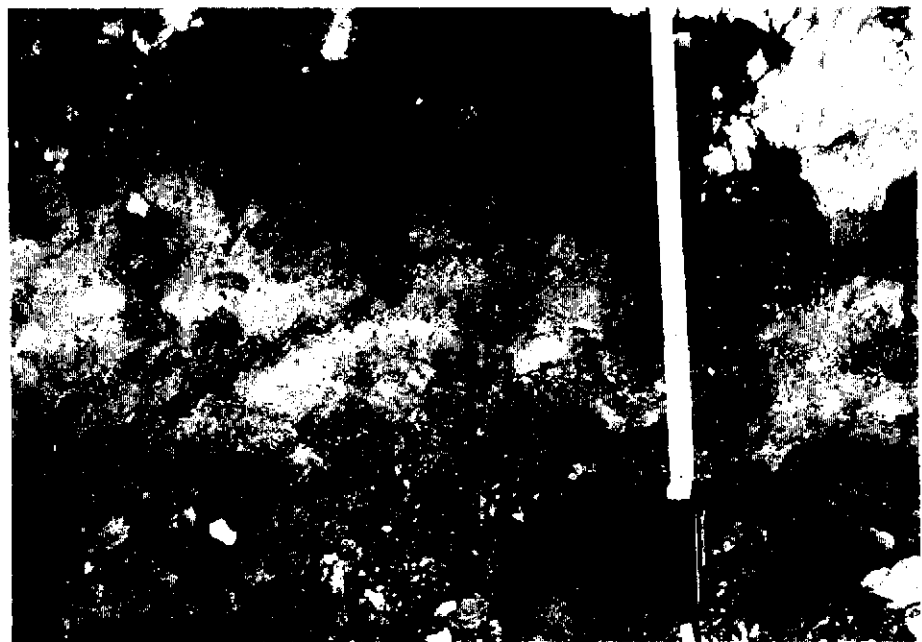
由布岳南麓Loc. E付近より由布岳を望む。



同上。崖部がLoc. E.



由布岳南麓Loc. EにみられるAT火山灰.
黒ボク中の火山灰はアカホヤ火山灰.
黒ボク下の褐色ローム層中の淡黄灰色
火山灰がATである（コンベックス）付近.



AT近景.



由布岳火山灰

アカホヤ火山灰

由布岳南麓Loc. Eにみられる由布岳火山灰およびアカホヤ（K-Ah）火山灰。



同上由布岳火山灰近景。



由布岳南麓Loc. Tにみられる由布岳火山灰（黒ボク上部灰色層）
およびアカホヤ（K-Ah）火山灰（オレンジ色）。



由布岳火山灰の上部には黒ボクを挟み，最上部に火砕流起源の堆積物がのる。



別府湾西にそびえる由布岳。頂上付近には雲仙普賢岳をほうふつとさせる溶岩ドームがみられる。



由布岳南麓より見た鶴見岳。

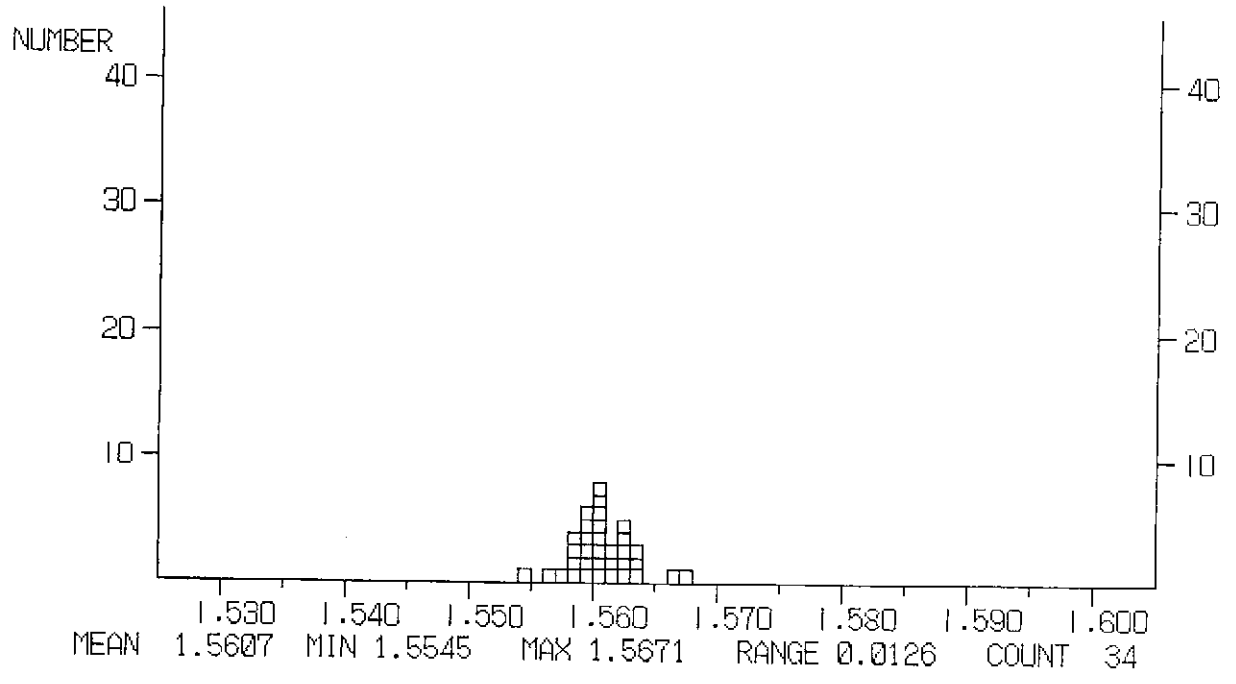
火山ガラス，斜方輝石の屈折率測定結果

阿蘇山東山麓波野村笹原地点

火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率データ

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-1B LOCALITY : ASO NAMINOSON

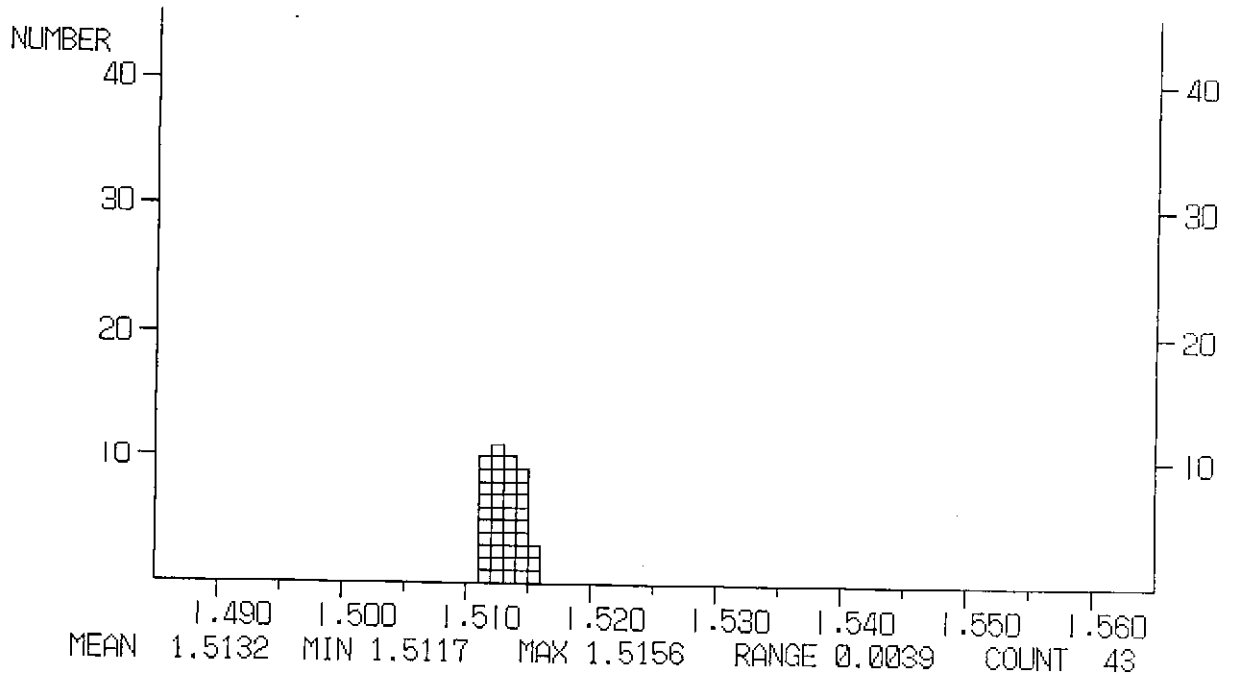
Glass



DATA LIST							
1.5671	1.5668	1.5636	1.5620	1.5618	1.5609	1.5608	1.5605
1.5598	1.5595	1.5565	1.5545	1.5571	1.5586	1.5590	1.5591
1.5602	1.5610	1.5612	1.5618	1.5625	1.5634	1.5637	1.5627
1.5622	1.5620	1.5606	1.5605	1.5602	1.5593	1.5592	1.5589
1.5586	1.5583						

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-2W LOCALITY : NAMINOSON ASO W

Glass

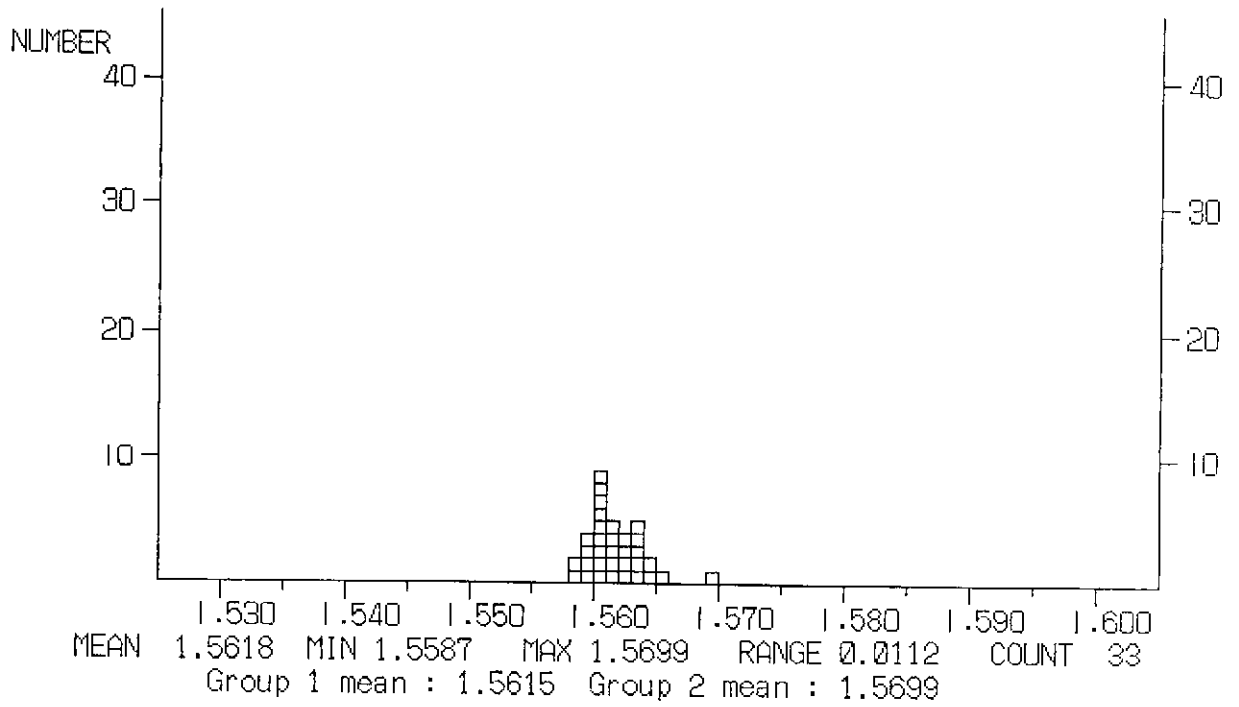


DATA LIST

1.5134	1.5134	1.5131	1.5131	1.5127	1.5127	1.5125	1.5123
1.5123	1.5120	1.5119	1.5119	1.5118	1.5119	1.5118	1.5117
1.5117	1.5118	1.5119	1.5119	1.5156	1.5152	1.5151	1.5148
1.5147	1.5147	1.5146	1.5145	1.5144	1.5143	1.5143	1.5141
1.5138	1.5138	1.5139	1.5138	1.5134	1.5133	1.5129	1.5128
1.5126	1.5124	1.5123					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-2B LOCALITY : ASO NAMINOSON

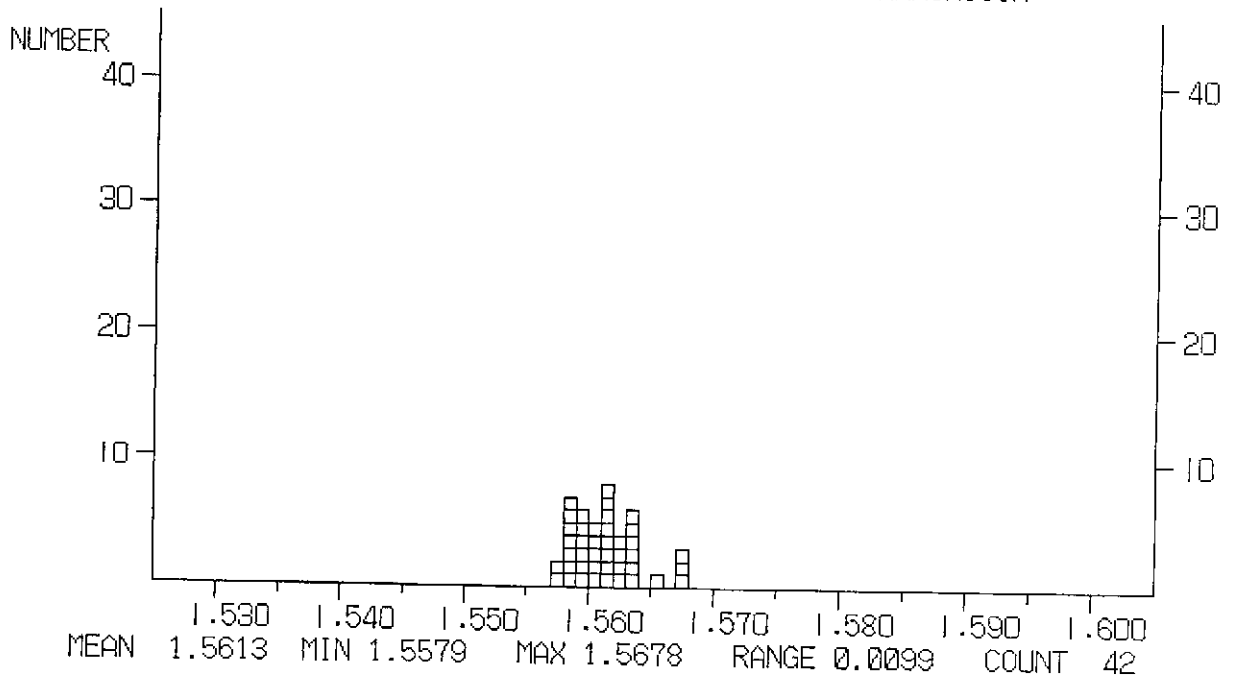
Glass



DATA LIST							
1.5640	1.5633	1.5622	1.5617	1.5615	1.5607	1.5605	1.5604
1.5599	1.5591	1.5590	1.5587	1.5591	1.5597	1.5601	1.5603
1.5607	1.5609	1.5611	1.5616	1.5620	1.5621	1.5623	1.5631
1.5638	1.5643	1.5657	1.5643	1.5635	1.5629	1.5610	1.5601
1.5699							

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-3B LOCALITY : ASO NAMINOSON

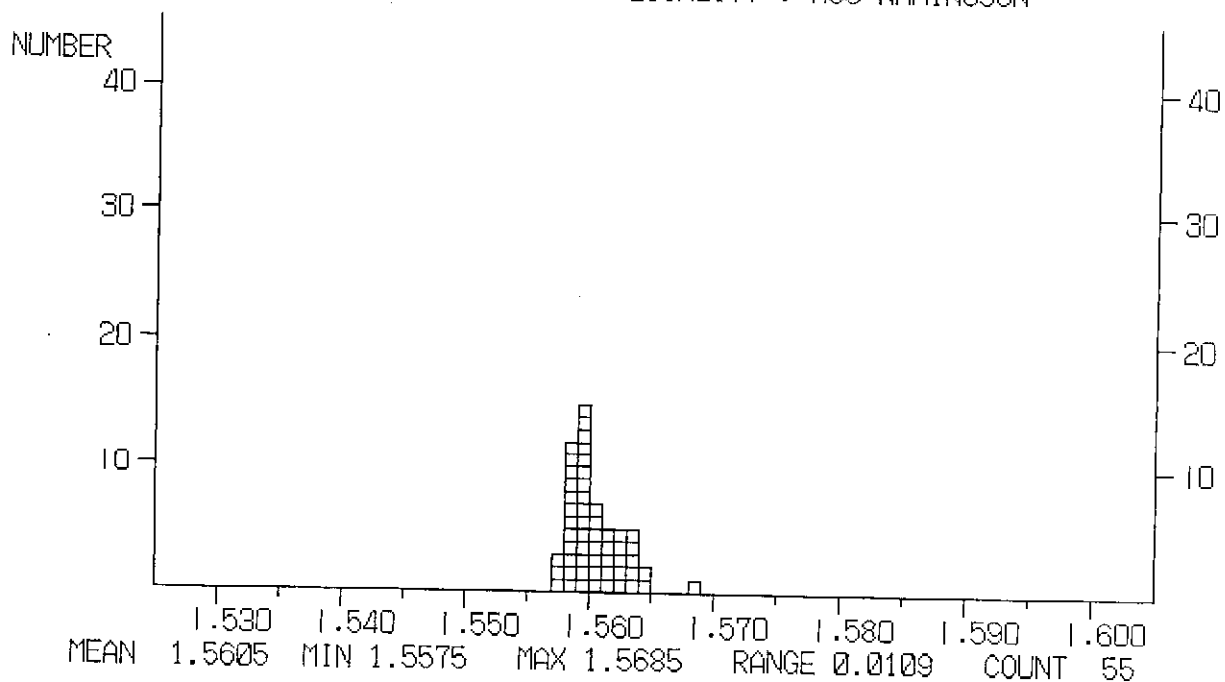
Glass



DATA LIST							
1.5678	1.5676	1.5636	1.5634	1.5633	1.5630	1.5615	1.5613
1.5615	1.5616	1.5620	1.5621	1.5609	1.5608	1.5597	1.5595
1.5591	1.5585	1.5582	1.5580	1.5579	1.5580	1.5582	1.5584
1.5588	1.5589	1.5592	1.5597	1.5599	1.5603	1.5604	1.5607
1.5611	1.5613	1.5618	1.5624	1.5626	1.5629	1.5631	1.5634
1.5652	1.5671						

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-4B LOCALITY : ASO NAMINOSON

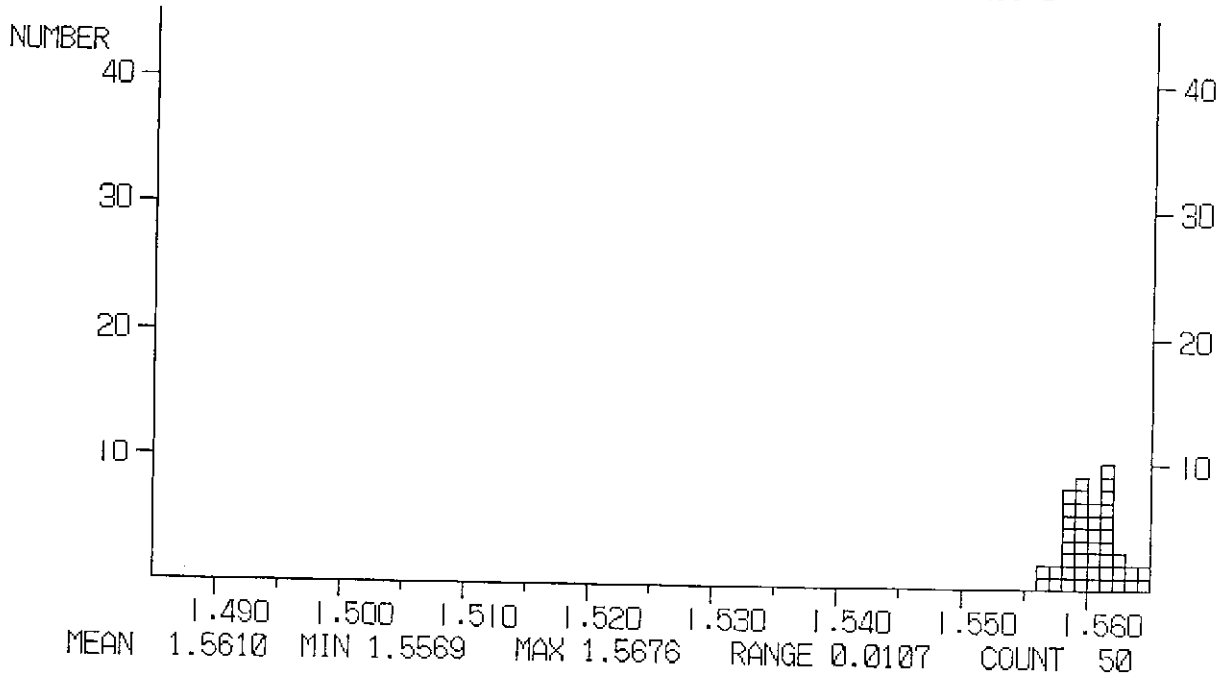
Glass



DATA LIST							
1.5685	1.5650	1.5643	1.5637	1.5635	1.5629	1.5625	1.5609
1.5606	1.5604	1.5601	1.5600	1.5598	1.5597	1.5595	1.5594
1.5594	1.5593	1.5592	1.5589	1.5588	1.5587	1.5586	1.5584
1.5583	1.5578	1.5575	1.5576	1.5580	1.5584	1.5585	1.5587
1.5588	1.5590	1.5591	1.5592	1.5594	1.5596	1.5599	1.5600
1.5597	1.5602	1.5602	1.5605	1.5611	1.5612	1.5614	1.5616
1.5617	1.5621	1.5623	1.5629	1.5631	1.5632	1.5638	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-4B LOCALITY : NAMINOSON ASO B

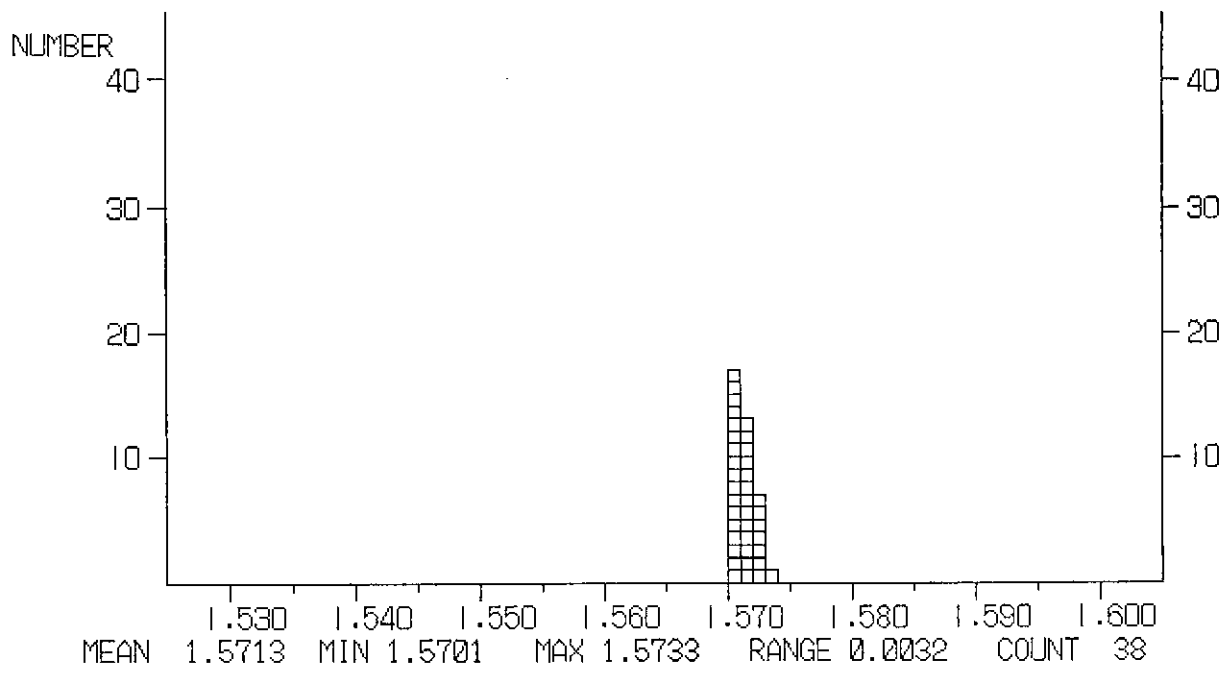
Glass



DATA LIST							
1.5676	1.5675	1.5670	1.5665	1.5657	1.5645	1.5641	1.5638
1.5636	1.5628	1.5622	1.5618	1.5615	1.5613	1.5612	1.5610
1.5608	1.5605	1.5602	1.5599	1.5596	1.5593	1.5592	1.5585
1.5584	1.5582	1.5580	1.5572	1.5569	1.5570	1.5574	1.5582
1.5585	1.5589	1.5590	1.5592	1.5593	1.5594	1.5596	1.5597
1.5601	1.5603	1.5609	1.5612	1.5613	1.5616	1.5616	1.5618
1.5620	1.5622						

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-6D (227) LOCALITY : ASO NAMINOSON

Glass

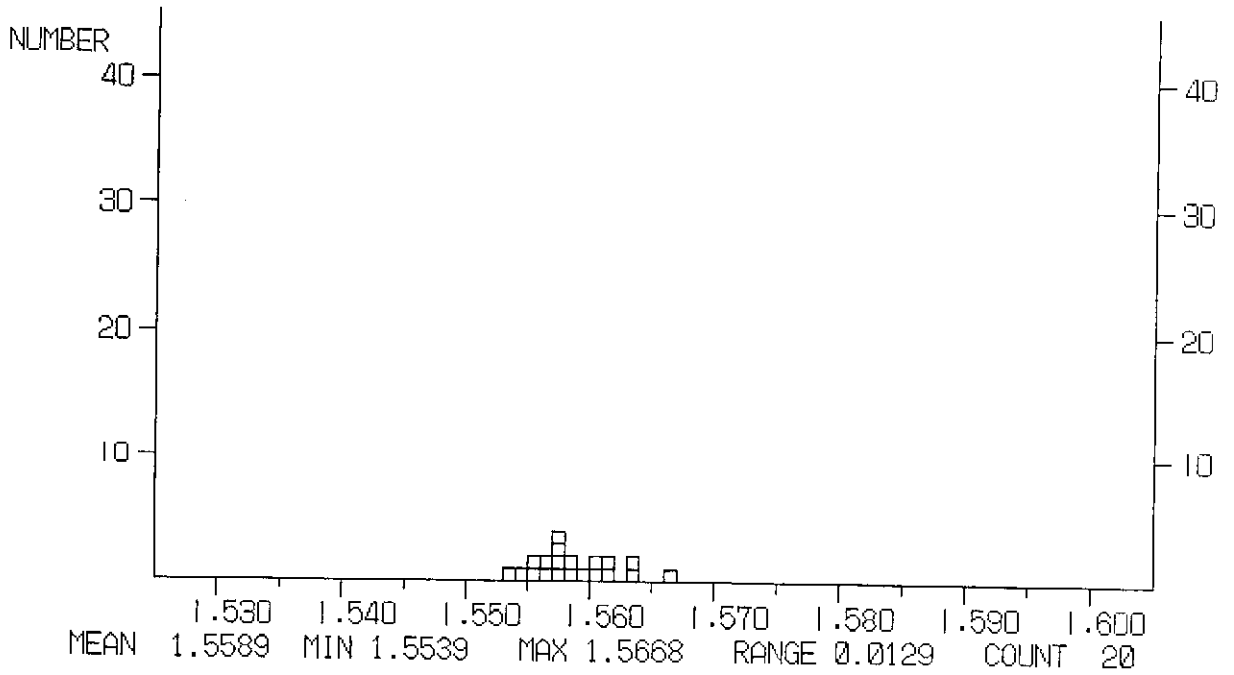


DATA LIST

1.5733	1.5723	1.5719	1.5718	1.5717	1.5716	1.5711	1.5710
1.5706	1.5705	1.5702	1.5701	1.5701	1.5701	1.5702	1.5709
1.5718	1.5721	1.5723	1.5724	1.5725	1.5724	1.5718	1.5714
1.5709	1.5710	1.5714	1.5718	1.5720	1.5726	1.5716	1.5715
1.5710	1.5706	1.5704	1.5704	1.5702	1.5701		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-6B LOCALITY : ASO NAMINOSON

Glass

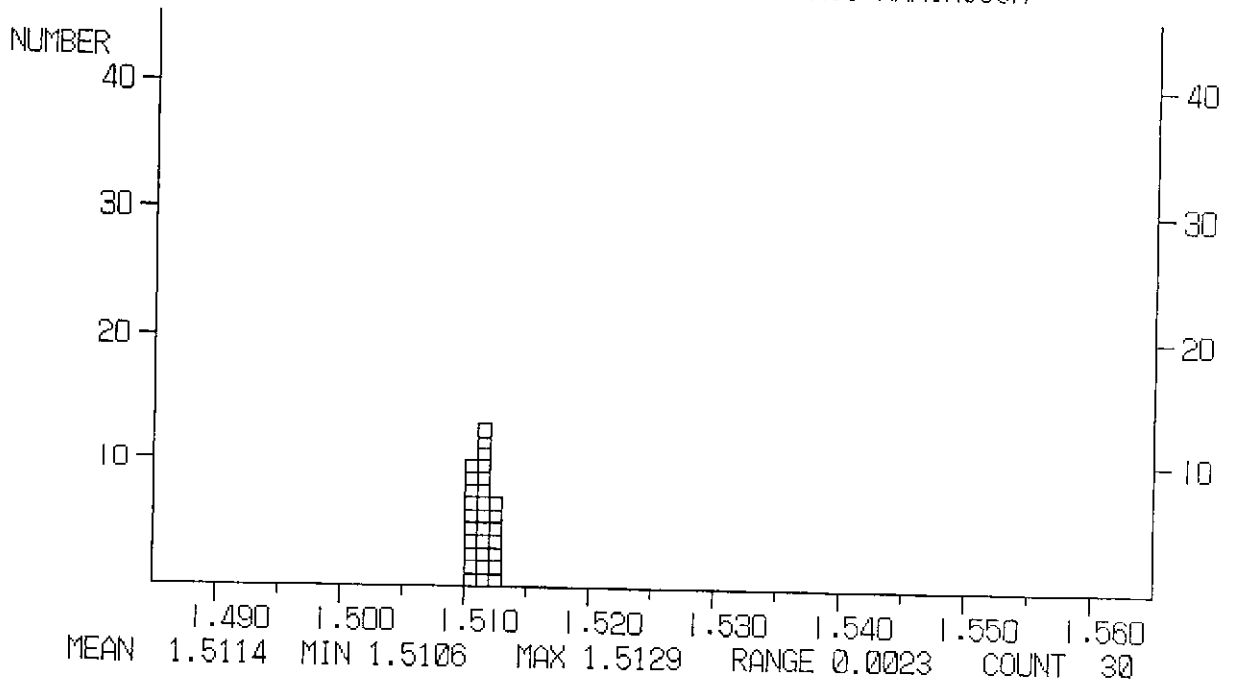


DATA LIST

1.5668	1.5638	1.5632	1.5608	1.5620	1.5589	1.5584	1.5570
1.5548	1.5561	1.5566	1.5579	1.5617	1.5608	1.5580	1.5539
1.5554	1.5578	1.5594	1.5551				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-10 LOCALITY : ASO NAMINOSON

Glass

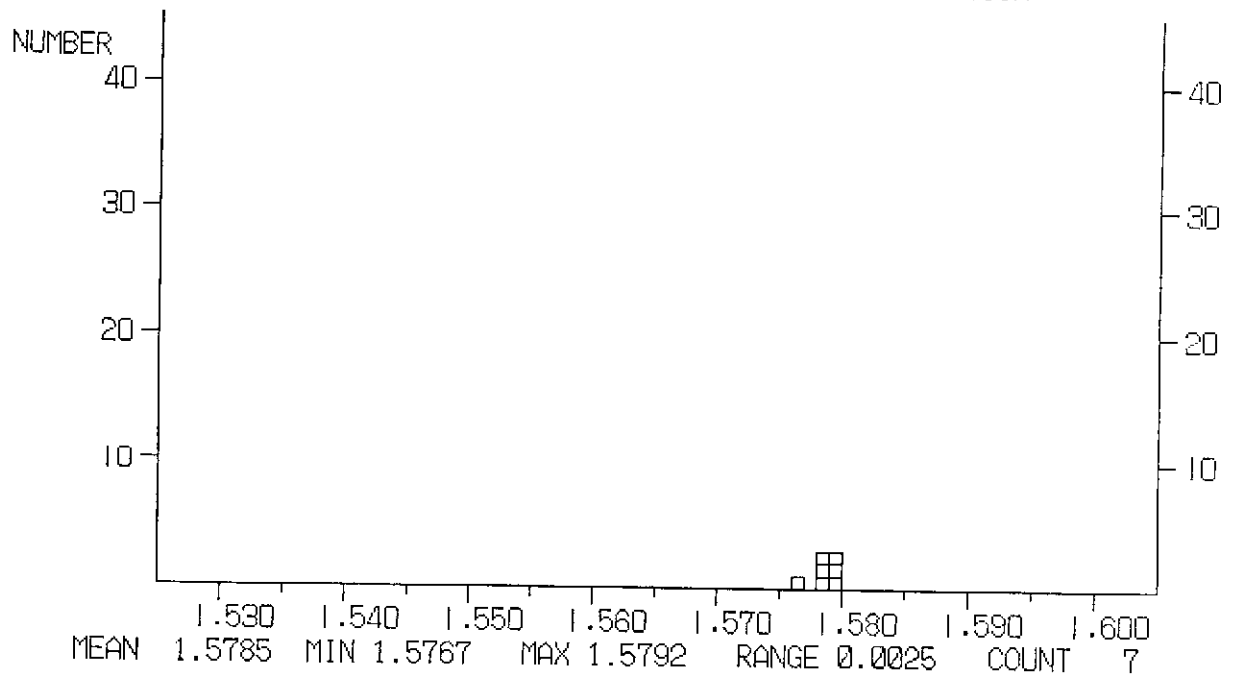


DATA LIST

1.5129	1.5128	1.5125	1.5123	1.5123	1.5120	1.5120	1.5119
1.5119	1.5118	1.5117	1.5116	1.5115	1.5114	1.5113	1.5112
1.5110	1.5110	1.5109	1.5108	1.5107	1.5106	1.5106	1.5106
1.5107	1.5108	1.5108	1.5109	1.5110	1.5110		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-10B LOCALITY : ASO NAMINOSON

Glass

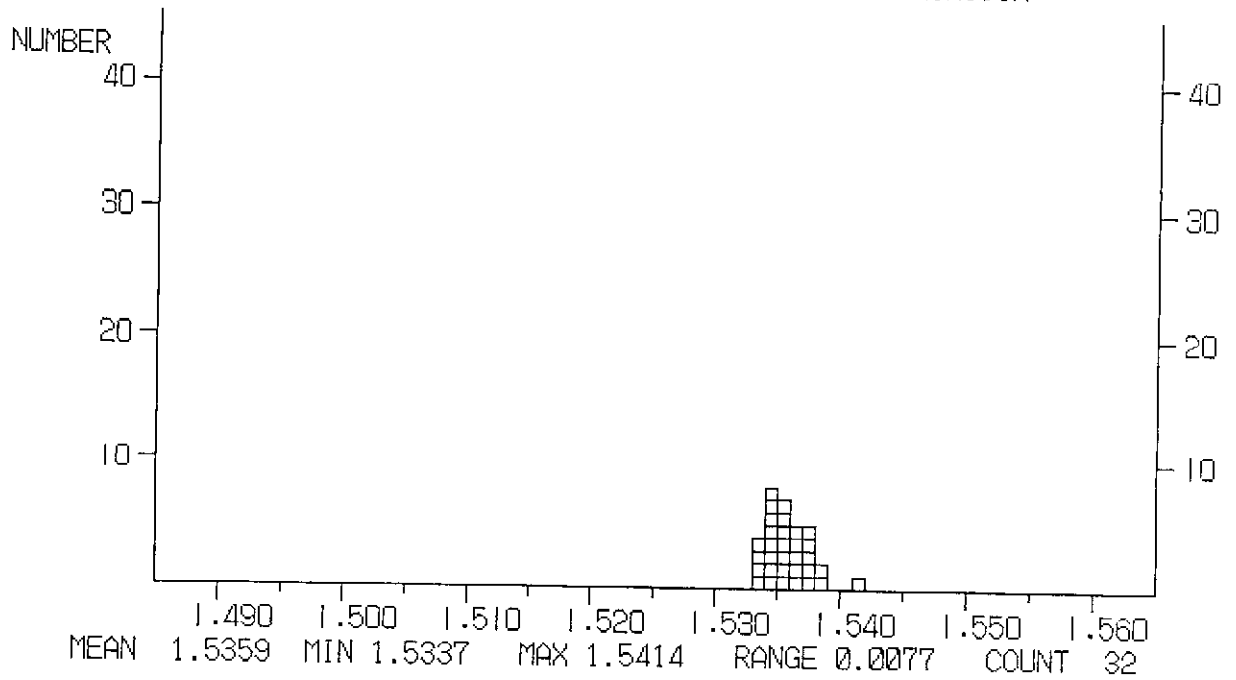


DATA LIST

1.5786 1.5783 1.5767 1.5784 1.5792 1.5791 1.5792

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-30 LOCALITY : ASO NAMINOSON

Glass

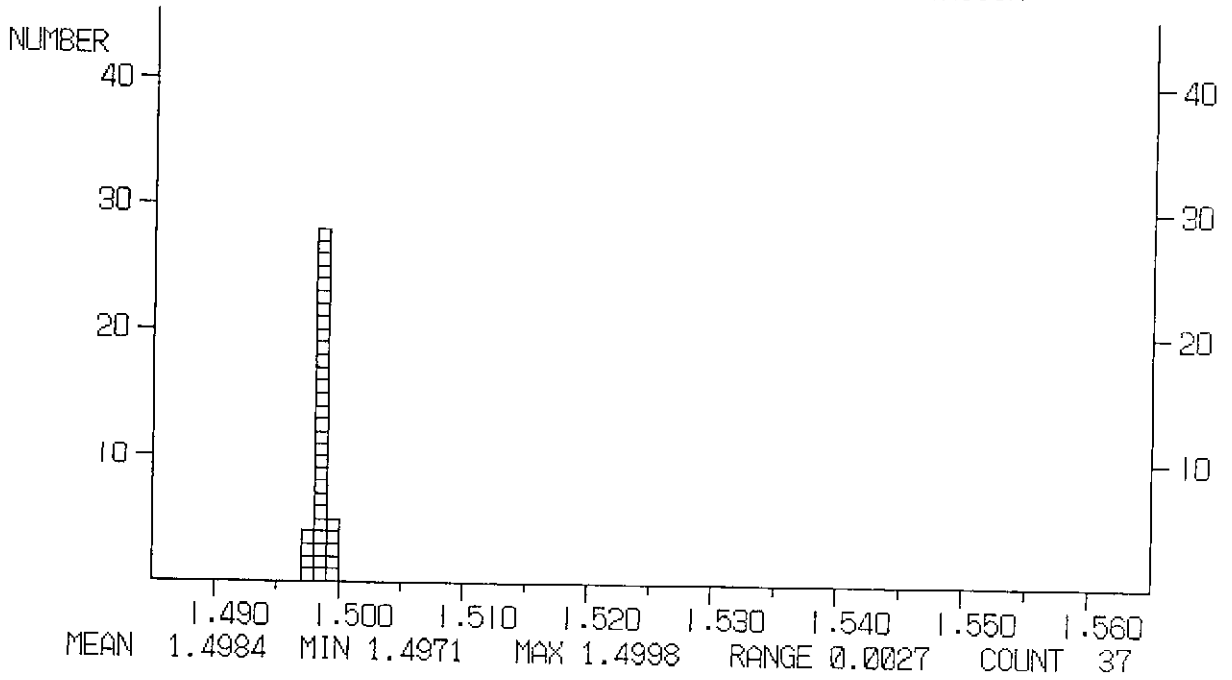


DATA LIST

1.5414	1.5387	1.5381	1.5379	1.5377	1.5374	1.5374	1.5372
1.5370	1.5368	1.5363	1.5362	1.5362	1.5359	1.5356	1.5355
1.5351	1.5349	1.5345	1.5342	1.5340	1.5339	1.5337	1.5338
1.5339	1.5342	1.5345	1.5348	1.5349	1.5351	1.5352	1.5353

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-33 LOCALITY : ASO NAMINOSON

Glass

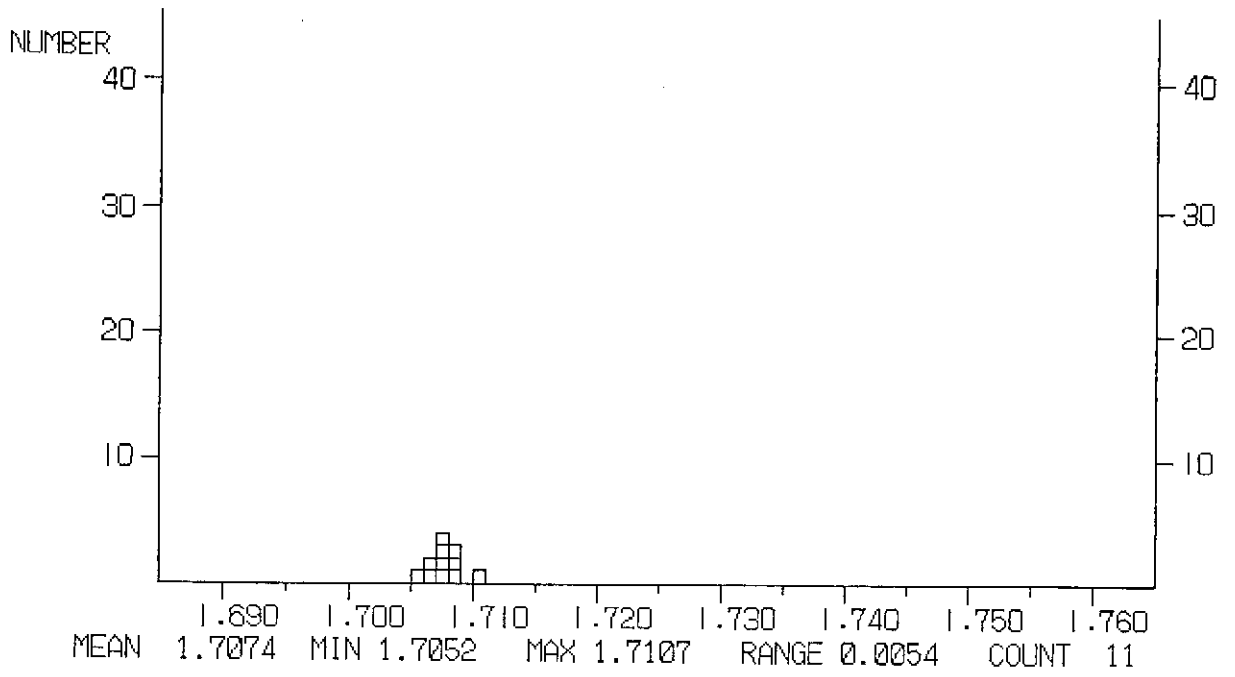


DATA LIST

1.4998	1.4988	1.4987	1.4986	1.4986	1.4982	1.4972	1.4971
1.4972	1.4978	1.4981	1.4982	1.4985	1.4985	1.4991	1.4992
1.4992	1.4992	1.4989	1.4984	1.4984	1.4983	1.4980	1.4980
1.4980	1.4980	1.4982	1.4983	1.4983	1.4984	1.4984	1.4984
1.4984	1.4984	1.4984	1.4984	1.4984			

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-40P LOCALITY : ASO NAMINOSON

Pyroxene

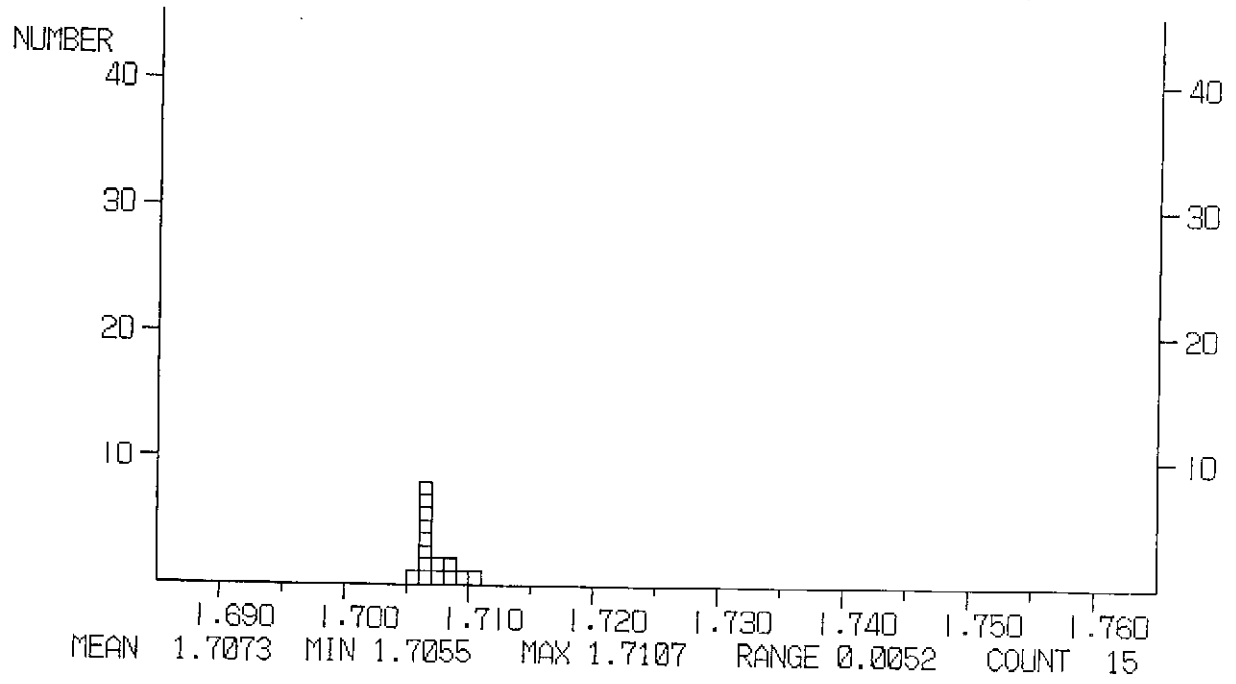


DATA LIST

1.7070	1.7077	1.7080	1.7080	1.7070	1.7067	1.7107	1.7073
1.7061	1.7052	1.7080					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI-40P LOCALITY : ASO NAMINOSON

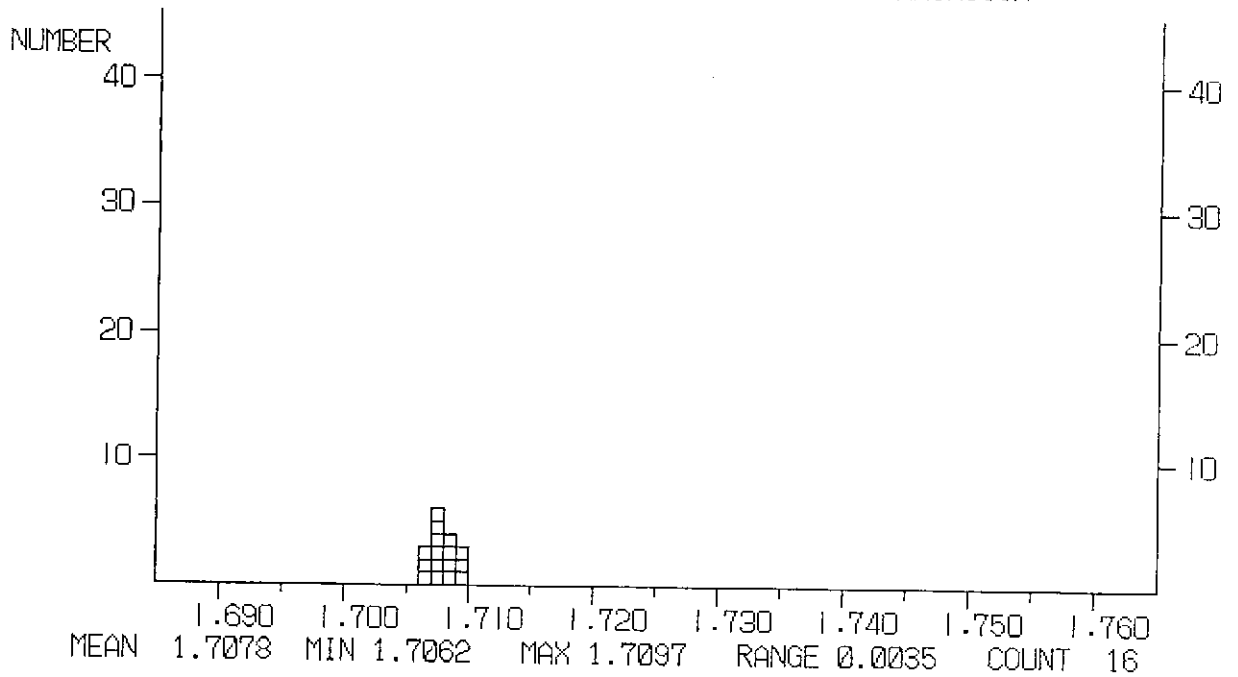
Pyroxene



DATA LIST							
1.7089	1.7065	1.7055	1.7060	1.7096	1.7107	1.7080	1.7063
1.7074	1.7069	1.7065	1.7062	1.7067	1.7073	1.7064	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI40P2 LOCALITY : ASO NAMINOSON

Pyroxene

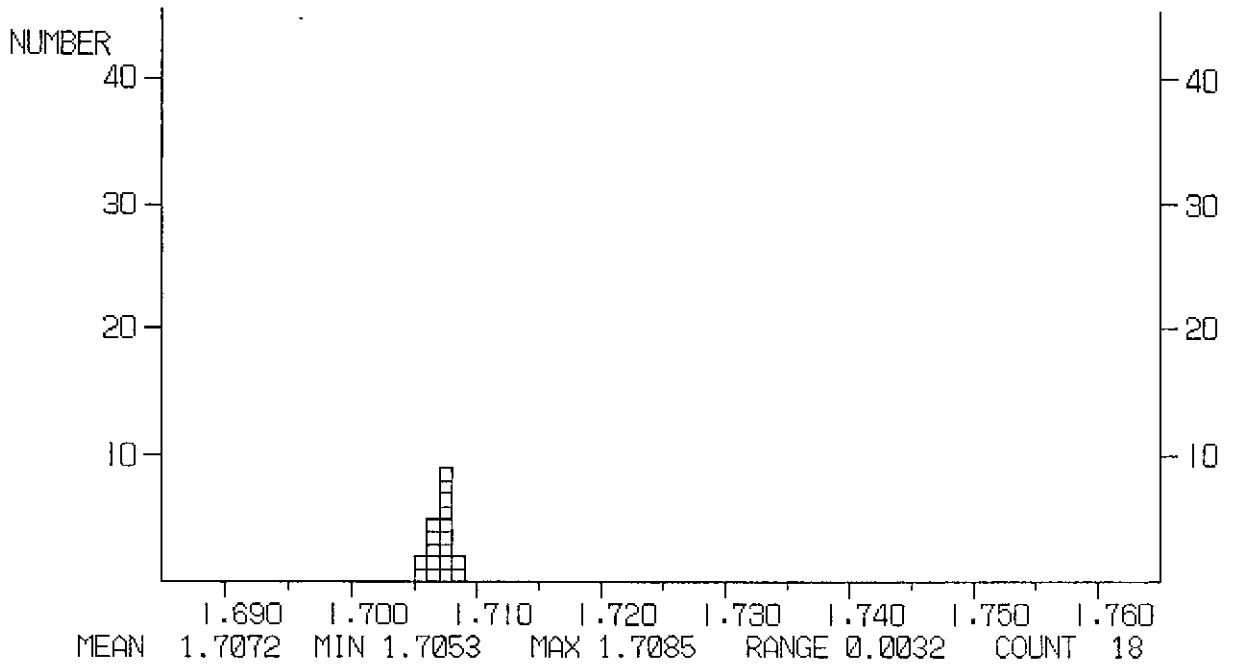


DATA LIST

1.7076	1.7072	1.7062	1.7065	1.7072	1.7091	1.7097	1.7087
1.7095	1.7064	1.7083	1.7077	1.7080	1.7084	1.7073	1.7072

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : NAMI6DOP LOCALITY : ASO NAMINOSON

Pyroxene



DATA LIST

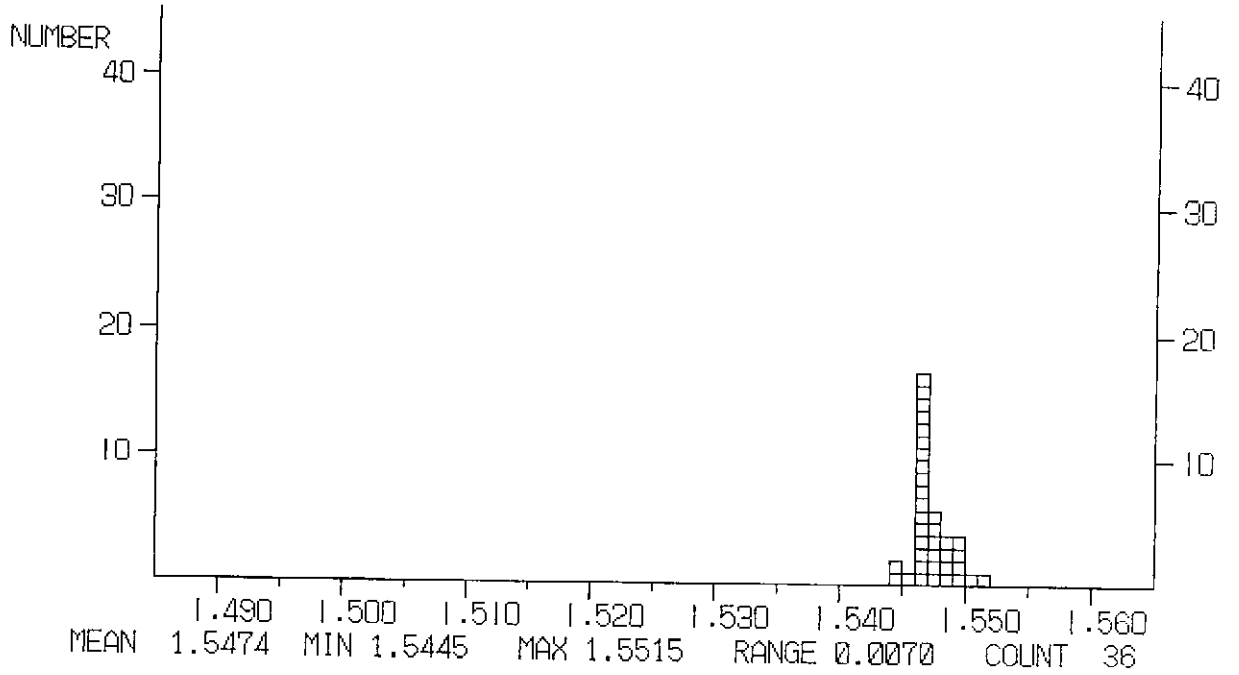
1.7056	1.7053	1.7074	1.7085	1.7077	1.7076	1.7065	1.7068
1.7068	1.7078	1.7080	1.7076	1.7073	1.7071	1.7071	1.7083
1.7068	1.7065						

くじゅう連山大船山米窪南東岳麓寺
A, B, K地点

火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率データ

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : GAKU-B2 LOCALITY : GAKUROKUJI B P.

Glass

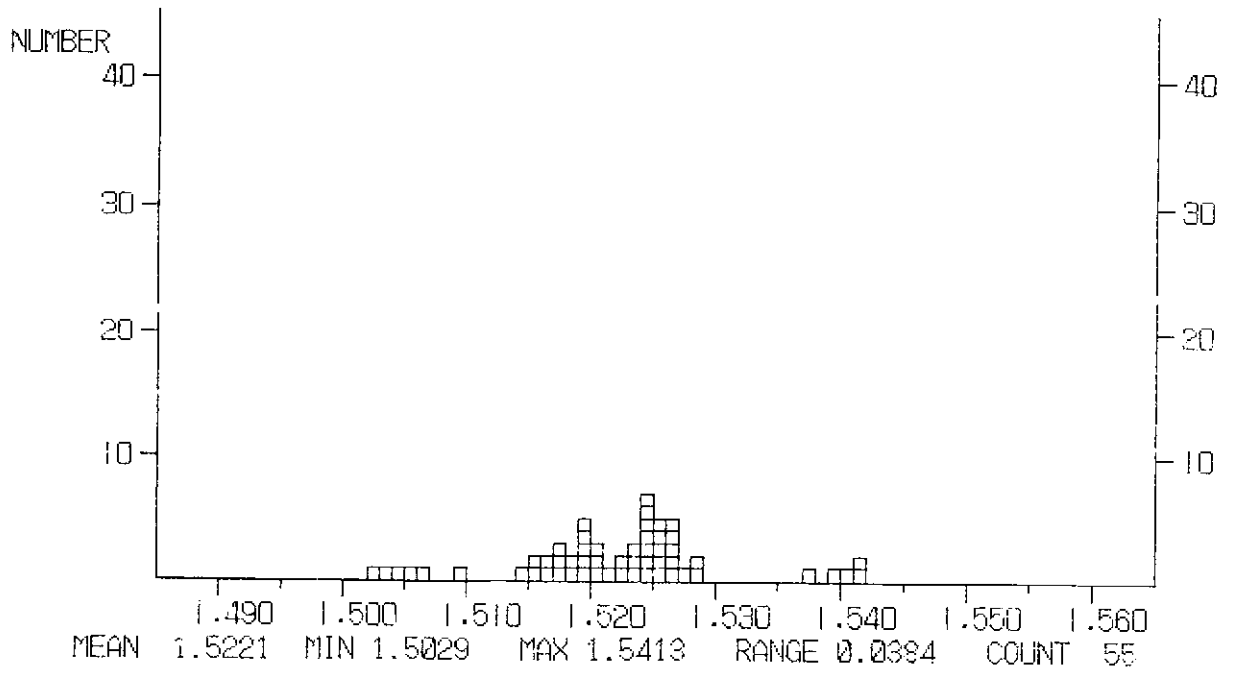


DATA LIST

1.5515	1.5506	1.5500	1.5499	1.5494	1.5492	1.5490	1.5488
1.5483	1.5481	1.5473	1.5471	1.5470	1.5469	1.5466	1.5466
1.5465	1.5463	1.5463	1.5464	1.5465	1.5467	1.5468	1.5469
1.5472	1.5473	1.5475	1.5474	1.5468	1.5466	1.5463	1.5462
1.5461	1.5459	1.5447	1.5445				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ-B-2' (2249) LOCALITY : KUJU M. B POINT

Glass

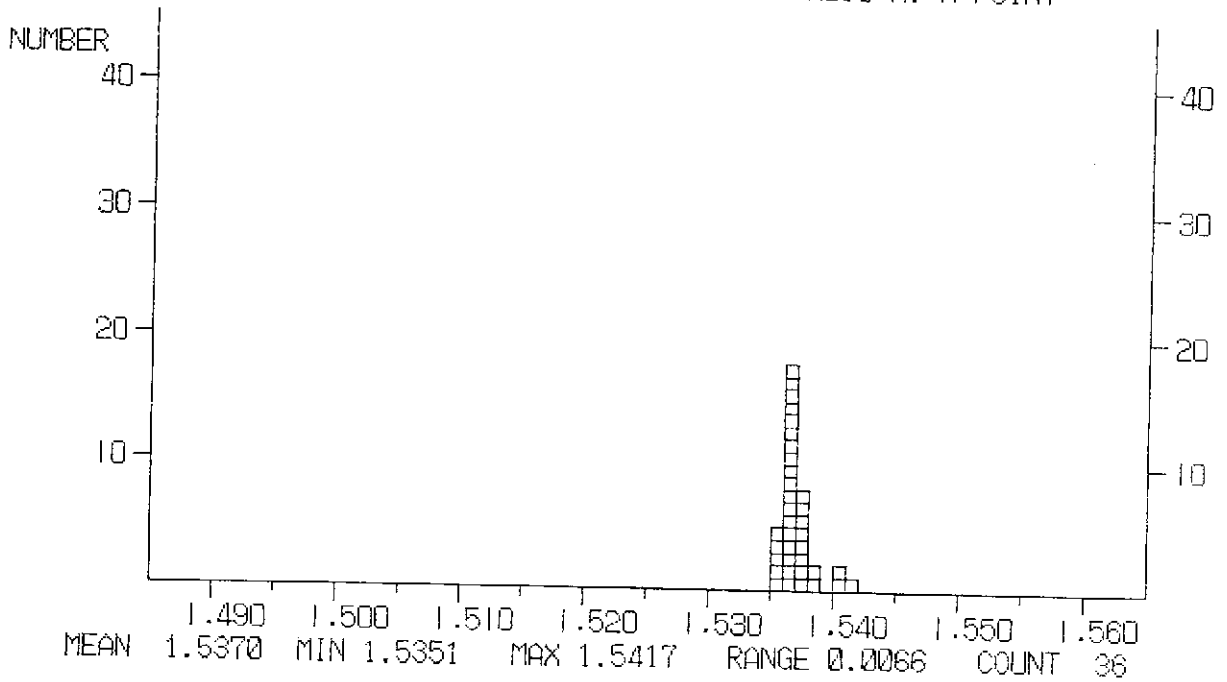


DATA LIST

1.5413	1.5410	1.5406	1.5394	1.5379	1.5286	1.5284	1.5278
1.5267	1.5262	1.5260	1.5254	1.5252	1.5249	1.5248	1.5241
1.5237	1.5235	1.5232	1.5228	1.5268	1.5265	1.5262	1.5260
1.5252	1.5248	1.5246	1.5246	1.5244	1.5225	1.5219	1.5209
1.5208	1.5195	1.5194	1.5187	1.5177	1.5172	1.5170	1.5167
1.5205	1.5198	1.5195	1.5192	1.5188	1.5168	1.5154	1.5150
1.5145	1.5096	1.5069	1.5052	1.5048	1.5032	1.5029	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ-A1-3 LOCALITY : KUJU M. A POINT

Glass

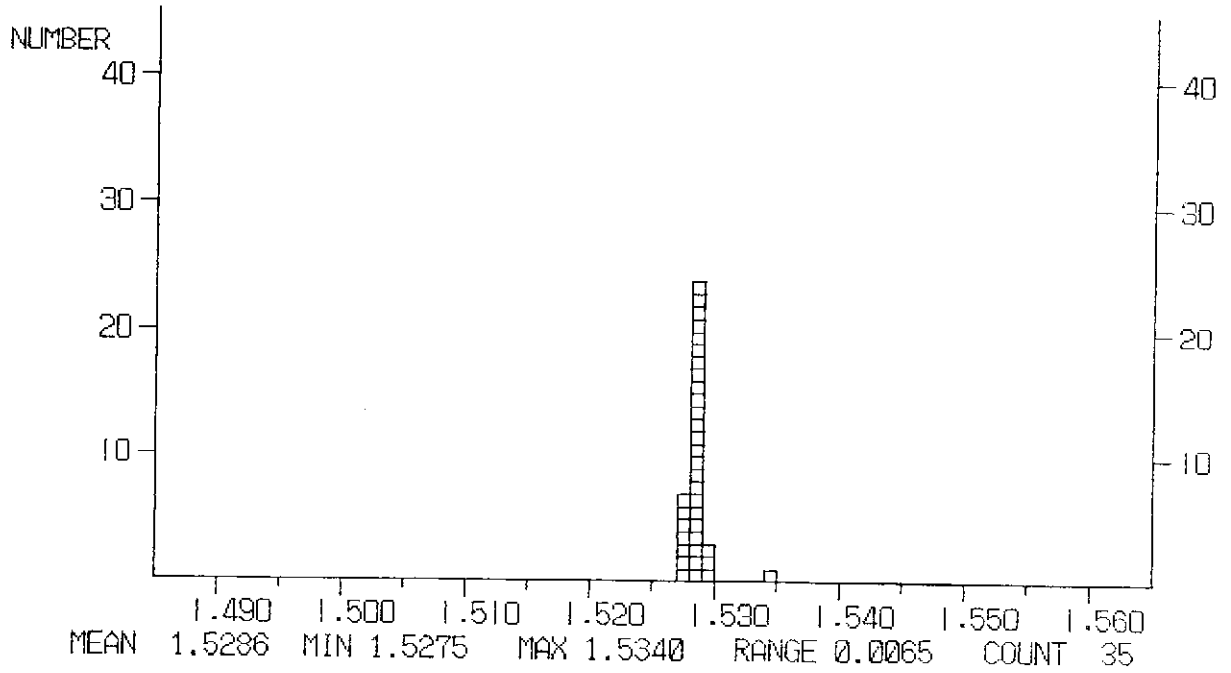


DATA LIST

1.5417	1.5408	1.5404	1.5382	1.5380	1.5379	1.5377	1.5373
1.5369	1.5368	1.5365	1.5360	1.5363	1.5365	1.5375	1.5360
1.5364	1.5367	1.5369	1.5371	1.5371	1.5376	1.5376	1.5369
1.5368	1.5366	1.5364	1.5361	1.5359	1.5360	1.5360	1.5362
1.5362	1.5359	1.5353	1.5351				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ-A1-2 LOCALITY : KUJU M. A POINT

Glass

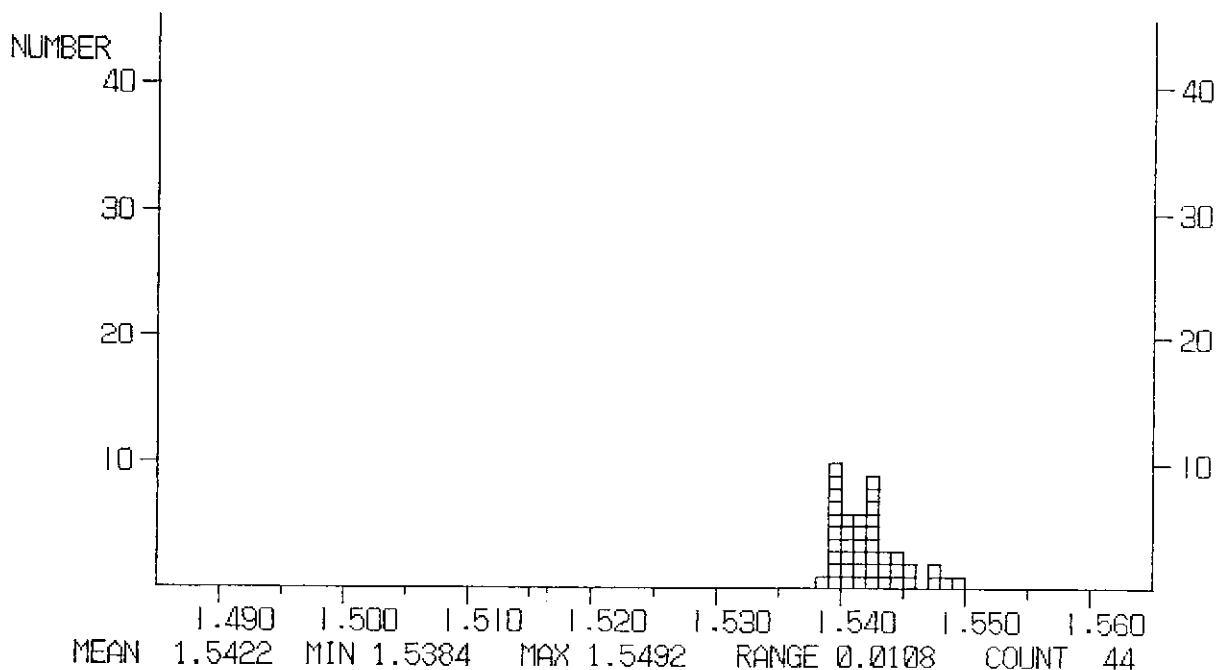


DATA LIST

1.5340	1.5293	1.5292	1.5291	1.5289	1.5288	1.5288	1.5287
1.5287	1.5284	1.5284	1.5284	1.5284	1.5284	1.5284	1.5284
1.5282	1.5279	1.5278	1.5276	1.5275	1.5278	1.5278	1.5279
1.5281	1.5281	1.5281	1.5281	1.5283	1.5284	1.5285	1.5287
1.5288	1.5289	1.5289					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ-A1-1 LOCALITY : KLUJU M. A POINT

Glass

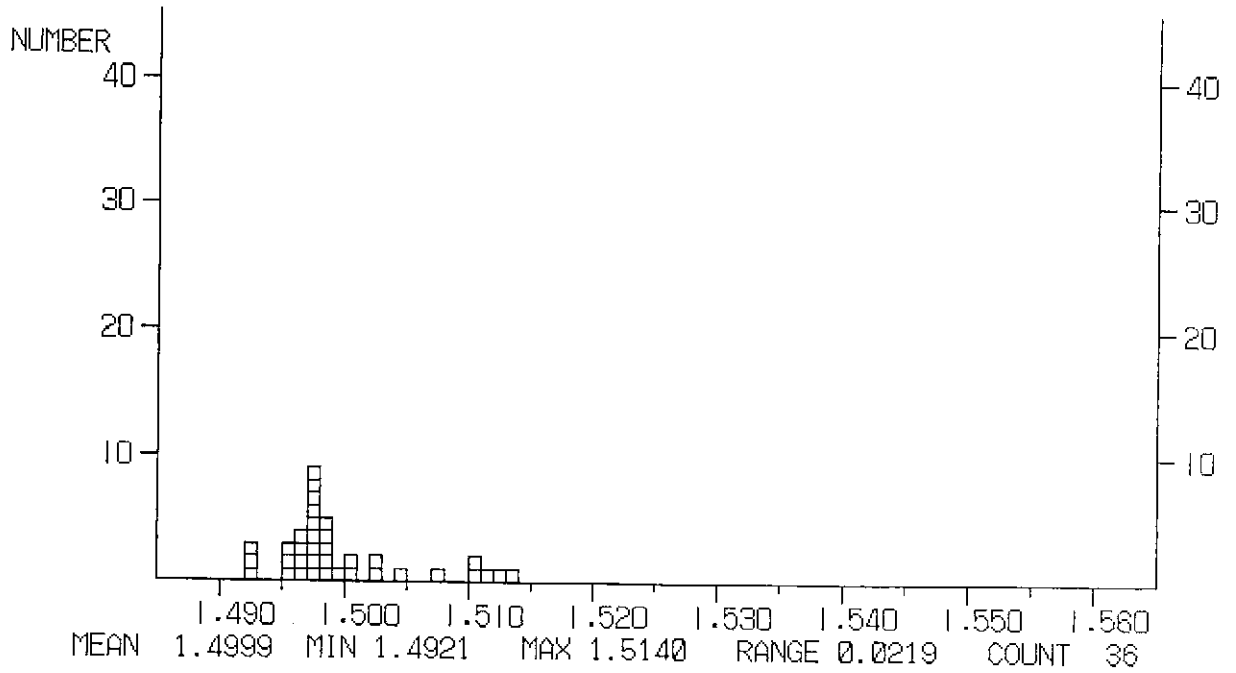


DATA LIST

1.5492	1.5487	1.5479	1.5474	1.5459	1.5454	1.5449	1.5446
1.5441	1.5436	1.5424	1.5412	1.5410	1.5408	1.5404	1.5399
1.5397	1.5394	1.5394	1.5395	1.5384	1.5391	1.5392	1.5396
1.5396	1.5400	1.5402	1.5403	1.5406	1.5408	1.5411	1.5413
1.5415	1.5419	1.5421	1.5424	1.5428	1.5429	1.5433	1.5432
1.5426	1.5424	1.5428	1.5429				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA01 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass

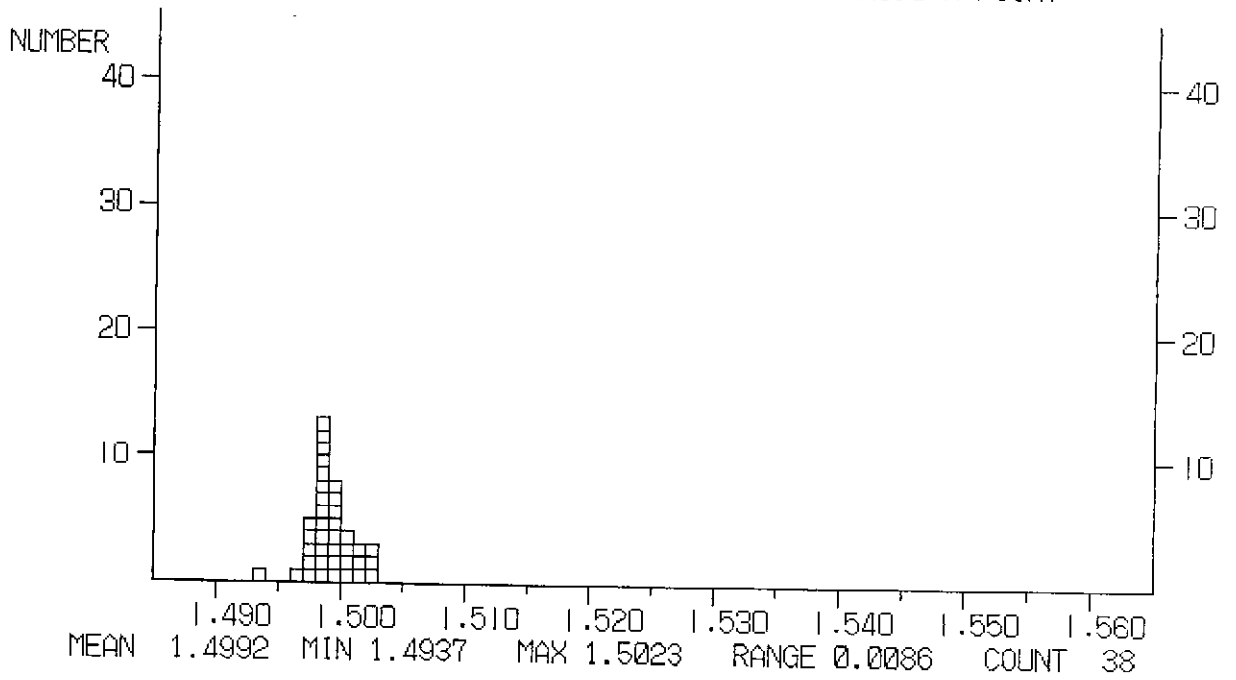


DATA LIST

1.5140	1.5130	1.5118	1.5107	1.5104	1.5074	1.5040	1.4992
1.4988	1.4984	1.4981	1.4978	1.4976	1.4965	1.4961	1.4960
1.4955	1.4953	1.4921	1.4922	1.4922	1.4961	1.4963	1.4973
1.4974	1.4976	1.4978	1.4979	1.4982	1.4983	1.4977	1.4971
1.5006	1.5008	1.5021	1.5022				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA02 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass

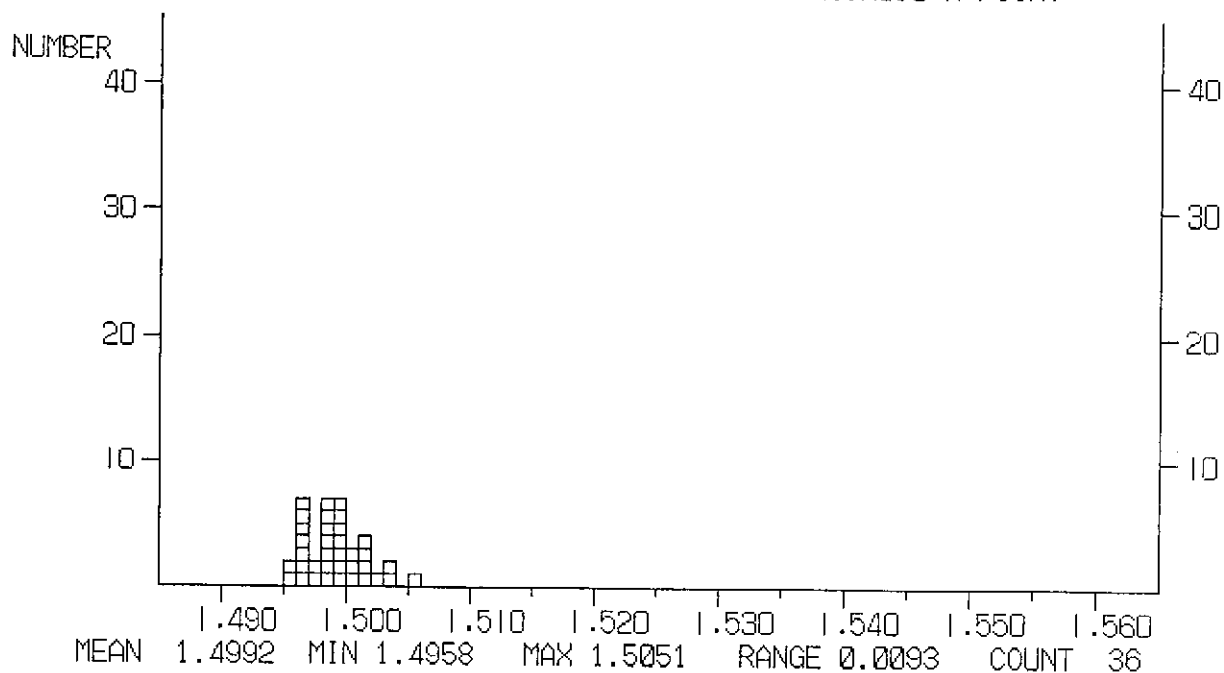


DATA LIST

1.5015	1.5009	1.5007	1.4999	1.4996	1.4995	1.4993	1.4991
1.4990	1.4987	1.4984	1.4983	1.4983	1.4988	1.4990	1.4993
1.4988	1.4983	1.4981	1.4976	1.4971	1.4967	1.4937	1.4973
1.4976	1.4980	1.4983	1.4984	1.4988	1.4993	1.4993	1.5000
1.5004	1.5018	1.5020	1.5021	1.5022	1.5023		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA03 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

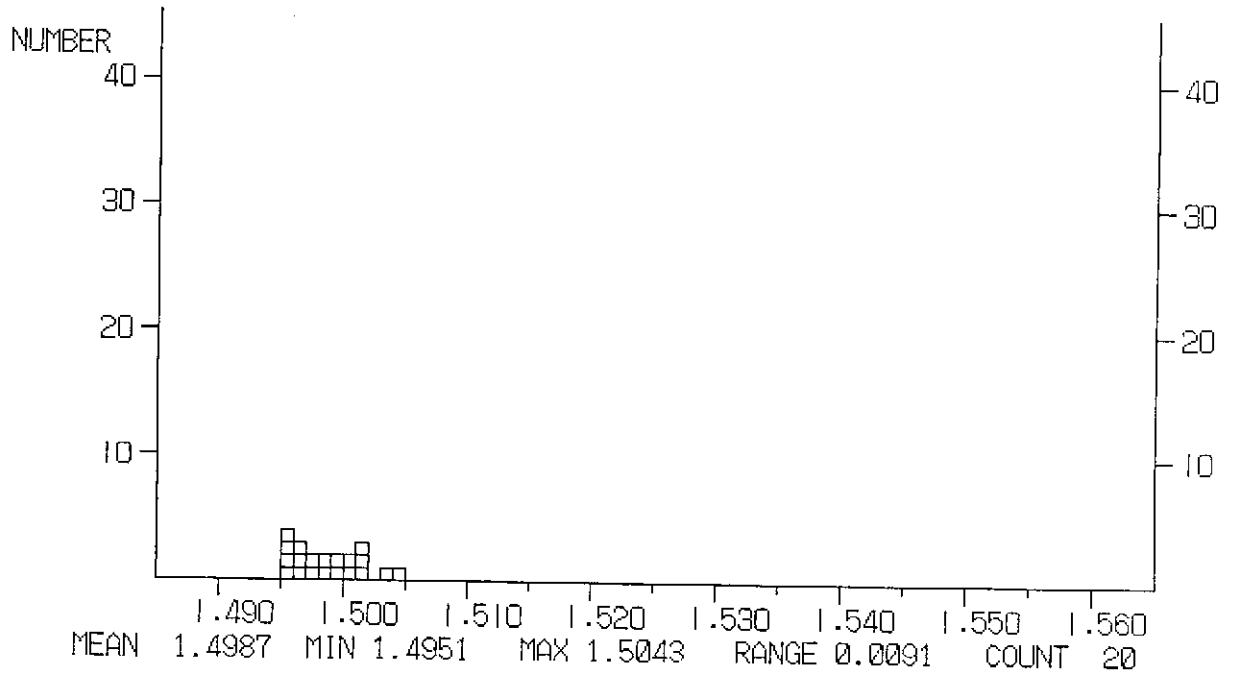
Glass



DATA LIST							
1.5051	1.5036	1.5027	1.5020	1.5016	1.5013	1.5011	1.5009
1.5007	1.4996	1.4993	1.4984	1.4986	1.4988	1.4994	1.4985
1.4987	1.4995	1.4999	1.5031	1.5002	1.4999	1.4991	1.4990
1.4985	1.4972	1.4969	1.4965	1.4963	1.4958	1.4958	1.4961
1.4962	1.4964	1.4967	1.4971				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA04 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass

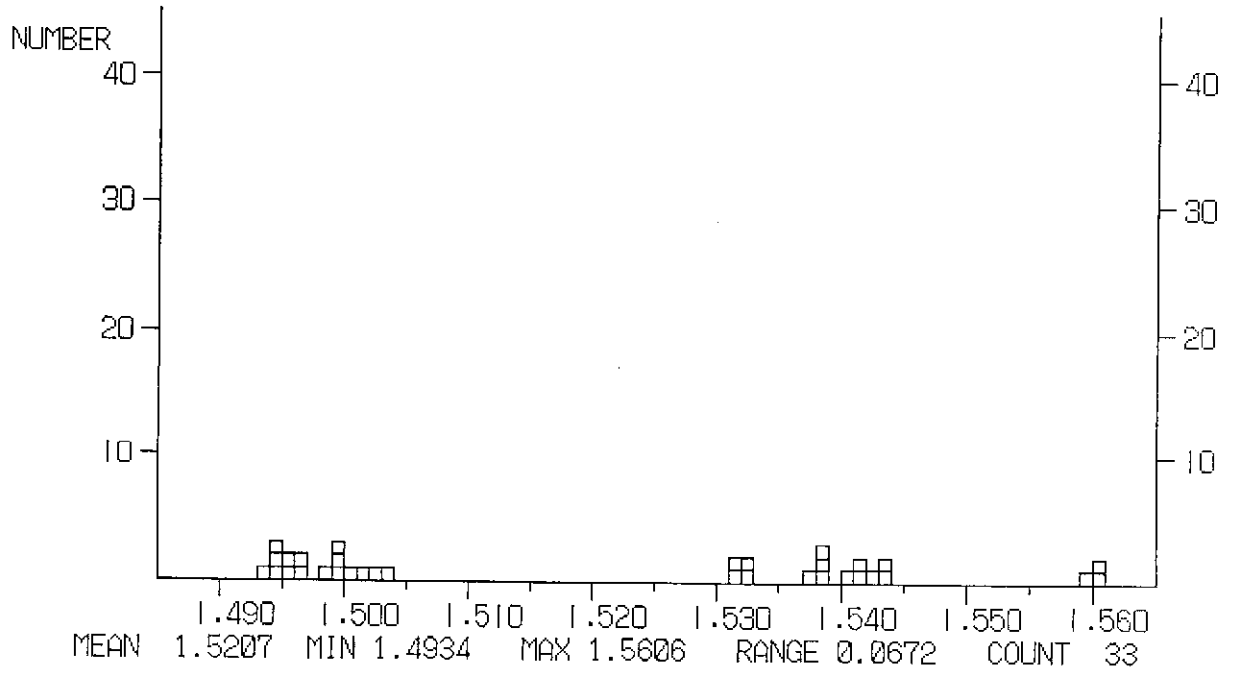


DATA LIST

1.5015	1.5012	1.5008	1.5031	1.5043	1.5014	1.4972	1.4967
1.4959	1.4955	1.4989	1.4993	1.5002	1.4995	1.4986	1.4973
1.4965	1.4961	1.4956	1.4951				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA05 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass

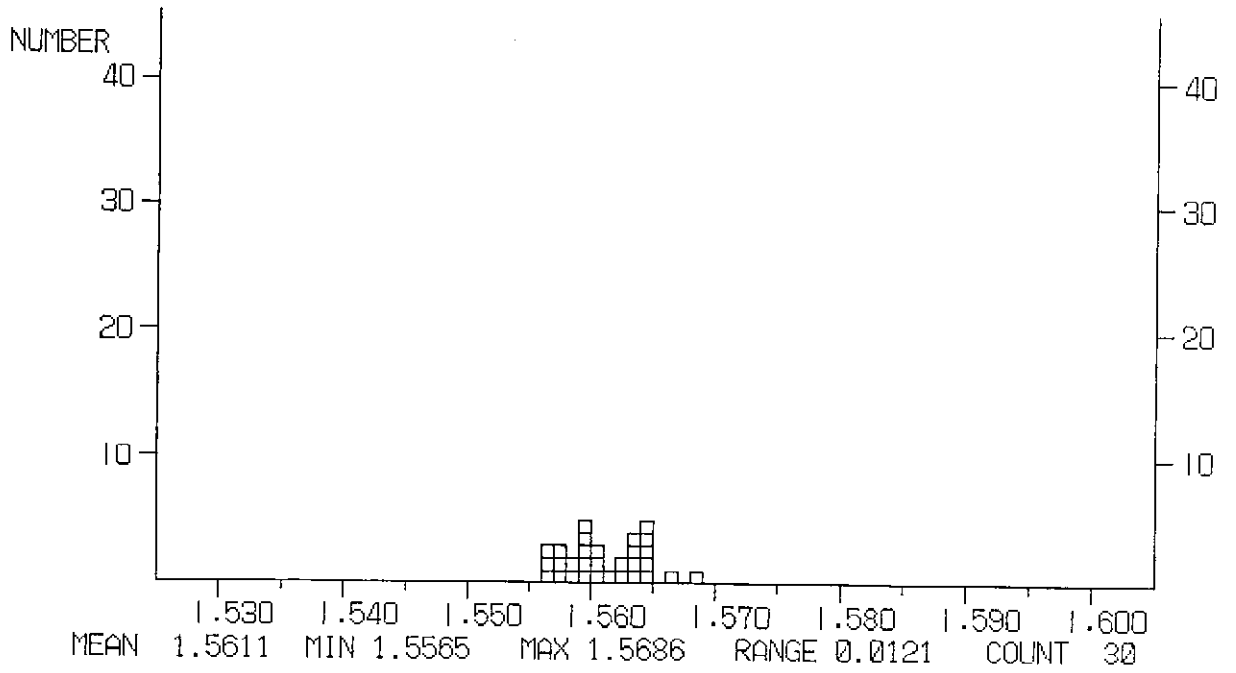


DATA LIST

1.5039	1.5024	1.5017	1.5001	1.5000	1.4998	1.4968	1.4951
1.4949	1.4947	1.4941	1.4934	1.4958	1.4969	1.4987	1.4998
1.5321	1.5313	1.5316	1.5324	1.5434	1.5422	1.5416	1.5383
1.5381	1.5373	1.5388	1.5405	1.5417	1.5436	1.5606	1.5604
1.5600							

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA05B LOCALITY :

Glass

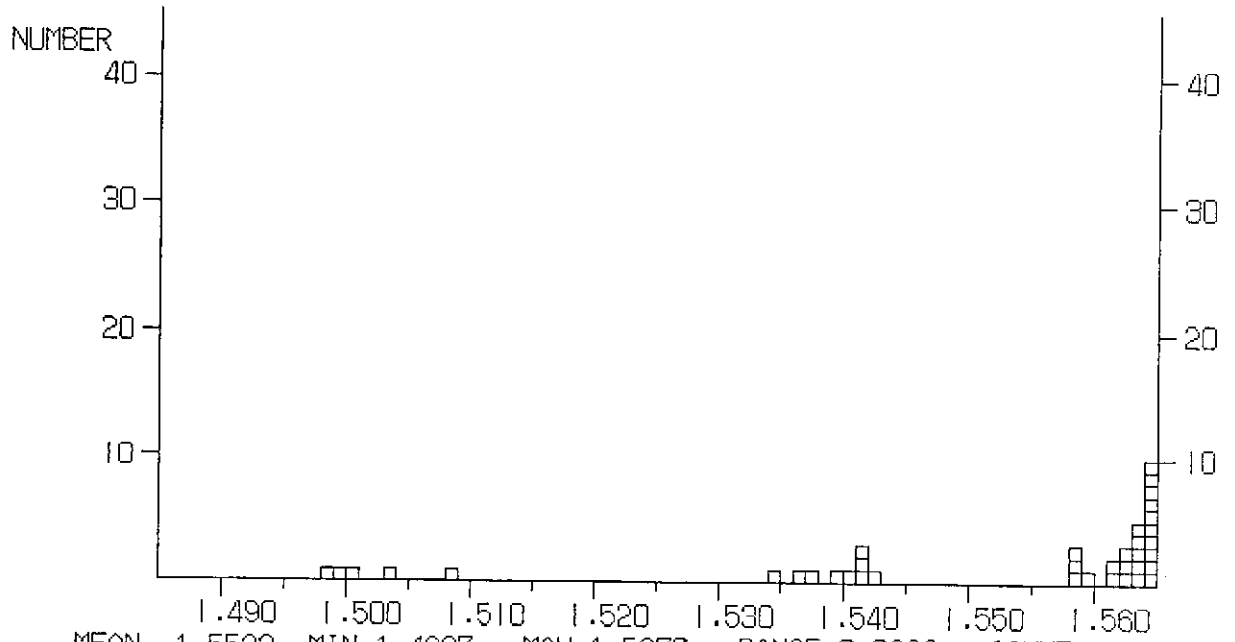


DATA LIST

1.5686	1.5633	1.5631	1.5628	1.5579	1.5571	1.5591	1.5596
1.5604	1.5592	1.5585	1.5583	1.5595	1.5573	1.5568	1.5565
1.5566	1.5591	1.5605	1.5607	1.5614	1.5624	1.5632	1.5645
1.5649	1.5662	1.5644	1.5641	1.5639	1.5640		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ06 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass



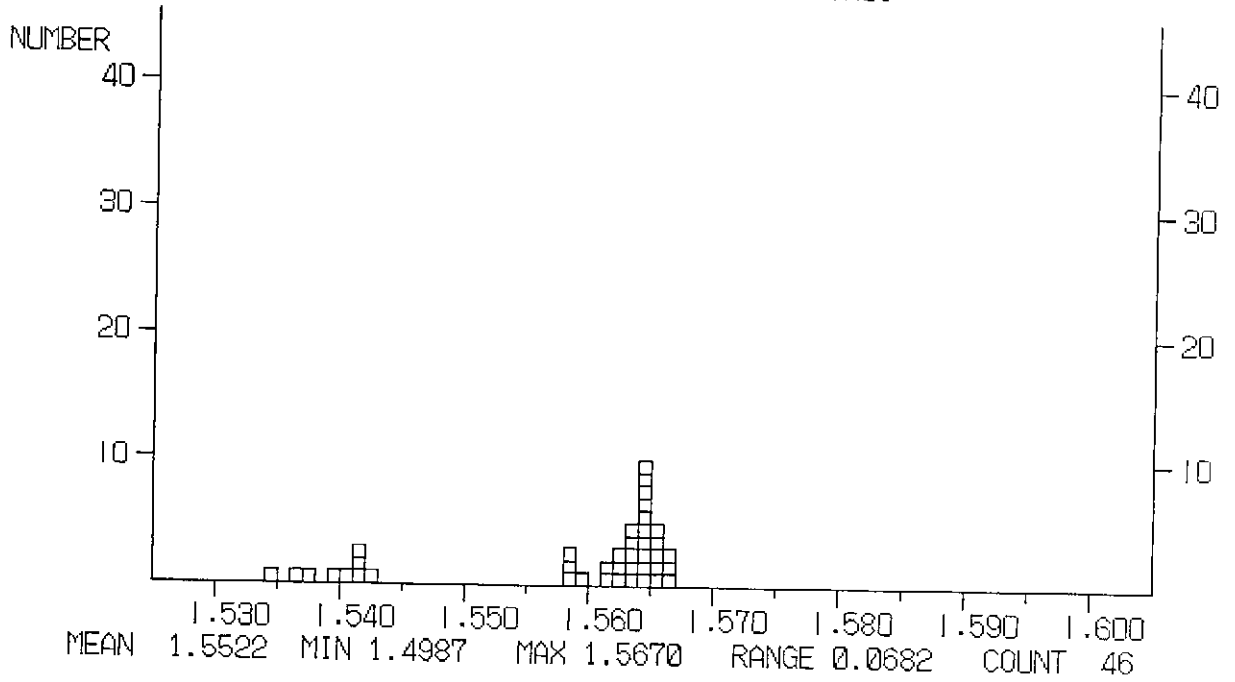
MEAN 1.5522 MIN 1.4987 MAX 1.5670 RANGE 0.0683 COUNT 46
 Group 1 mean : 1.5019 Group 2 mean : 1.5395 Group 3 mean : 1.5636

DATA LIST

1.5665	1.5660	1.5640	1.5634	1.5580	1.5581	1.5589	1.5593
1.5617	1.5627	1.5635	1.5647	1.5643	1.5641	1.5638	1.5634
1.5625	1.5620	1.5623	1.5642	1.5645	1.5648	1.5652	1.5653
1.5654	1.5667	1.5670	1.5659	1.5649	1.5647	1.5645	1.5639
1.5420	1.5419	1.5416	1.5414	1.5410	1.5391	1.5376	1.5369
1.5342	1.5082	1.5030	1.5000	1.4994	1.4987		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ06 LOCALITY : KJA06

Glass

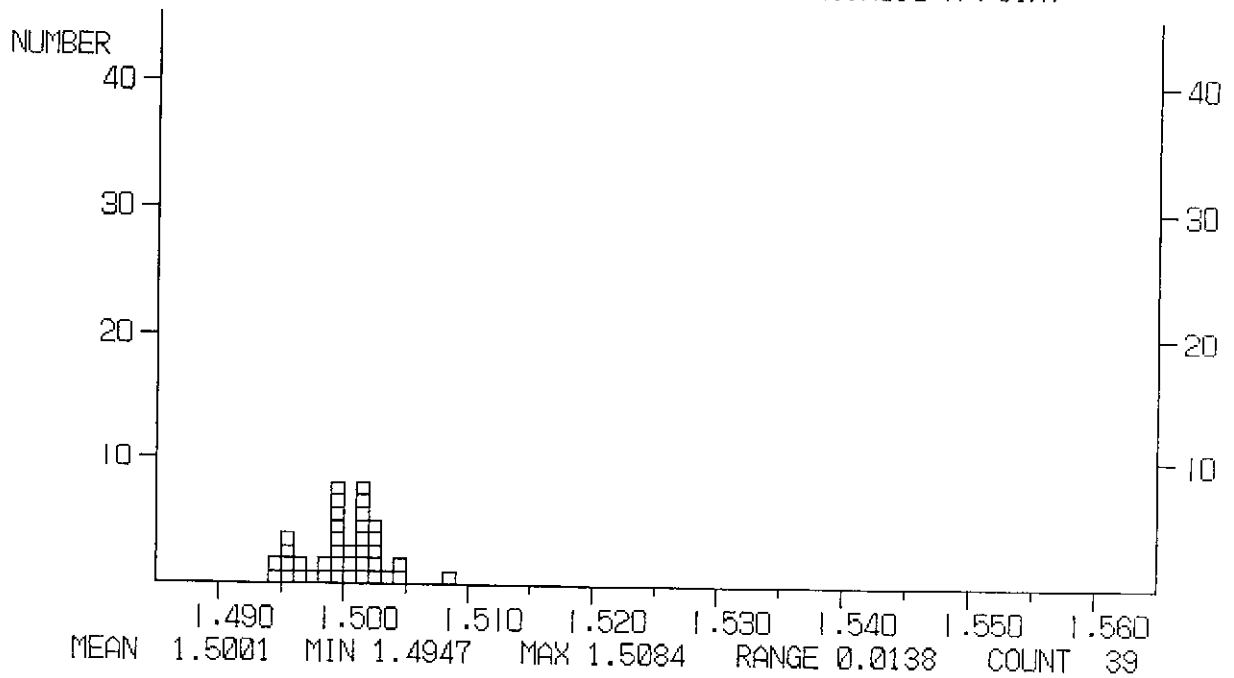


DATA LIST

1.5665	1.5660	1.5646	1.5634	1.5580	1.5581	1.5589	1.5593
1.5617	1.5627	1.5635	1.5647	1.5643	1.5641	1.5638	1.5634
1.5625	1.5620	1.5623	1.5642	1.5645	1.5648	1.5652	1.5653
1.5654	1.5667	1.5670	1.5659	1.5649	1.5647	1.5645	1.5639
1.5420	1.5419	1.5416	1.5414	1.5410	1.5391	1.5376	1.5369
1.5342	1.5082	1.5030	1.5000	1.4994	1.4987		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA07 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass

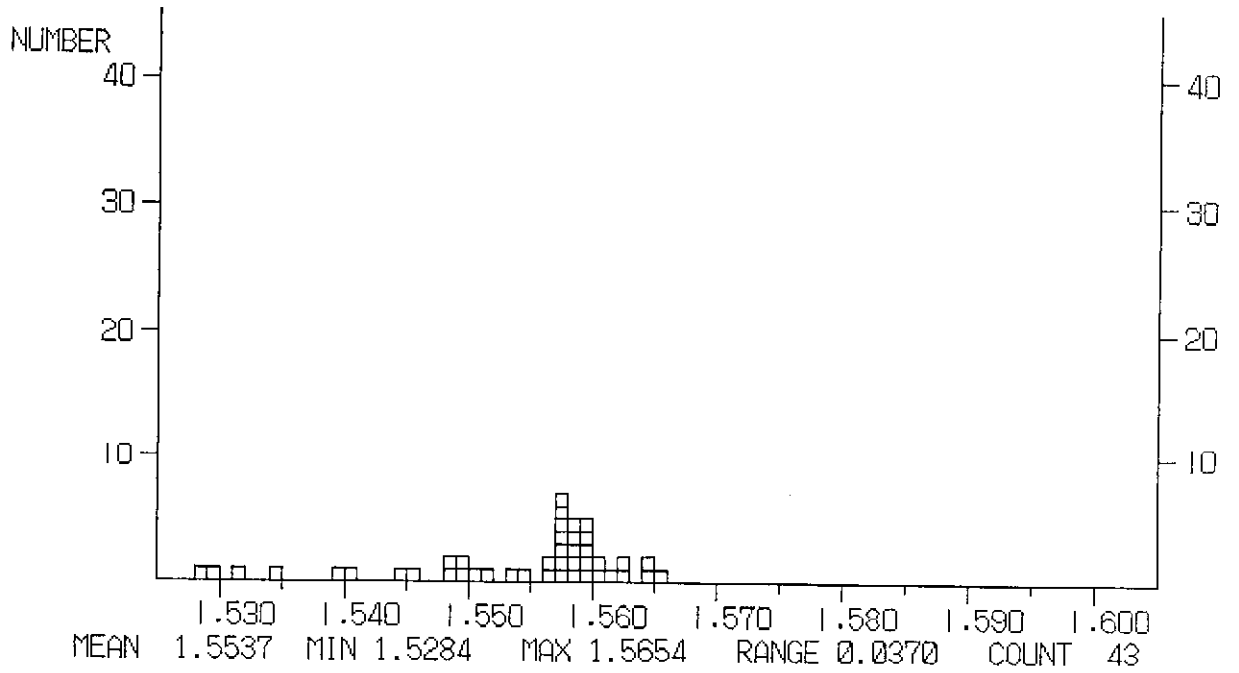


DATA LIST

1.5084	1.5045	1.5042	1.5029	1.5026	1.5025	1.5021	1.5018
1.5017	1.5013	1.5006	1.4999	1.4996	1.4984	1.4993	1.4997
1.5000	1.5002	1.5005	1.5013	1.5014	1.4996	1.5015	1.5016
1.5035	1.5021	1.5019	1.4995	1.4993	1.4986	1.4977	1.4964
1.4962	1.4960	1.4954	1.4947	1.4947	1.4953	1.4954	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA08 LOCALITY :

Glass,

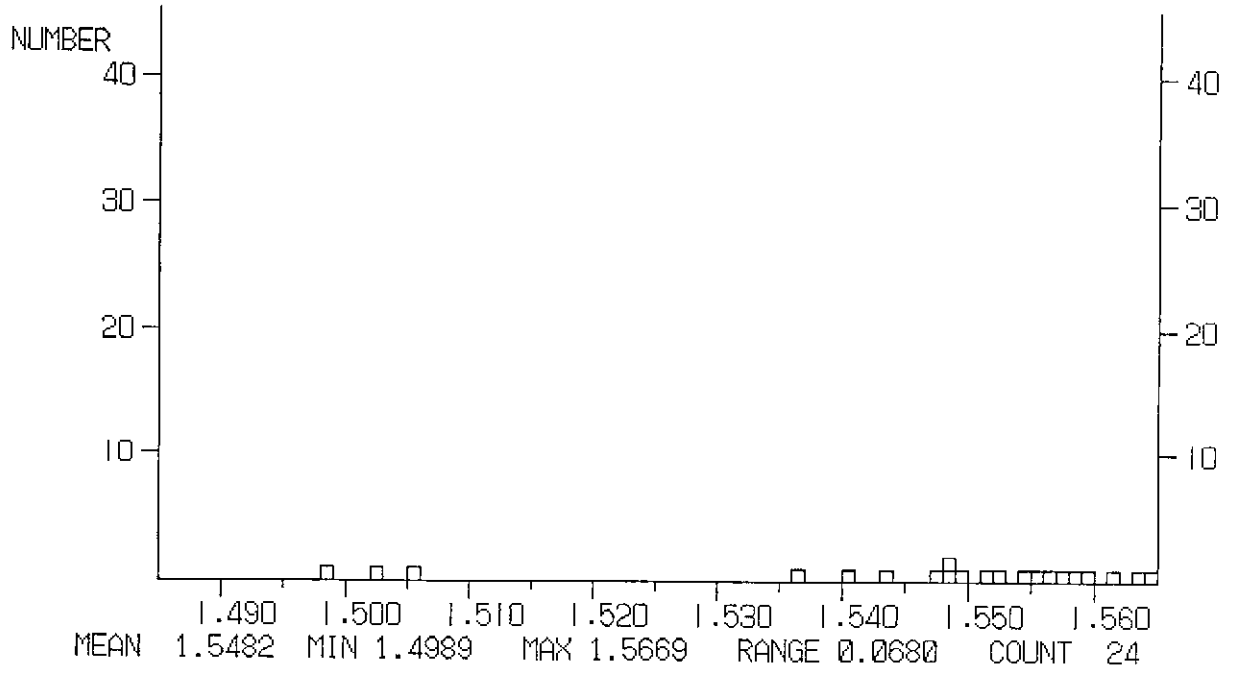


DATA LIST

1.5291	1.5284	1.5311	1.5460	1.5402	1.5399	1.5346	1.5492
1.5493	1.5485	1.5481	1.5449	1.5578	1.5574	1.5571	1.5566
1.5547	1.5535	1.5511	1.5500	1.5654	1.5648	1.5645	1.5627
1.5621	1.5616	1.5607	1.5598	1.5597	1.5595	1.5589	1.5585
1.5573	1.5570	1.5567	1.5573	1.5576	1.5584	1.5586	1.5589
1.5596	1.5597	1.5603					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA09 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass



DATA LIST

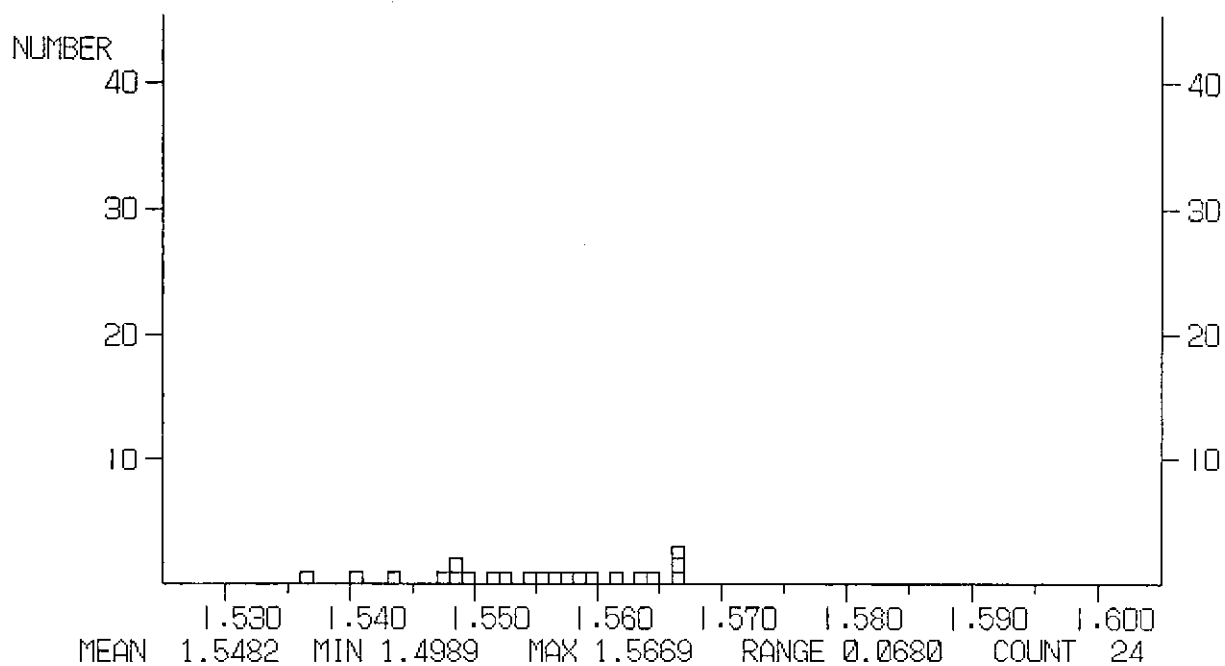
1.5669	1.5666	1.5662	1.5647	1.5636	1.5617	1.5592	1.5563
1.5589	1.5575	1.5553	1.5547	1.5520	1.5514	1.5492	1.5489
1.5487	1.5474	1.5435	1.5402	1.5366	1.5057	1.5027	1.4989

Glass

***** REFRACTIVE INDEX *****

SAMPLE NAME : KJA09

LOCALITY :

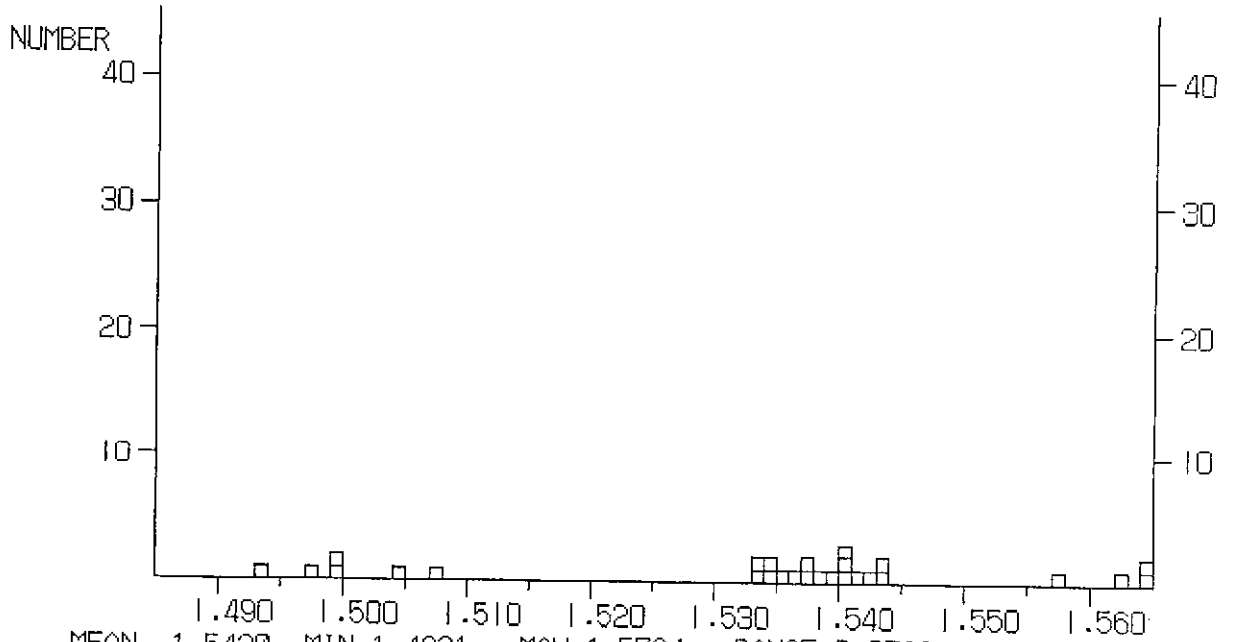


DATA LIST

1.5669	1.5666	1.5662	1.5647	1.5636	1.5617	1.5592	1.5563
1.5589	1.5575	1.5553	1.5547	1.5520	1.5514	1.5492	1.5489
1.5487	1.5474	1.5435	1.5402	1.5386	1.5057	1.5027	1.4989

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA10 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass



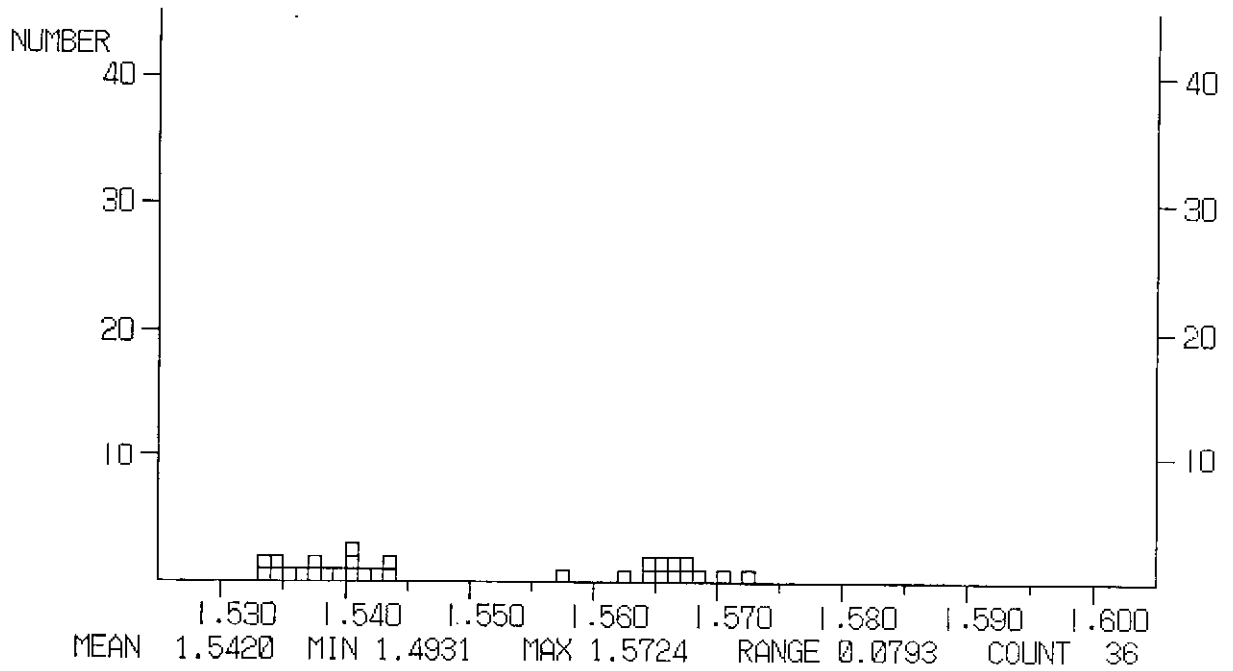
MEAN 1.5420 MIN 1.4931 MAX 1.5724 RANGE 0.0793 COUNT 36
 Group 1 mean : 1.5002 Group 2 mean : 1.5384 Group 3 mean : 1.5661

DATA LIST

1.5670	1.5665	1.5652	1.5643	1.5620	1.5571	1.5724	1.5708
1.5680	1.5677	1.5675	1.5658	1.5646	1.5436	1.5431	1.5425
1.5419	1.5409	1.5404	1.5400	1.5394	1.5382	1.5377	1.5373
1.5369	1.5359	1.5345	1.5338	1.5331	1.5341	1.5075	1.5047
1.4997	1.4990	1.4973	1.4931				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA10 LOCALITY :

Glass

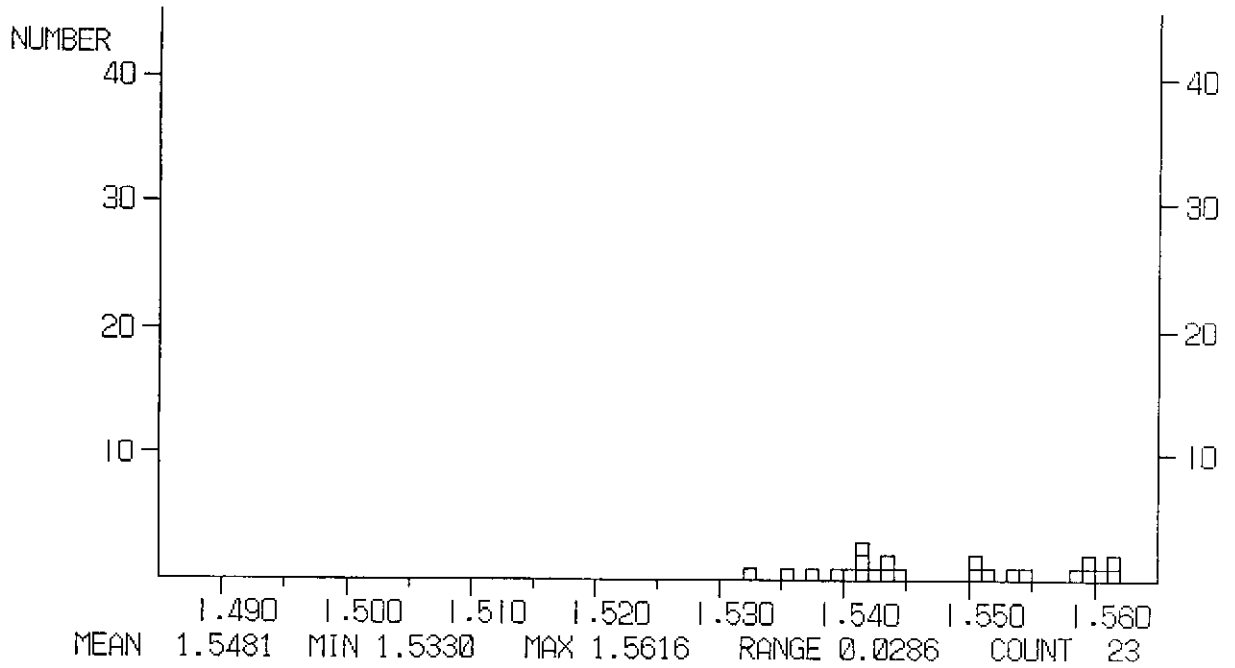


DATA LIST

1.5670	1.5665	1.5652	1.5643	1.5620	1.5571	1.5724	1.5708
1.5680	1.5677	1.5675	1.5658	1.5646	1.5436	1.5431	1.5425
1.5419	1.5409	1.5404	1.5400	1.5394	1.5382	1.5377	1.5373
1.5369	1.5359	1.5345	1.5338	1.5331	1.5341	1.5075	1.5047
1.4997	1.4990	1.4973	1.4931				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA11 LOCALITY : KUJU A POINT

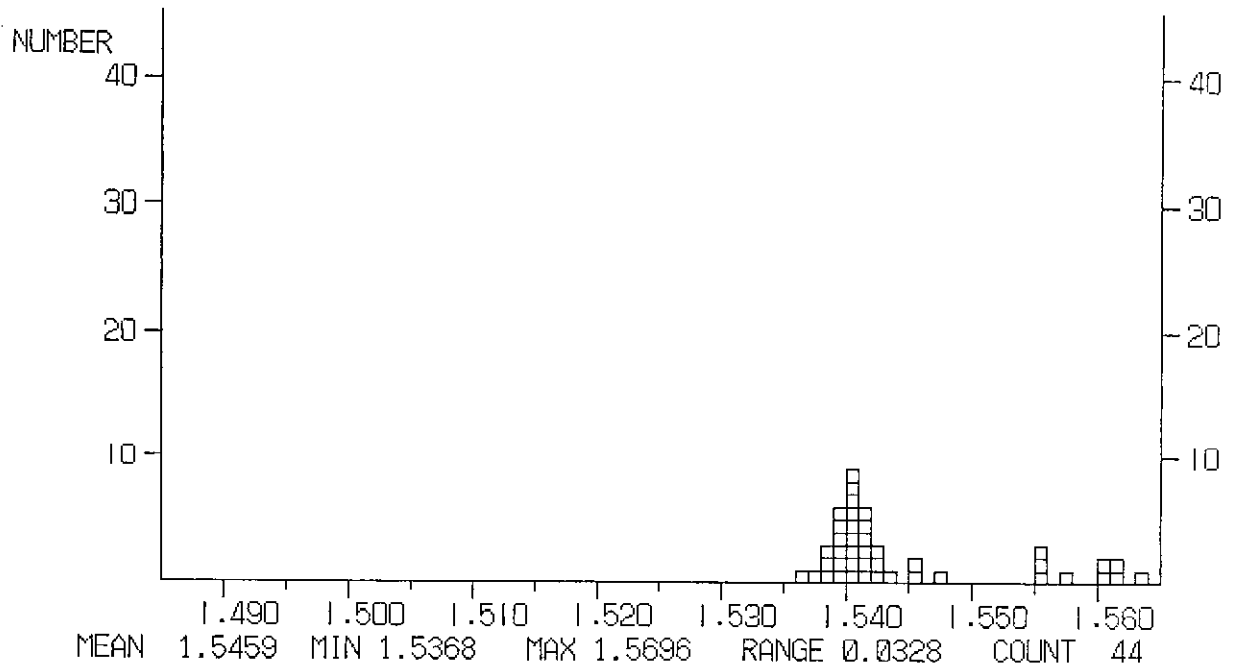
Glass



DATA LIST							
1.5613	1.5616	1.5602	1.5597	1.5584	1.5592	1.5542	1.5531
1.5515	1.5501	1.5510	1.5446	1.5439	1.5431	1.5429	1.5418
1.5417	1.5411	1.5408	1.5395	1.5377	1.5355	1.5330	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA12 LOCALITY : KUJU A POINT

Glass

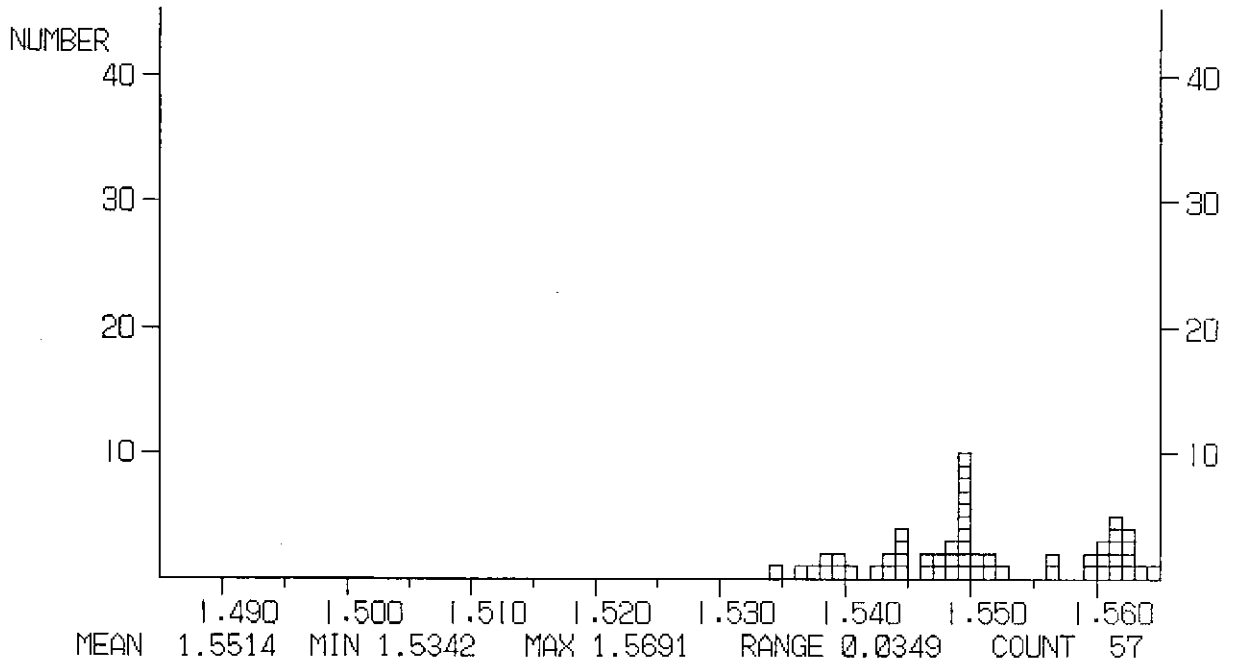


DATA LIST

1.5696	1.5671	1.5636	1.5617	1.5614	1.5600	1.5556	1.5551
1.5608	1.5575	1.5559	1.5479	1.5451	1.5439	1.5424	1.5423
1.5412	1.5409	1.5407	1.5404	1.5394	1.5399	1.5403	1.5413
1.5414	1.5415	1.5415	1.5420	1.5423	1.5458	1.5410	1.5406
1.5405	1.5403	1.5403	1.5397	1.5395	1.5393	1.5391	1.5389
1.5384	1.5381	1.5372	1.5368				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA13 LOCALITY : KUJU A POINT

Glass

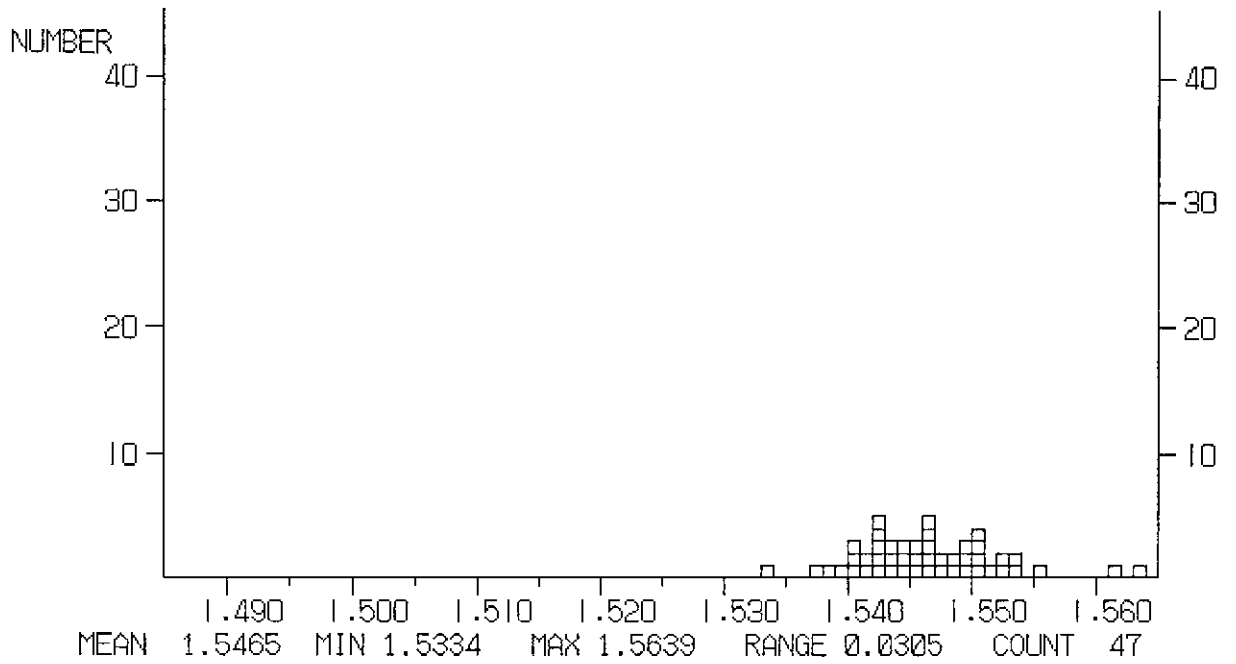


DATA LIST

1.5464	1.5435	1.5431	1.5408	1.5368	1.5377	1.5383	1.5398
1.5391	1.5423	1.5441	1.5440	1.5382	1.5342	1.5526	1.5516
1.5514	1.5499	1.5496	1.5487	1.5491	1.5492	1.5495	1.5498
1.5500	1.5506	1.5493	1.5481	1.5462	1.5446	1.5442	1.5471
1.5476	1.5487	1.5493	1.5498	1.5499	1.5600	1.5594	1.5568
1.5565	1.5691	1.5676	1.5644	1.5637	1.5618	1.5611	1.5607
1.5603	1.5603	1.5611	1.5615	1.5619	1.5624	1.5625	1.5627
1.5630							

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA14 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

Glass

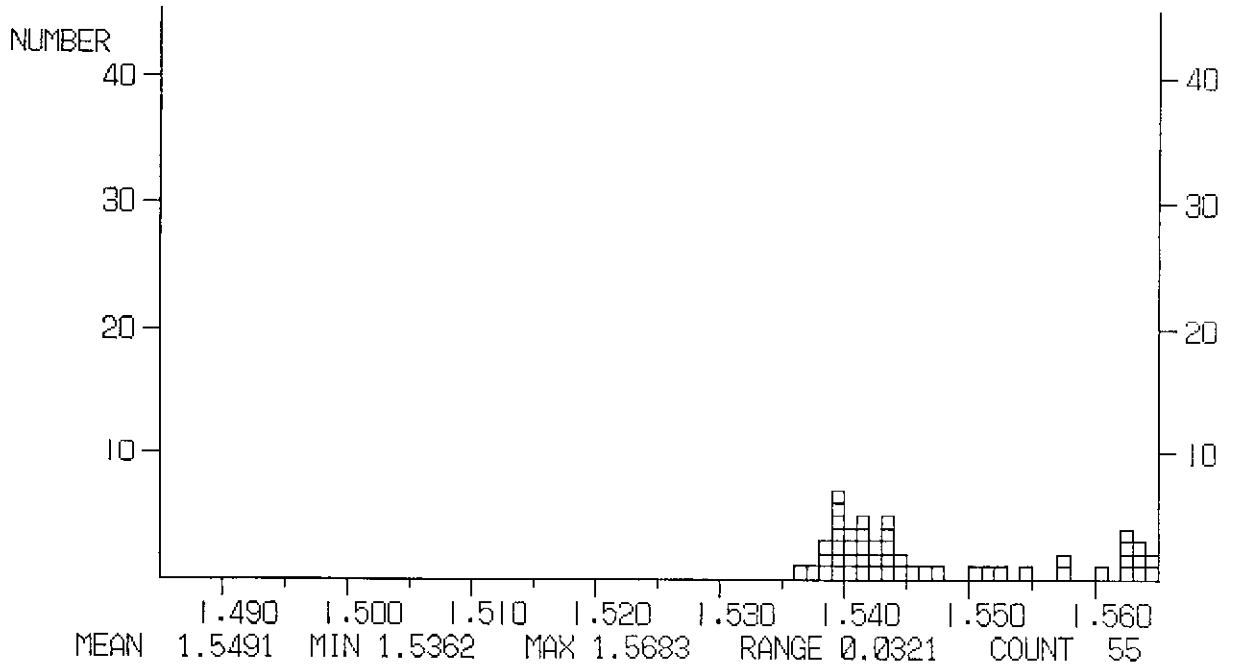


DATA LIST

1.5639	1.5619	1.5580	1.5537	1.5533	1.5522	1.5513	1.5503
1.5497	1.5492	1.5488	1.5469	1.5462	1.5453	1.5448	1.5449
1.5454	1.5477	1.5491	1.5505	1.5507	1.5527	1.5505	1.5488
1.5467	1.5461	1.5452	1.5420	1.5418	1.5414	1.5408	1.5400
1.5409	1.5423	1.5432	1.5435	1.5467	1.5473	1.5445	1.5433
1.5428	1.5425	1.5422	1.5406	1.5381	1.5371	1.5334	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA15 LOCALITY : KUJU A POINT

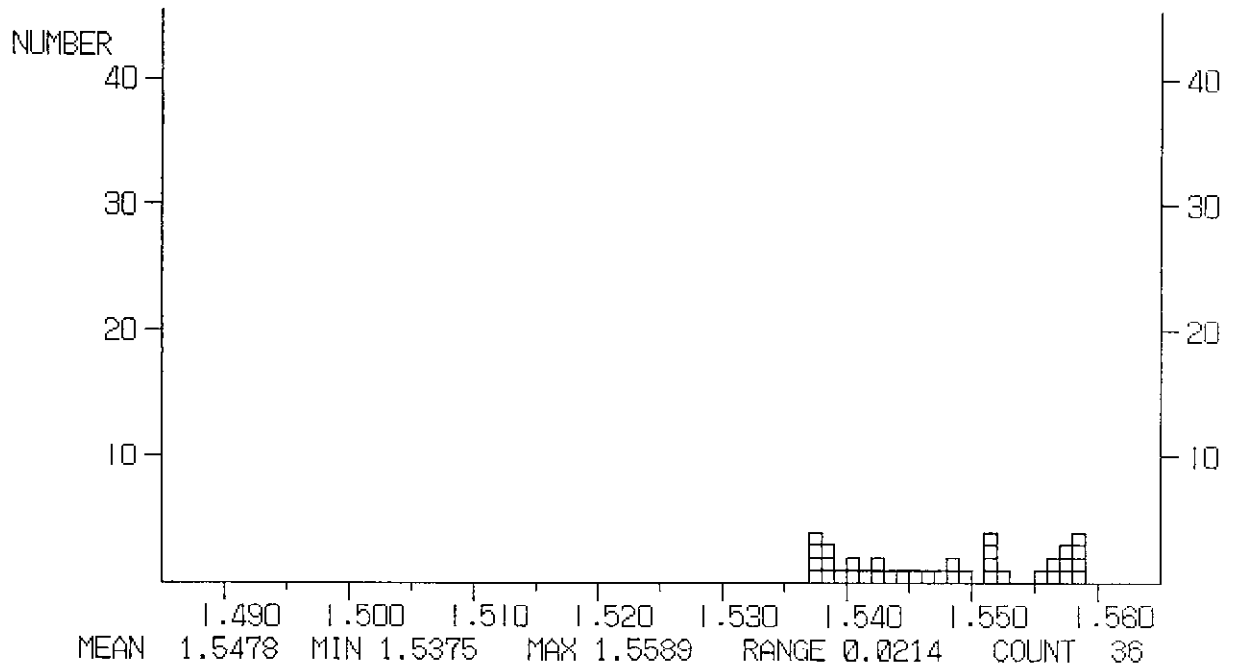
Glass



DATA LIST							
1.5362	1.5472	1.5466	1.5451	1.5443	1.5441	1.5436	1.5435
1.5435	1.5431	1.5424	1.5422	1.5420	1.5412	1.5410	1.5407
1.5399	1.5398	1.5393	1.5382	1.5372	1.5387	1.5388	1.5392
1.5395	1.5397	1.5397	1.5403	1.5410	1.5411	1.5415	1.5417
1.5422	1.5436	1.5549	1.5521	1.5513	1.5509	1.5603	1.5579
1.5573	1.5683	1.5680	1.5671	1.5670	1.5652	1.5648	1.5645
1.5635	1.5635	1.5634	1.5627	1.5625	1.5627	1.5628	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJA16 LOCALITY : Mt.KUJU A POINT

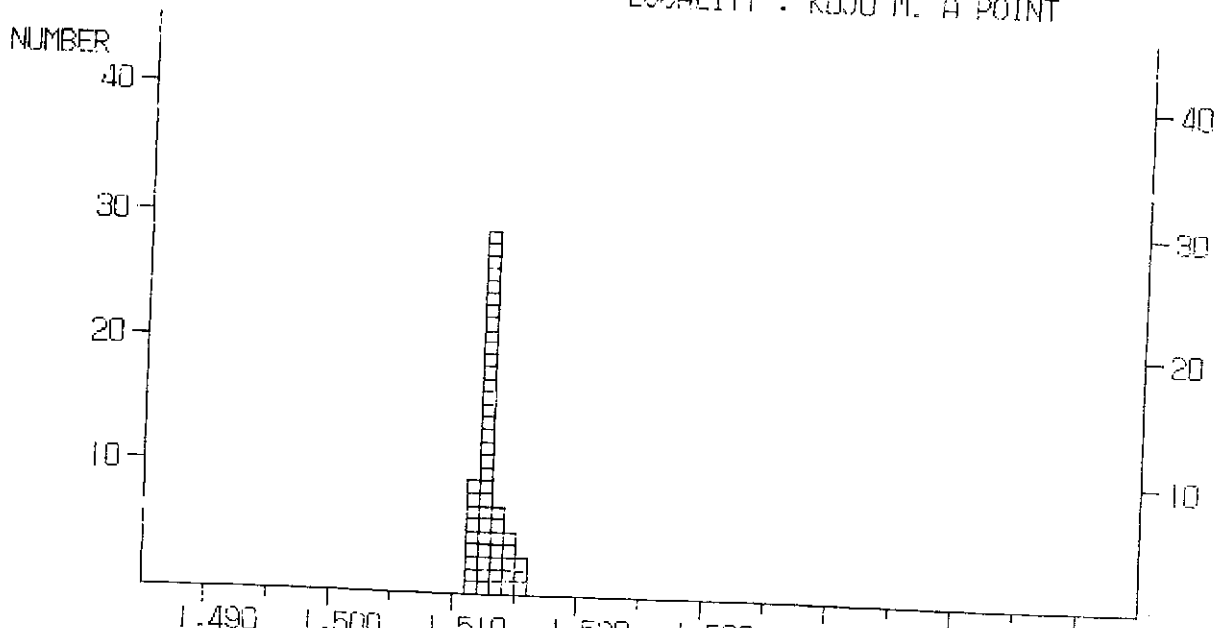
Glass



DATA LIST							
1.5589	1.5577	1.5573	1.5561	1.5580	1.5581	1.5587	1.5589
1.5568	1.5555	1.5528	1.5520	1.5517	1.5511	1.5481	1.5517
1.5492	1.5482	1.5473	1.5462	1.5451	1.5444	1.5436	1.5428
1.5424	1.5414	1.5404	1.5402	1.5399	1.5389	1.5386	1.5381
1.5378	1.5375	1.5375	1.5377				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJ-A-KAH LOCALITY : KUJU M. A POINT

Glass

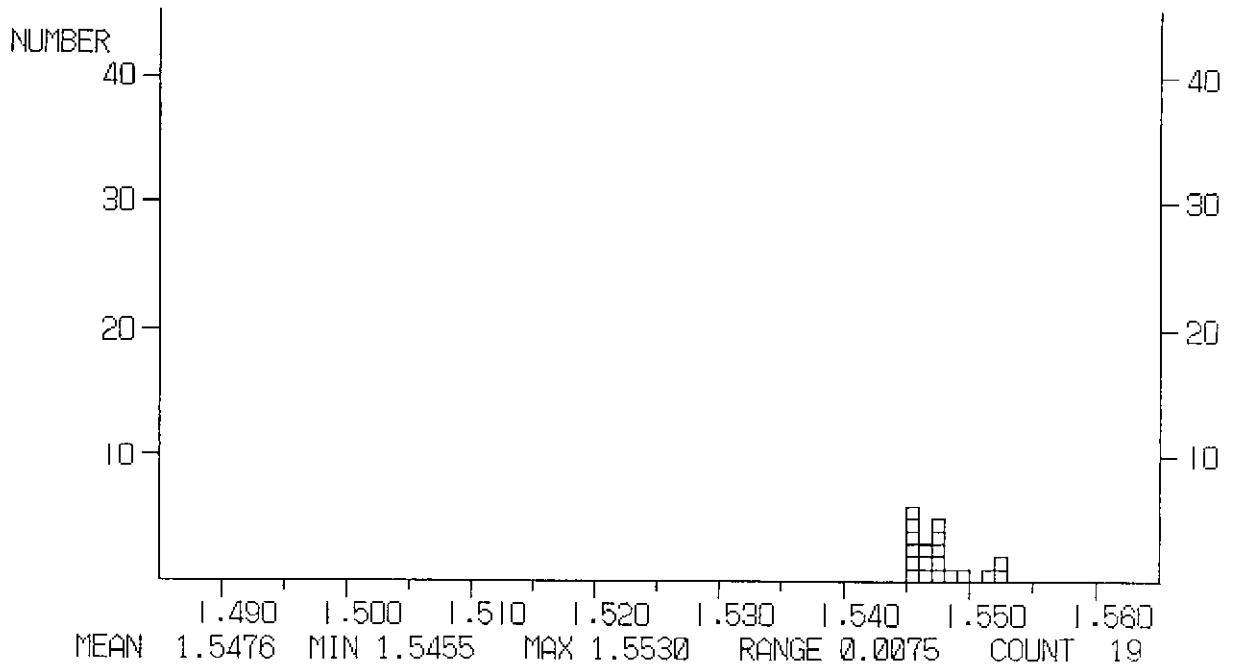


MEAN 1.5129 MIN 1.5116 MAX 1.5154 RANGE 0.0038 COUNT 53

DATA LIST							
1.5147	1.5142	1.5140	1.5136	1.5134	1.5131	1.5129	1.5128
1.5127	1.5126	1.5124	1.5123	1.5123	1.5122	1.5120	1.5119
1.5118	1.5116	1.5116	1.5116	1.5117	1.5118	1.5119	1.5122
1.5122	1.5123	1.5123	1.5124	1.5124	1.5126	1.5127	1.5129
1.5130	1.5130	1.5128	1.5123	1.5123	1.5123	1.5123	1.5123
1.5124	1.5126	1.5128	1.5128	1.5132	1.5133	1.5136	1.5148
1.5150	1.5154	1.5152	1.5148	1.5141			

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : K-1D LOCALITY : KOMEKUBO KUJU

Glass

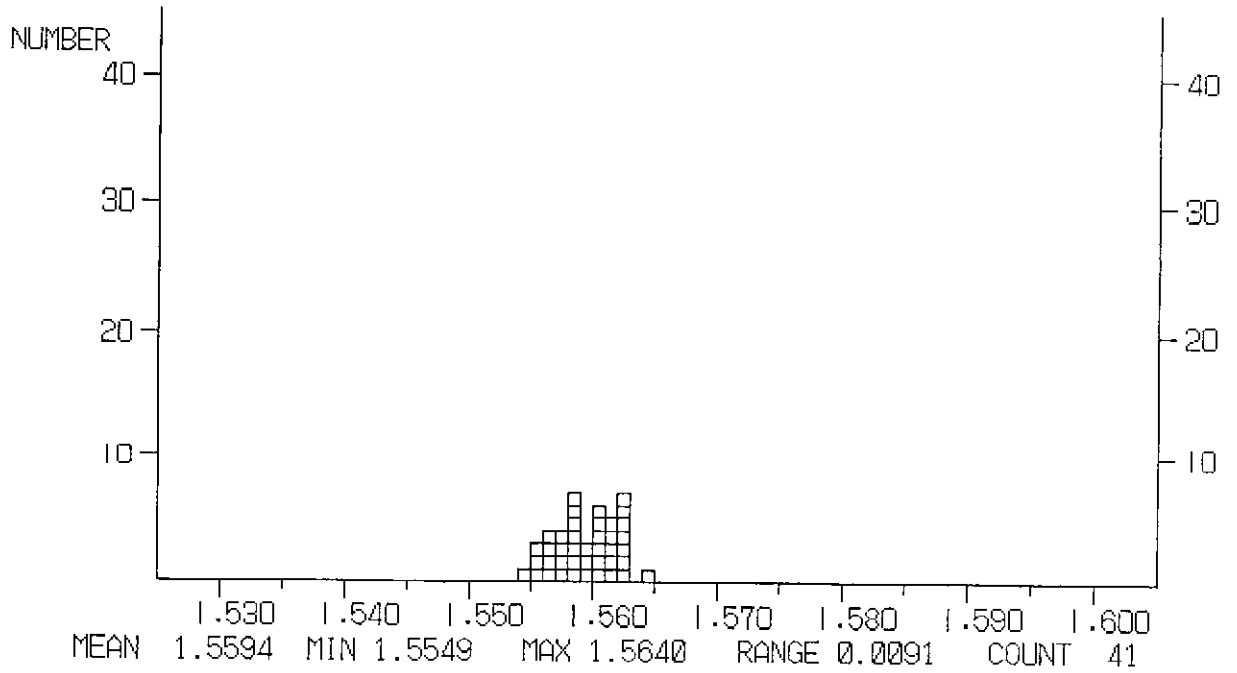


DATA LIST

1.5530	1.5523	1.5513	1.5499	1.5465	1.5402	1.5460	1.5456
1.5462	1.5458	1.5455	1.5471	1.5474	1.5478	1.5482	1.5475
1.5474	1.5457	1.5458					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : K-2 LOCALITY : KOMEKUBO KUJU

Glass

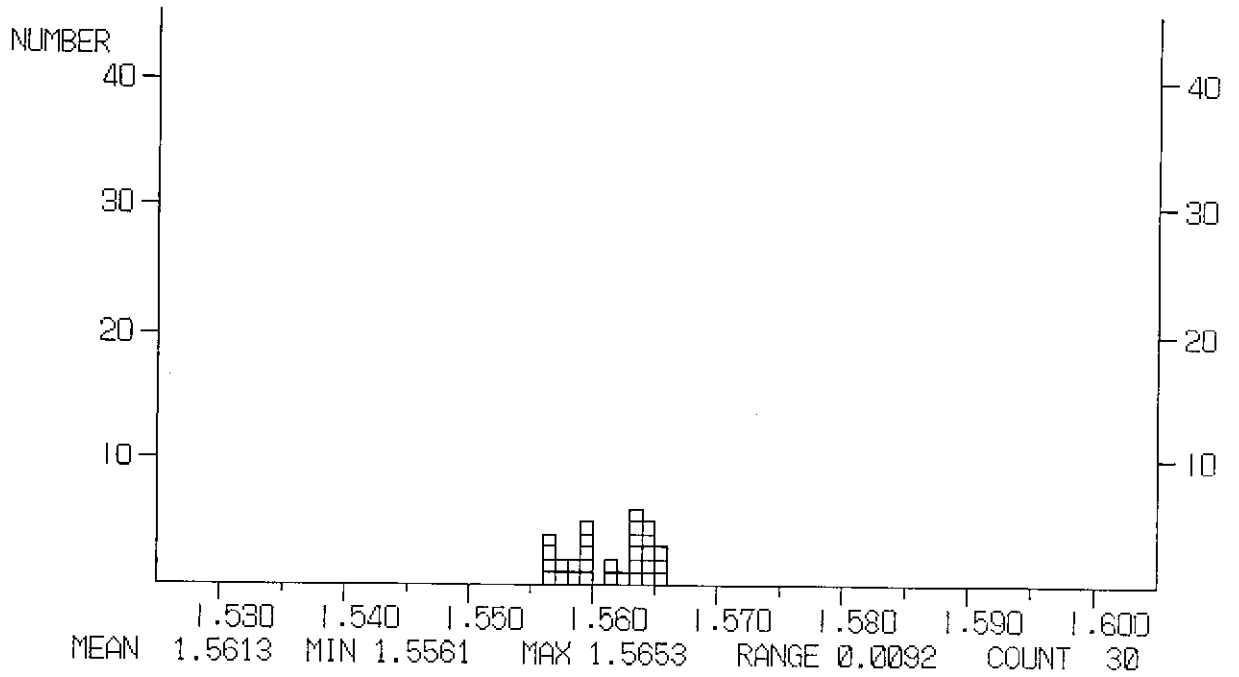


DATA LIST

1.5640	1.5630	1.5627	1.5622	1.5621	1.5617	1.5615	1.5612
1.5609	1.5605	1.5596	1.5593	1.5589	1.5585	1.5582	1.5576
1.5576	1.5567	1.5564	1.5562	1.5557	1.5549	1.5551	1.5557
1.5562	1.5571	1.5575	1.5580	1.5583	1.5584	1.5589	1.5599
1.5602	1.5603	1.5605	1.5609	1.5615	1.5618	1.5624	1.5625
1.5628							

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : K-3 LOCALITY : ASO NAMINOSON

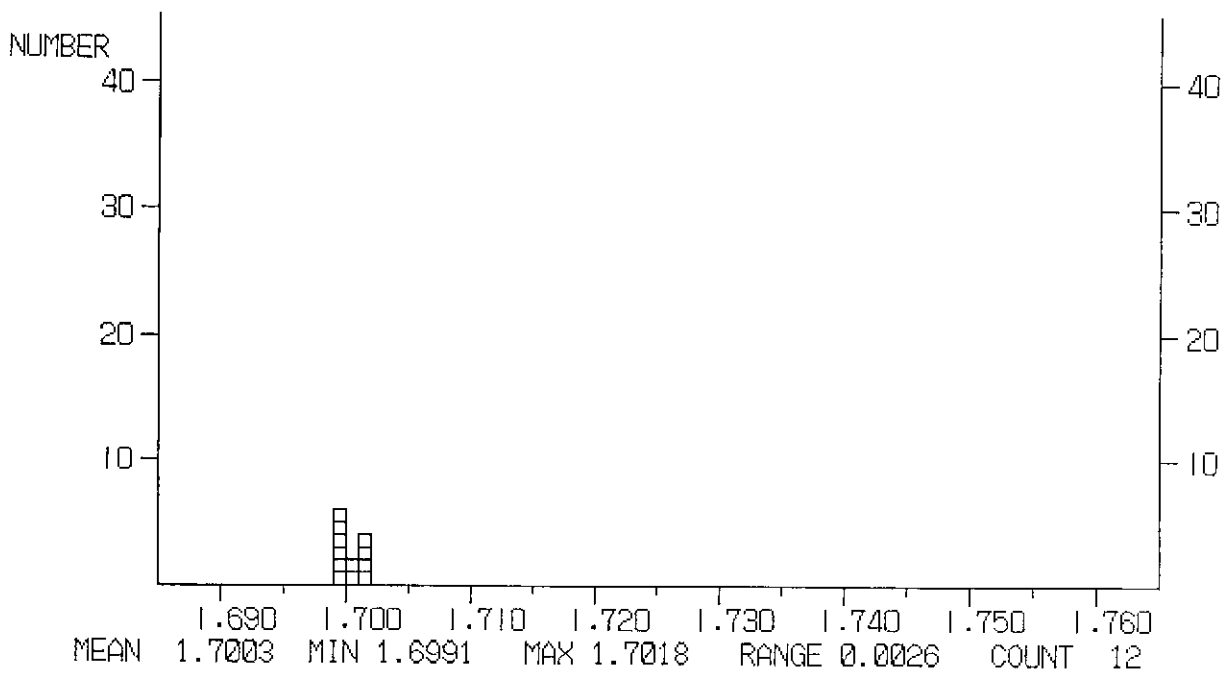
Glass



DATA LIST							
1.5637	1.5635	1.5633	1.5632	1.5631	1.5620	1.5598	1.5592
1.5585	1.5572	1.5561	1.5564	1.5575	1.5591	1.5595	1.5614
1.5625	1.5633	1.5642	1.5645	1.5651	1.5652	1.5653	1.5647
1.5644	1.5641	1.5589	1.5567	1.5569	1.5593		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : KJB2-0P LOCALITY : KUJU B POINT

Pyroxene

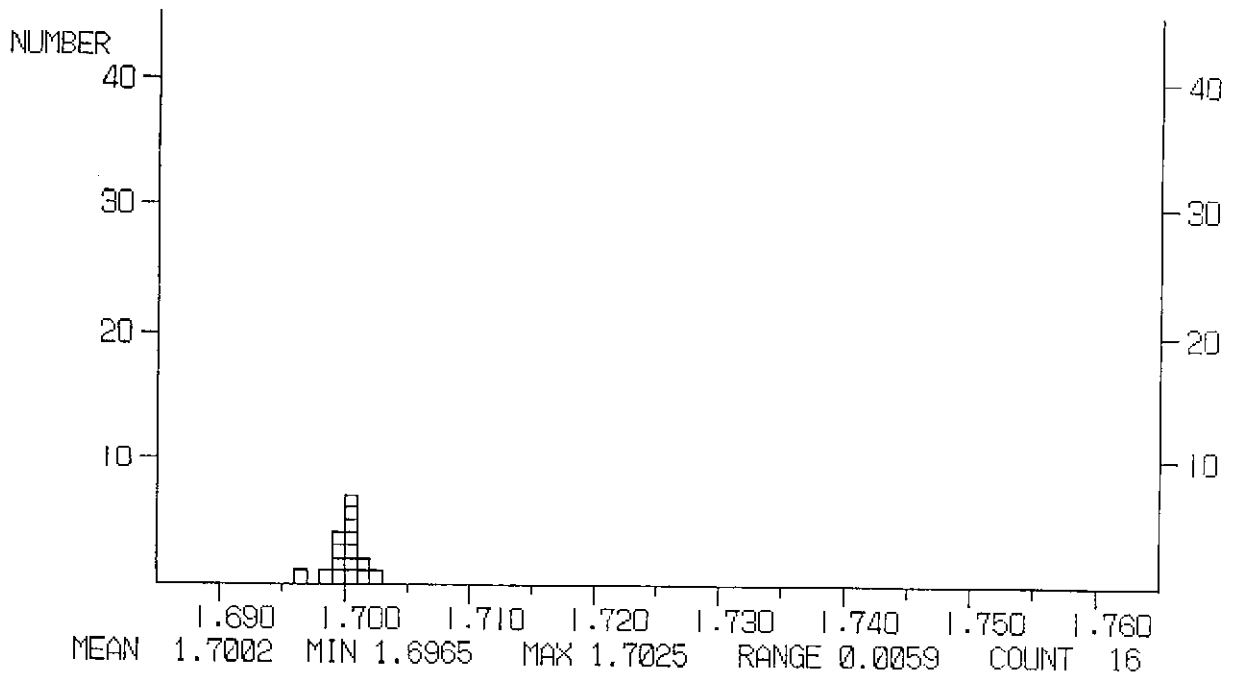


DATA LIST

1.6999	1.7012	1.7018	1.6997	1.7006	1.7011	1.6999	1.6995
1.6991	1.6994	1.7010	1.7006				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : K-1D-OP LOCALITY : KOMEKUBO KUJU

Pyroxene



DATA LIST

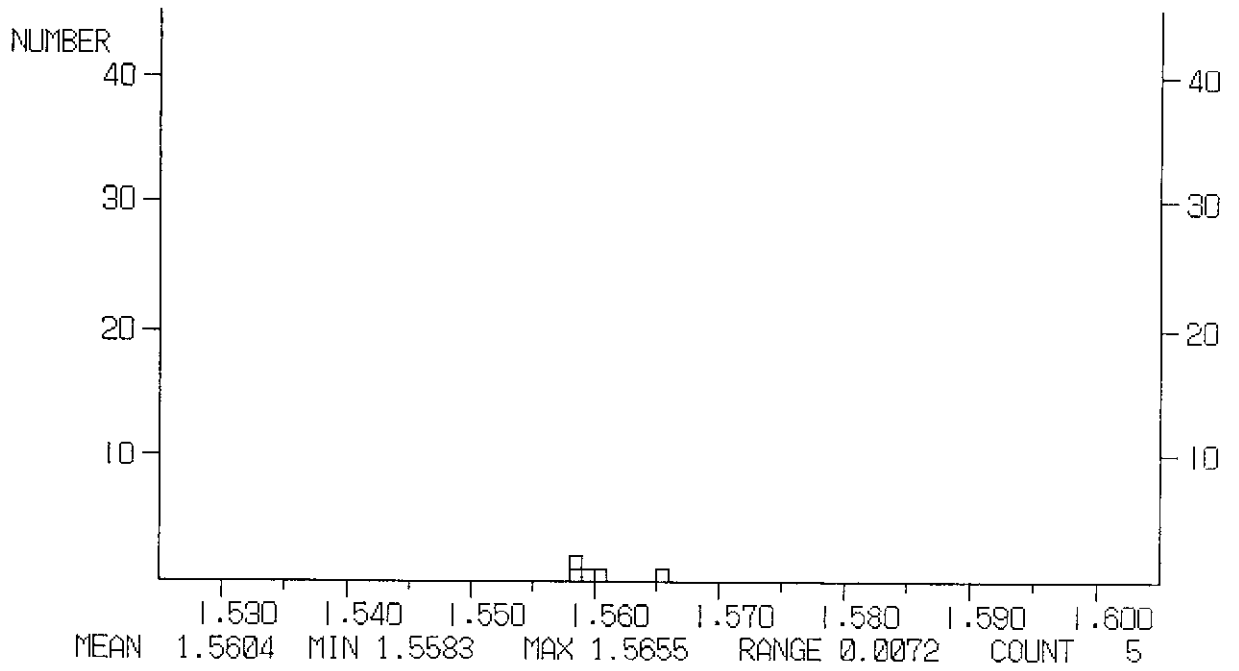
1.7005	1.7005	1.7006	1.7000	1.7011	1.6998	1.6987	1.7001
1.7002	1.7000	1.6965	1.6999	1.7001	1.7006	1.7025	1.7016

くじゅう連山黒岳北東山麓
庄内町高津原地点

火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率データ

***** REFRACTIVE INDEX *****
SAMPLE NAME : HAKU-4LB LOCALITY : KUJU NE HAKUSUI

Glass

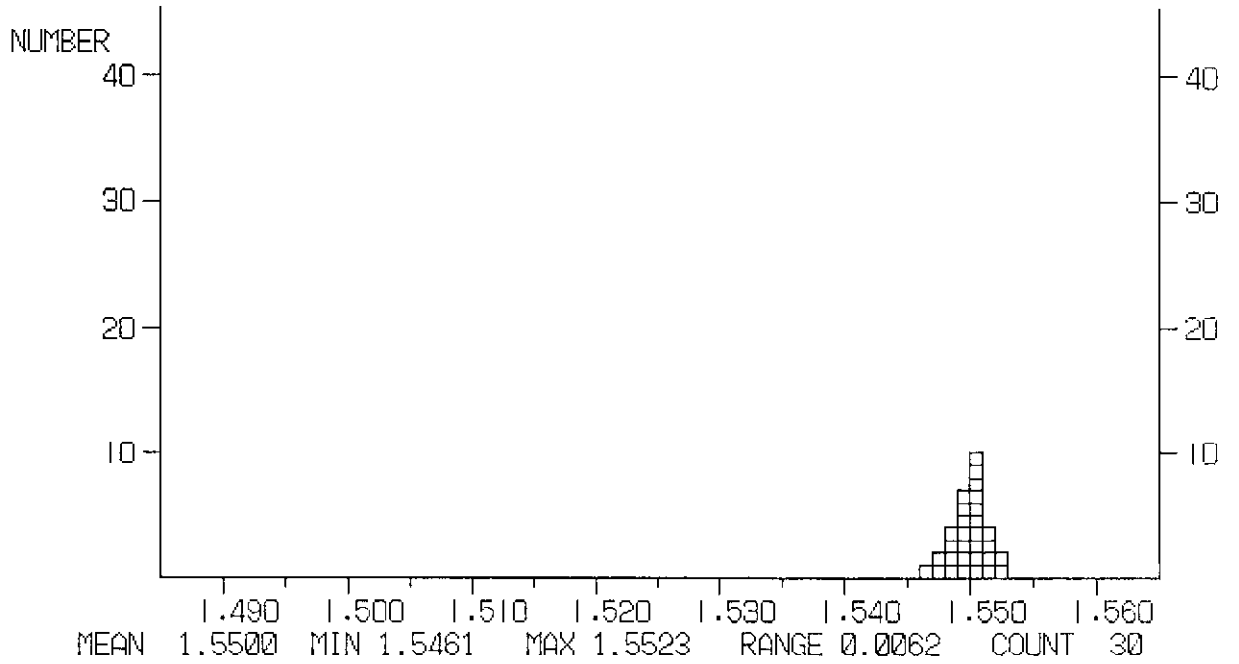


DATA LIST

1.5596 1.5584 1.5583 1.5603 1.5655

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : HAKU06S (225P) LOCALITY : KUJU NE HAKUSUI

Glass

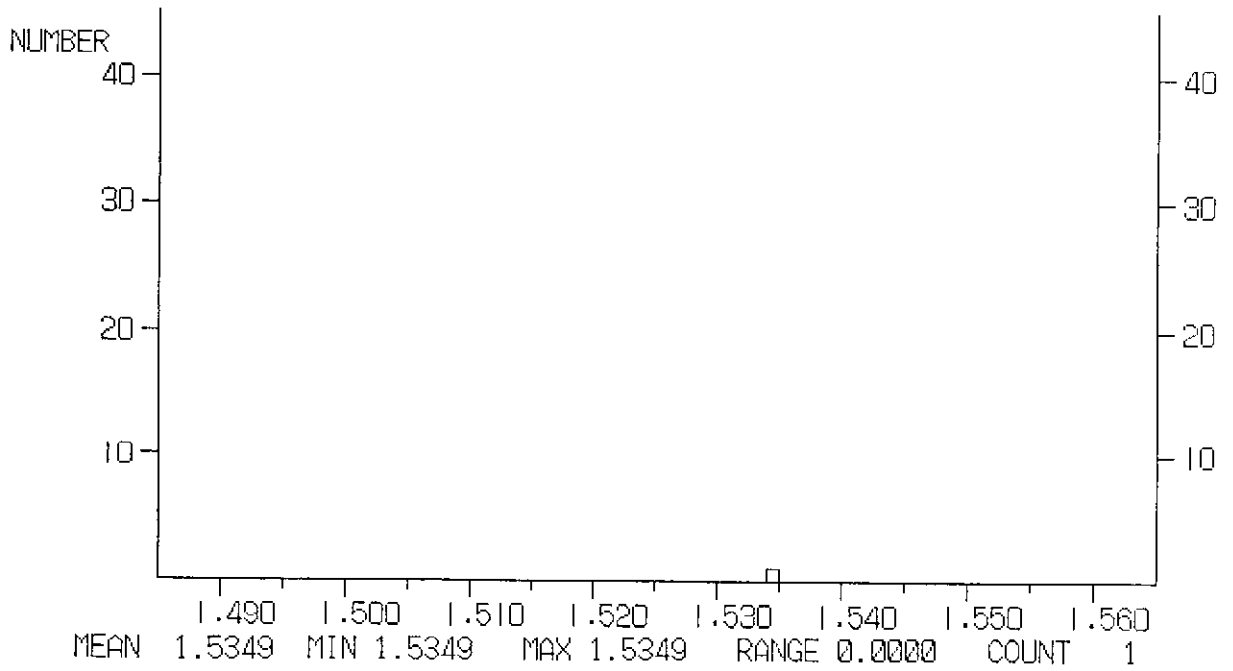


DATA LIST

1.5505	1.5500	1.5523	1.5519	1.5515	1.5511	1.5509	1.5507
1.5505	1.5498	1.5493	1.5488	1.5490	1.5503	1.5502	1.5500
1.5493	1.5506	1.5515	1.5522	1.5499	1.5501	1.5504	1.5500
1.5489	1.5479	1.5489	1.5490	1.5461	1.5471		

***** REFRACTIVE INDEX *****
SAMPLE NAME : HAKU07S (1.5349) LOCALITY : KUJU NE HAKUSUI

Glass

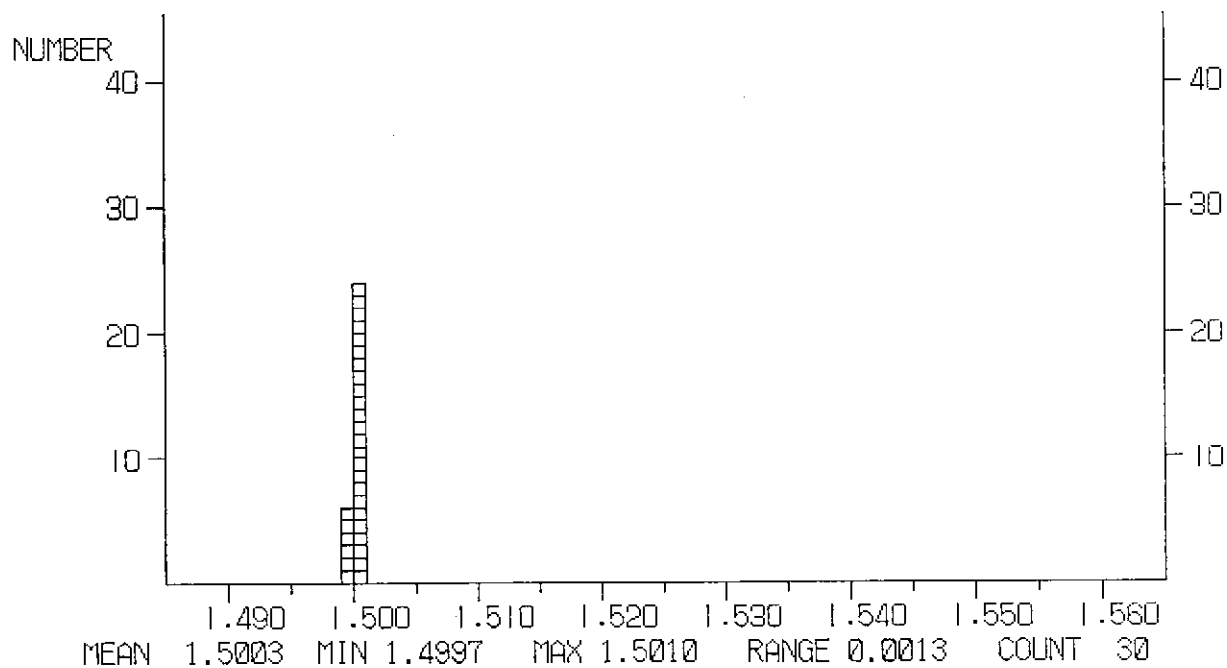


DATA LIST

1.5349

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : HAKU-17D LOCALITY : HOKUSUI KUJU NE

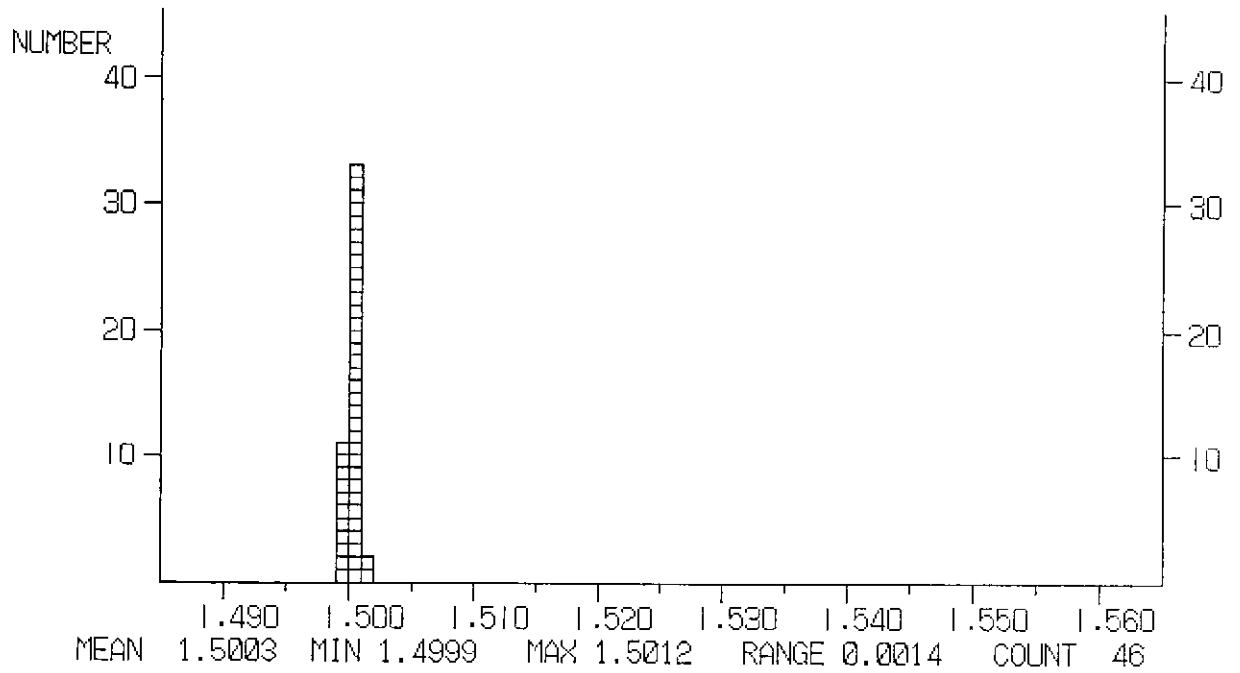
Glass



DATA LIST							
1.5010	1.5008	1.5007	1.5007	1.5007	1.5007	1.5007	1.5006
1.5006	1.5004	1.5004	1.5001	1.4999	1.4999	1.4997	1.4998
1.4999	1.5000	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	1.5003
1.5003	1.5003	1.5003	1.5003	1.5003	1.5008		

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : HAKU-20 LOCALITY : KUJU NE HAKUSUI

Glass



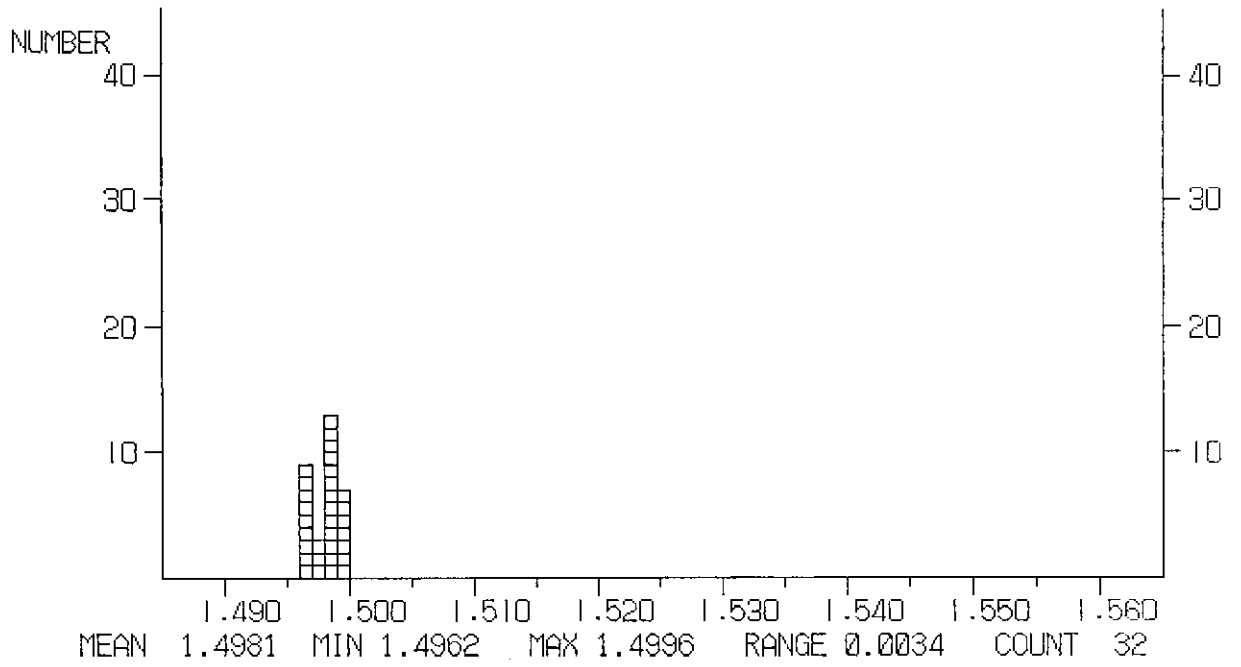
DATA LIST							
1.5012	1.5011	1.5010	1.5010	1.5010	1.5007	1.5007	1.5006
1.5006	1.5003	1.5003	1.5001	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000
1.5000	1.5000	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	1.5003
1.5005	1.5006	1.5006	1.5007	1.5007	1.5007	1.5007	1.5006
1.5006	1.5002	1.5002	1.5002	1.4999	1.4999	1.4999	1.4999
1.4999	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	1.5001	

由布岳南山麓登山道入口
Loc. 3 Loc. S = Loc. 4, S' E地点

火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率データ

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCS-1L LOCALITY : YUFU LOC S

Glass

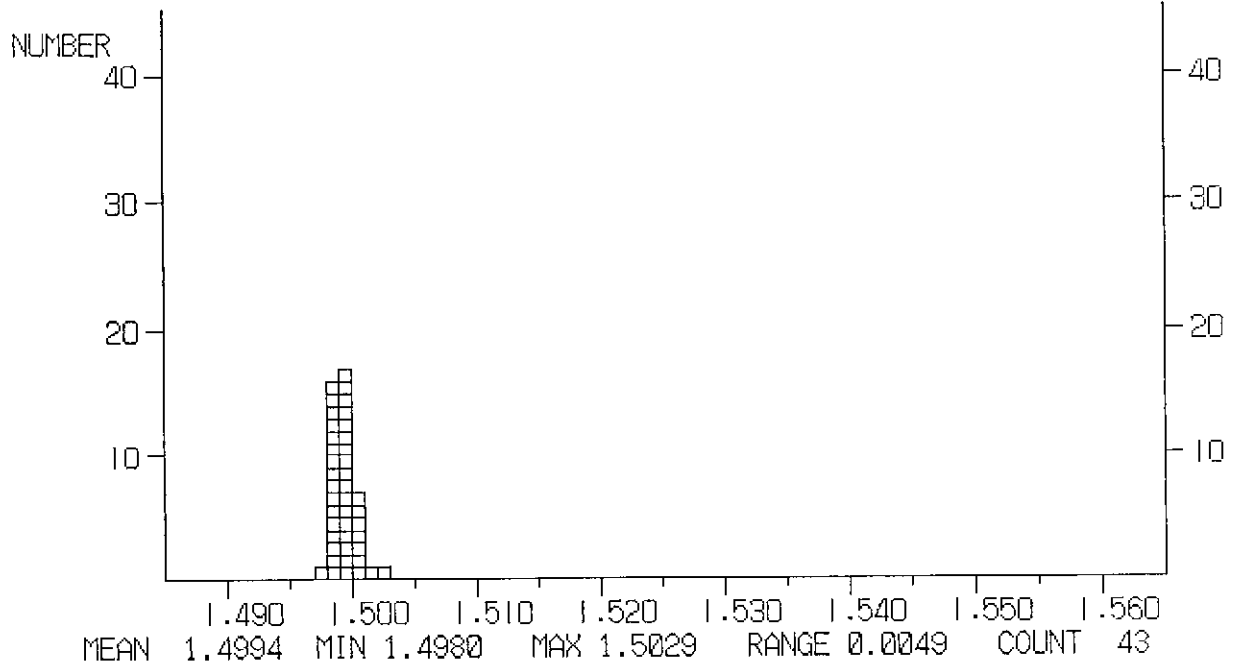


DATA LIST

1.4993	1.4991	1.4988	1.4986	1.4981	1.4980	1.4976	1.4972
1.4970	1.4969	1.4966	1.4965	1.4963	1.4962	1.4965	1.4969
1.4970	1.4981	1.4983	1.4984	1.4986	1.4987	1.4989	1.4989
1.4990	1.4992	1.4996	1.4992	1.4991	1.4985	1.4984	1.4982

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCS-2 LOCALITY : YUFU LOC S

Glass



DATA LIST

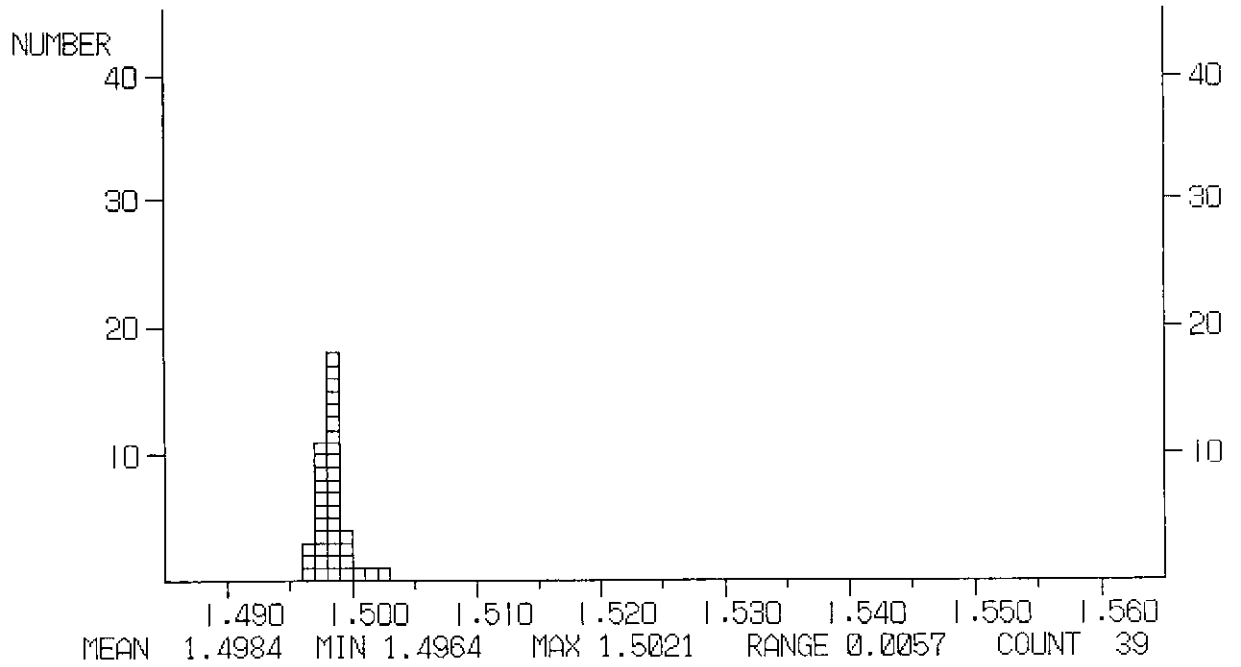
1.5029	1.5016	1.5008	1.5005	1.5004	1.4999	1.4997	1.4996
1.4994	1.4992	1.4993	1.4994	1.4995	1.4998	1.4999	1.4999
1.5002	1.5004	1.5005	1.5003	1.4998	1.4989	1.4988	1.4987
1.4985	1.4984	1.4983	1.4984	1.4985	1.4985	1.4986	1.4988
1.4989	1.4990	1.4992	1.4992	1.4994	1.4994	1.4993	1.4986
1.4983	1.4982	1.4980					

***** REFRACTIVE INDEX *****

Glass

SAMPLE NAME : LOCS-3

LOCALITY : YUFU YA1 PINK

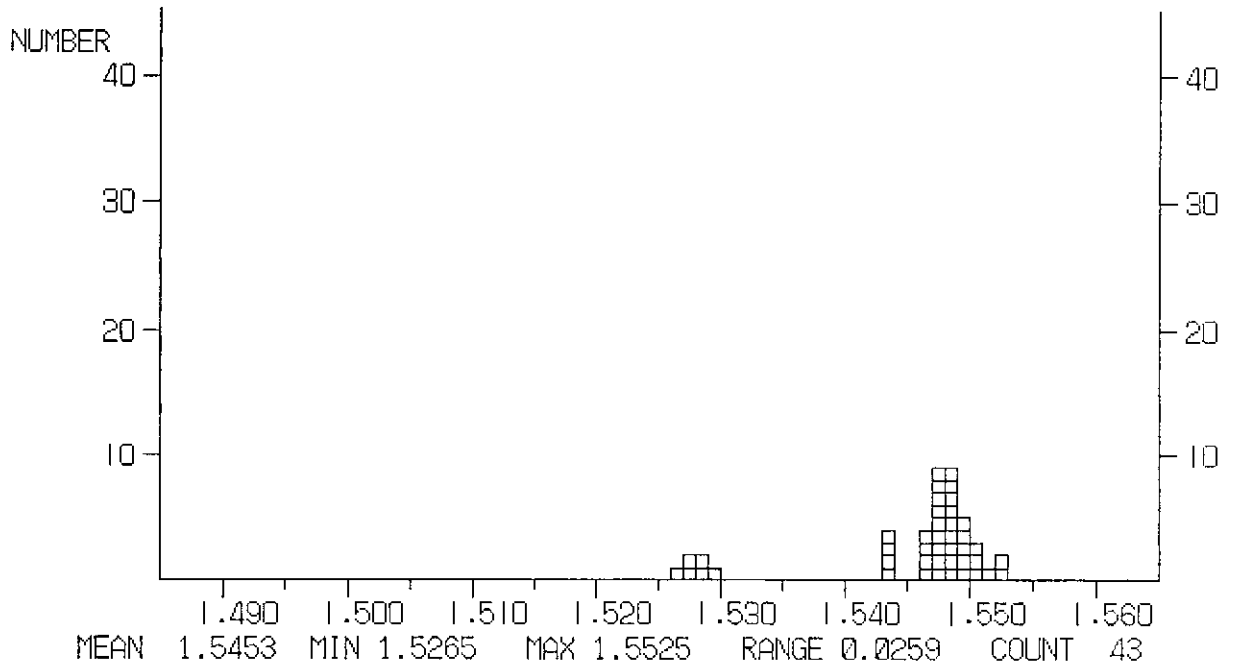


DATA LIST

1.5021	1.5017	1.5002	1.4998	1.4996	1.4993	1.4989	1.4988
1.4984	1.4981	1.4979	1.4977	1.4976	1.4970	1.4970	1.4967
1.4964	1.4970	1.4971	1.4974	1.4978	1.4980	1.4981	1.4982
1.4984	1.4986	1.4990	1.4985	1.4983	1.4982	1.4979	1.4980
1.4980	1.4983	1.4985	1.4985	1.4987	1.4989	1.4990	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCS-6 LOCALITY : YUFU NONOKUSA

Glass

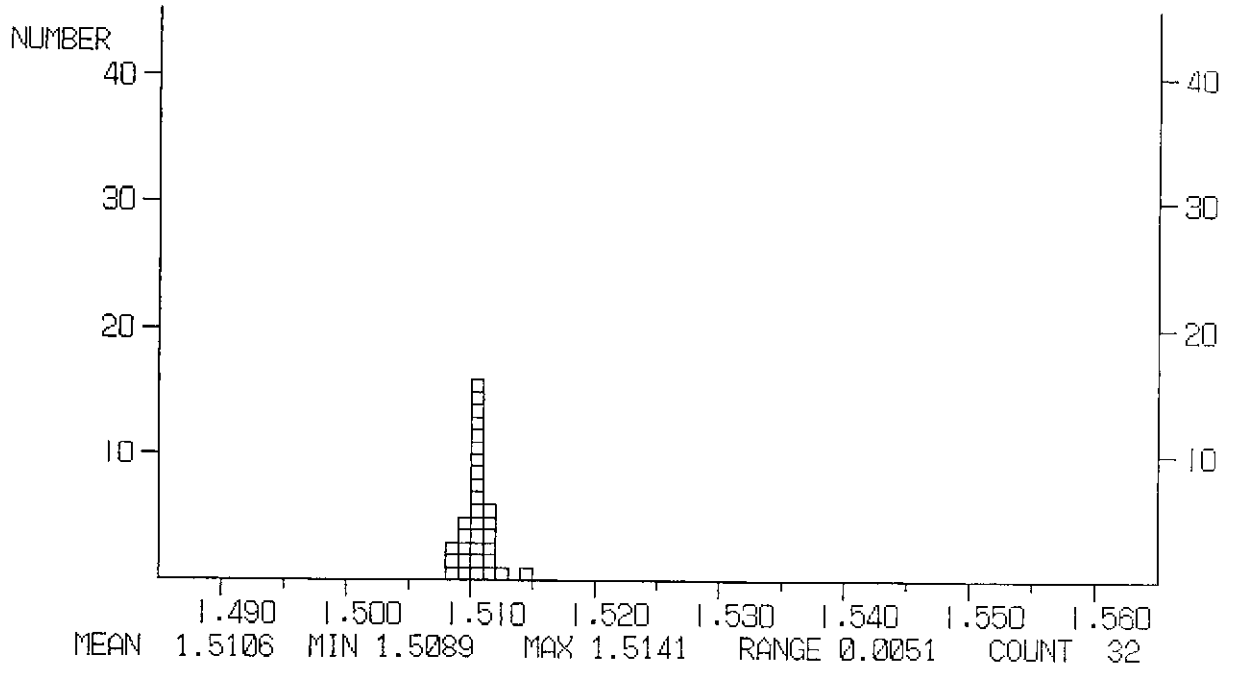


DATA LIST

1.5525	1.5521	1.5513	1.5500	1.5489	1.5483	1.5481	1.5479
1.5478	1.5472	1.5471	1.5466	1.5463	1.5468	1.5469	1.5472
1.5473	1.5475	1.5478	1.5479	1.5481	1.5483	1.5485	1.5486
1.5489	1.5492	1.5495	1.5496	1.5505	1.5507	1.5509	1.5491
1.5488	1.5440	1.5433	1.5435	1.5430	1.5293	1.5284	1.5281
1.5270	1.5265	1.5278					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCS-7 LOCALITY : YUFU LOC S

Glass

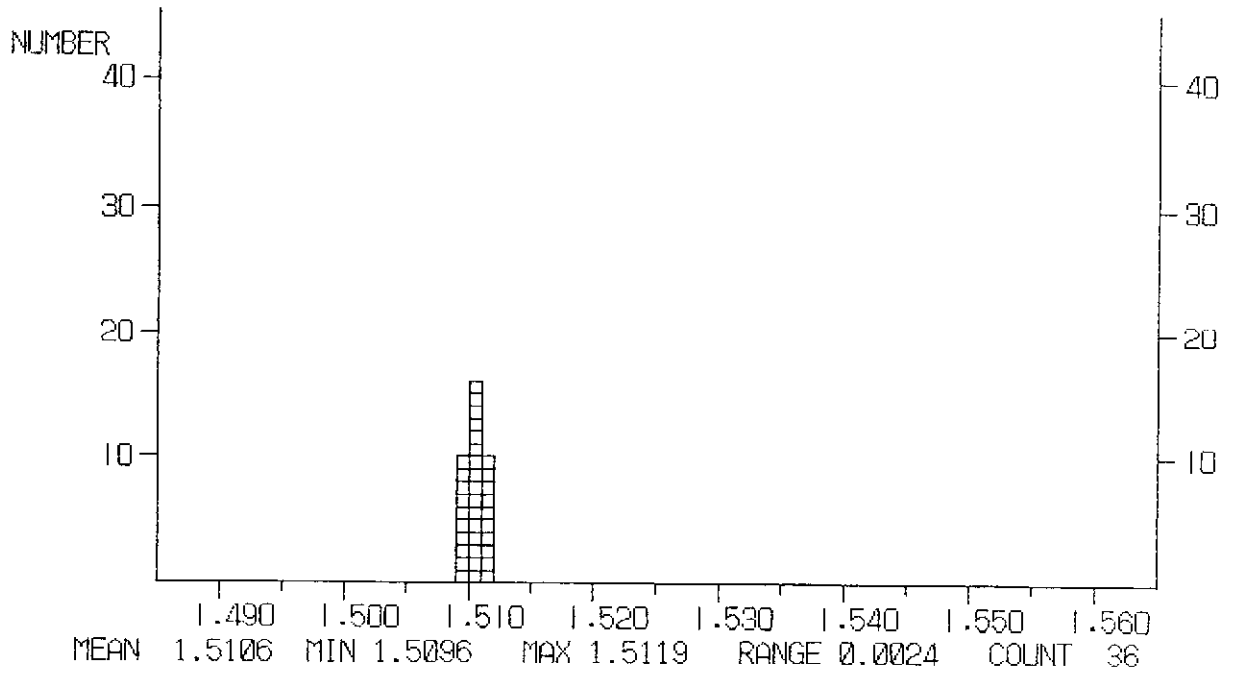


DATA LIST

1.5141	1.5122	1.5118	1.5117	1.5115	1.5113	1.5110	1.5109
1.5108	1.5107	1.5104	1.5102	1.5101	1.5096	1.5094	1.5089
1.5090	1.5090	1.5096	1.5098	1.5099	1.5101	1.5103	1.5103
1.5104	1.5105	1.5105	1.5106	1.5107	1.5110	1.5112	1.5113

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : YLO3K-AH LOCALITY : YUFU SIGEMI K-Ah

Glass

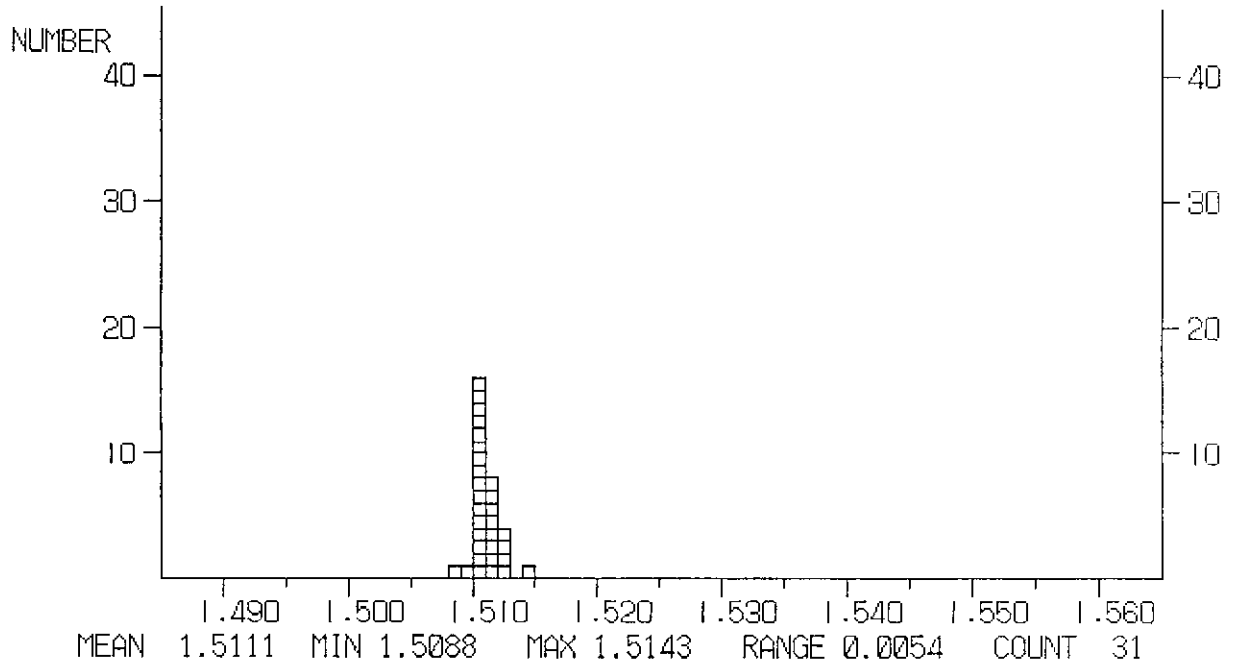


DATA LIST

1.5118	1.5118	1.5109	1.5107	1.5108	1.5109	1.5113	1.5115
1.5116	1.5116	1.5119	1.5119	1.5118	1.5109	1.5106	1.5105
1.5105	1.5104	1.5102	1.5101	1.5099	1.5099	1.5098	1.5098
1.5097	1.5097	1.5096	1.5096	1.5098	1.5100	1.5101	1.5102
1.5103	1.5106	1.5108	1.5112				

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCS-8 LOCALITY : YUFU LOC S

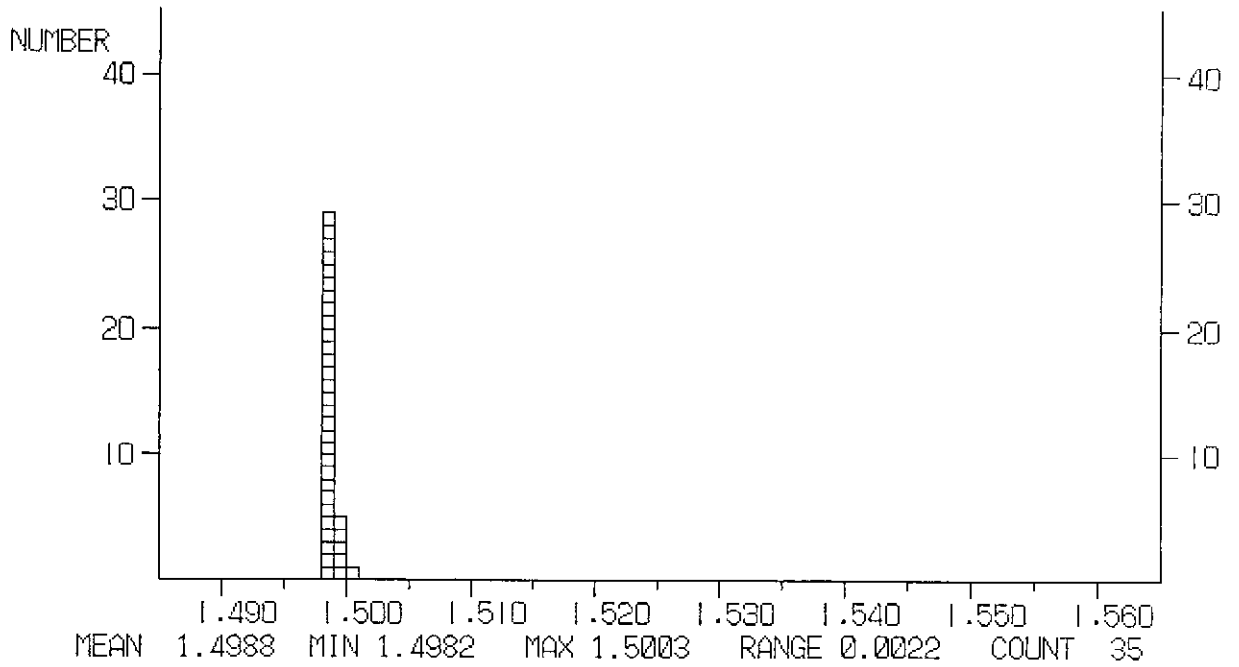
Glass



DATA LIST							
1.5143	1.5129	1.5123	1.5123	1.5120	1.5118	1.5117	1.5115
1.5112	1.5111	1.5110	1.5108	1.5107	1.5106	1.5105	1.5105
1.5104	1.5104	1.5106	1.5106	1.5107	1.5108	1.5108	1.5111
1.5112	1.5111	1.5110	1.5107	1.5105	1.5097	1.5088	

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCE-AT LOCALITY : YUFU LOC.E

Glass

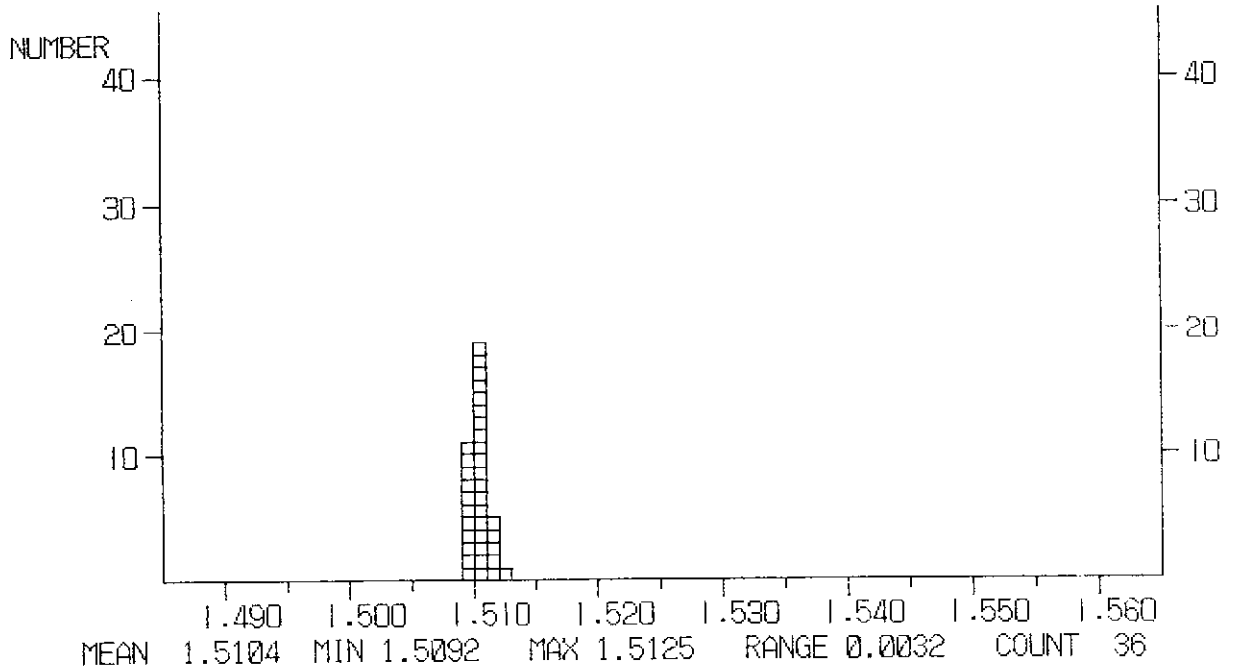


DATA LIST

1.5003	1.4996	1.4994	1.4990	1.4990	1.4990	1.4990	1.4990
1.4989	1.4989	1.4986	1.4984	1.4985	1.4985	1.4985	1.4985
1.4985	1.4986	1.4987	1.4990	1.4990	1.4990	1.4990	1.4984
1.4982	1.4982	1.4983	1.4984	1.4984	1.4985	1.4988	1.4990
1.4991	1.4993	1.4994					

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : YLOC3-8 LOCALITY : YUFU SIGEMI 8

Glass

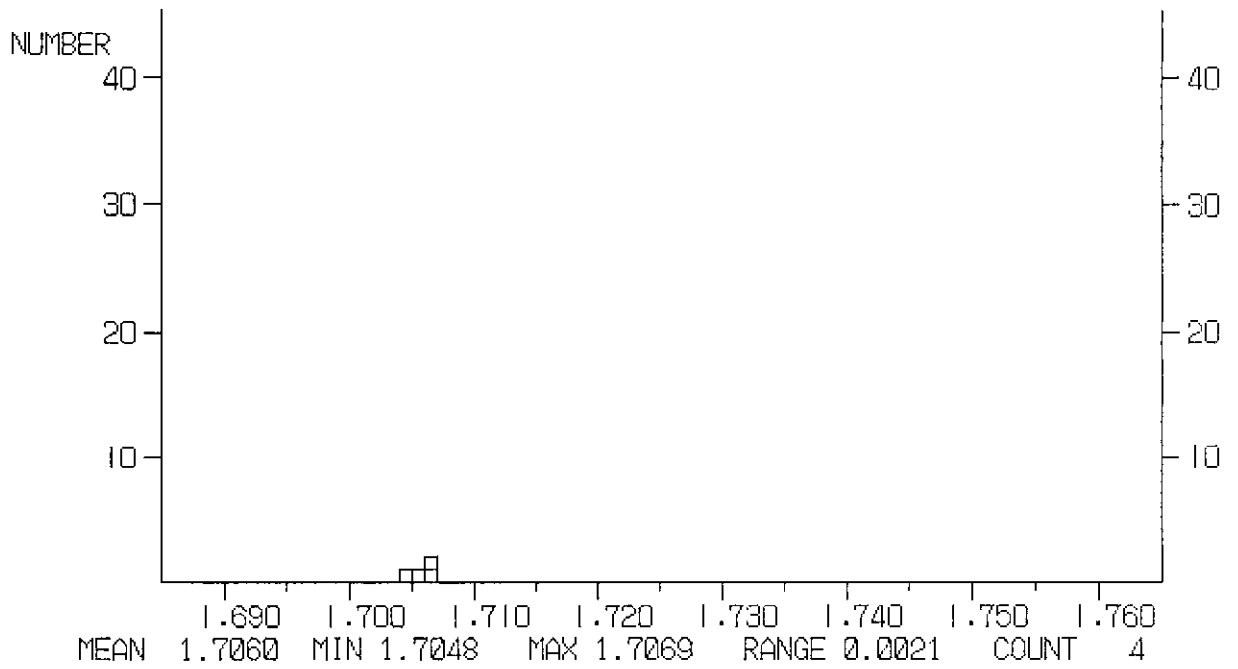


DATA LIST

1.5110	1.5104	1.5103	1.5102	1.5100	1.5098	1.5096	1.5095
1.5096	1.5100	1.5102	1.5102	1.5103	1.5103	1.5105	1.5106
1.5108	1.5109	1.5110	1.5120	1.5125	1.5118	1.5114	1.5112
1.5111	1.5109	1.5104	1.5101	1.5101	1.5100	1.5099	1.5097
1.5096	1.5094	1.5093	1.5092				

***** REFRACTIVE INDEX *****
SAMPLE NAME : LOCS-30P LOCALITY : YUFU YA1 PINK

Pyroxene

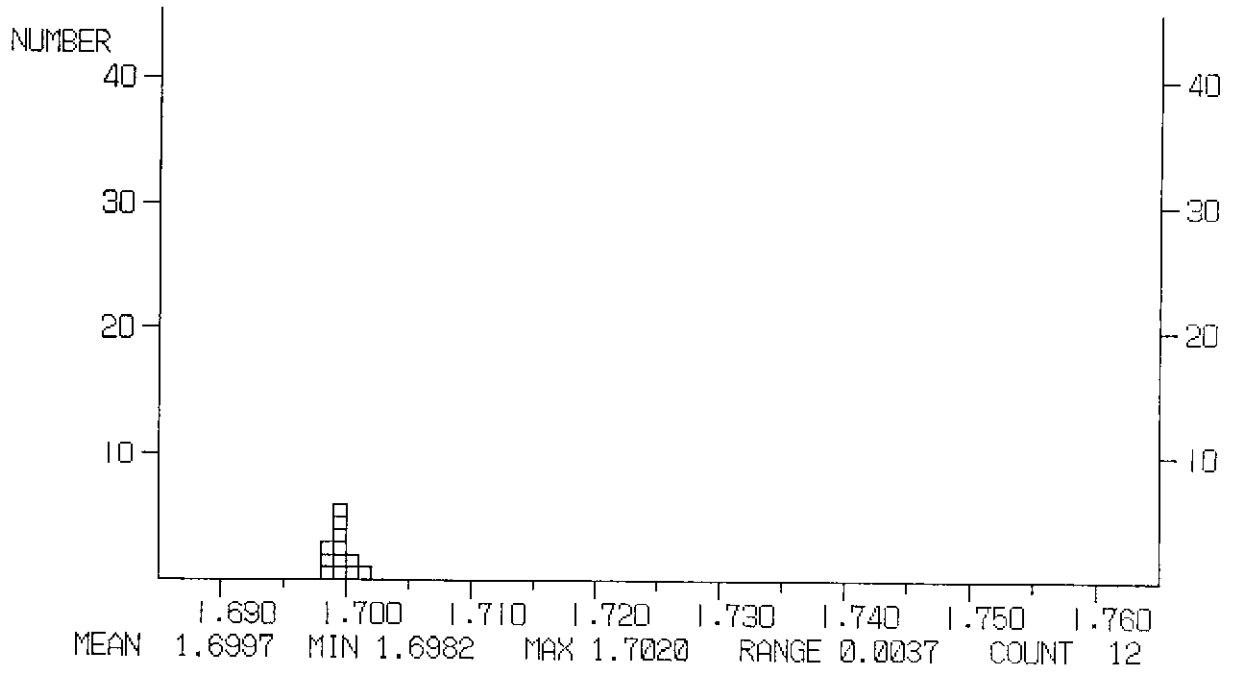


DATA LIST

1.7064 1.7069 1.7059 1.7048

***** REFRACTIVE INDEX *****
 SAMPLE NAME : LOCS-60P LOCALITY : YUFU LOC.S-6

Pyroxene



DATA LIST

1.7002	1.6997	1.7002	1.6993	1.6995	1.7020	1.6995	1.6982
1.7000	1.7000	1.6987	1.6988				