

火山ガラス原料の賦存状況と特性

窯業部 神野好孝, 袖山研一, 中重 朗, 田畑一郎

Occurrence and Characteristics of Volcanic Glasses for Raw Materials

Yoshitaka KAMINO, Ken'ichi SODEYAMA, Akira NAKASHIGE, and Ichiro TABATA

産地及び堆積年代の異なる吉田シラス, 新城シラス, 加久藤シラスを試料として比較した結果, 二次シラスは, 良く淘汰されて粒径が揃っており, 火山ガラス質を90%以上含有し, 結晶質鉱物が少ないこと, 一次シラス(入戸火砕流)は粒径範囲が広く, 火山ガラス質の含有は60%程度で, 結晶質鉱物の含有も多いこと, 化学組成の中で Ig. loss は吉田シラス>加久藤シラス>新城シラスの順で減少すること, 火山ガラス質の形状は産地及び堆積年代が異なってもほとんど差がないが, 表面は堆積年代が古いと風化作用による浸食及び溶出に起因すると思われる微細な痕跡が多数見られることなどがわかった。

1. 緒 言

シラスを工業原料として利用する場合, 粉碎, 分級, 磁選などシラスの精選ということが問題となる。すなわち天然のシラス(一次シラス)中には大小の軽石礫, 安山岩及び砂岩・頁岩を主とする外来礫のほか, 長石・ガラス・石英・紫蘇輝石・磁鉄鉱そのほかの鉱物が混在している。

ところが, 県下には以上のような精選処理が淘汰作用というかたちですでに天然に行われている, いわゆる二次シラスが存在している。

そこで, 本研究では原料としてのシラスの賦存状況と特性を把握するために, 県内の一次シラス及び二次シラスの代表的な産地三ヶ所について, 文献調査及び現地調査と分析を行った。二次シラスの試料としては, 吉田町に産する吉田シラスと宮崎県えびの市に産する加久藤シラスを用い, 一次シラスとして垂水市新城産のシラス(入戸火砕流)を用いた。

2. 実験方法

吉田シラスの試料は採取業者から購入したものを用いた。新城シラスの試料は採取業者が3mm以下に分級し, 主に稲育苗用培土原料として販売しているものを購入して, 用いた。

加久藤シラスは採取業者が主にシラスバルーン原料として0.075~0.6mmに粒度調整してあるものを購入して用いた。

原料はいずれも未乾燥のものを購入し, 50℃で2昼夜乾燥した後, 以下の実験に供した。ふるい分けによる粒度分析は22, 38, 75, 150, 300, 600, 1180, 2360 μ mの網ふ

るいを用い, 電磁式振動ふるいで湿式でふるい分け, 乾燥して構成比を求めた。着磁物はふるい分けた試料の一部を採り永久磁石を使用して, 乾式により分離した。火山ガラス質の含有量は, ふるい分けた試料の一部を重液分離管に採り比重2.4の重液を用いて, 遠心分離器で3000 rpm 10分間保持して浮沈分離し, 浮揚物を火山ガラス質とし, 沈降物を火山ガラス質以外の鉱物として回収した。火山ガラス質とその他の鉱物は理学電機(株)製X線回析装置RAD-II Bを用い, 40 kV, 30 mAの条件で粉末X線回析パターンを測定した。化学分析は重液分離した火山ガラス質についてのみ行った。また各試料の粒度構成で最も比率の多い粒分の火山ガラス質については電子顕微鏡写真と熱重量測定-示差熱分析(TG-DTA)を行った。

3. 結 果

3. 1 吉田シラス

3. 1. 1 吉田シラスの賦存状況

吉田シラスは鹿児島郡吉田町東部の桑の丸~籠にかけて賦存する火山ガラスの二次堆積物である。大塚・西井上¹⁾によれば, この堆積層は更新世前期(約100万年前)の内湾浅海域に堆積した国分層群隼人層の一部である。隼人層は隼人町小浜から朝日にかけての地域, 始良町黒葛野から日本金にかけける地域, 吉田町桑の丸付近にかけて分布し, 層厚は120mである。走向・傾斜は, 全域を通じてほぼ水平であるが, 大局的には緩く南へ傾斜している。砂層, 砂礫層, シルト層, 凝灰岩からなる。全体としては下部はシルト層が, 上部は砂層が卓越する。魚類, 海棲貝類, ウニ

類、植物の化石を産する。表1に鹿児島湾北部沿岸地域の層序表を示す。

吉田シラスとよぶ火山ガラス層は、吉田桑の丸付近で隼人層の上部約10 mに白色を呈する塊状の凝灰岩として累重し、一般に“クレンザー層”と呼ばれ、磨き砂として嫁

行されていた。大塚ら¹⁾はこの凝灰岩を“麓凝灰岩”と呼び、町田ら²⁾が“吉田白色火山灰層”と称したものに相当する。麓凝灰岩は他の地域には発達せず、桑の丸一帯における隼人層の鍵層となっている。図1に隼人層の等層高線図を示す。

表1 鹿児島湾北部沿岸地域の層序表¹⁾

地質年代	地層名	層厚 (m)	編年 ³⁾ (10 ³ 年前)			
第 四 紀	完新世	沖積層	5	10.0		
	更 新 世	蒲生火山碎屑岩類	12+		150.0	
		後 期	入戸火砕流堆積物			80
			亀割坂角礫層			2
			妻屋火砕流堆積物			15
			大隅降下軽石堆積物			0.5
			蒲生火砕流堆積物			10
			五反田層			12
			地久里火砕流堆積物			50
	中期	吉田貝層	5	800.0		
	新 世	前 期	清水流紋岩		2000.0	
			分 群	隼人層【利用対象層】		120
				小田火砕流堆積物		70
				新期安山岩類 1 湯湾岳安山岩 2 青敷安山岩 3 西餅田安山岩		
				蒲生層		90
				鍋倉火砕流堆積物		60+
加治木層				70+		
先加治木安山岩類 1 沢馬場安山岩 2 木津志安山岩 3 北野安山岩 4 上獄安山岩 5 麓安山岩						
永野層				50+		
永野層				50+		
鮮新世	先永野火山岩類					

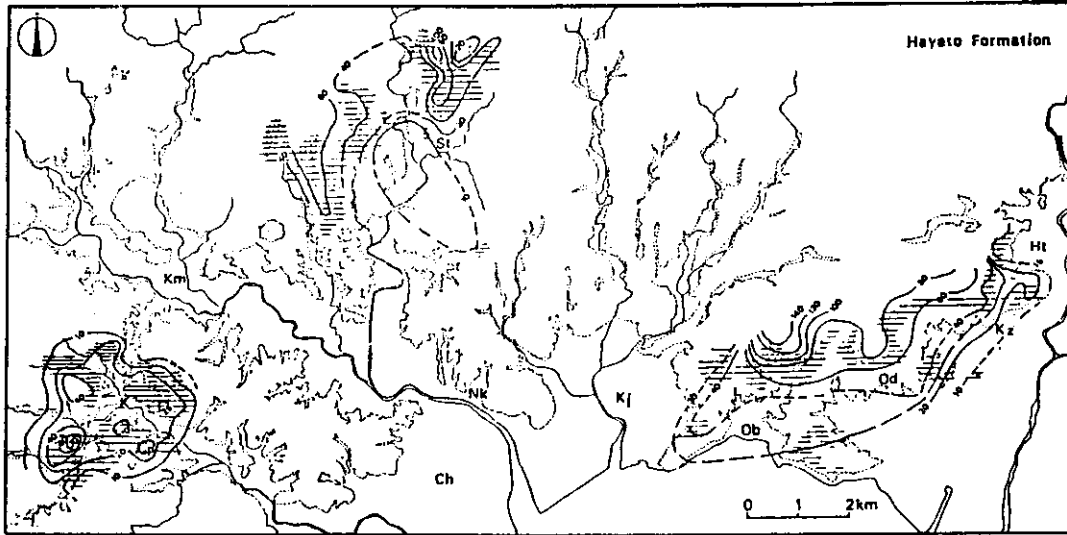


図1 準人層の等層厚線図： K:桑の丸 Km:蒲生 Ch:帖佐 Hb:雑場 Ht:日当山 Kj:加治木 Kz:鹿児島神宮 Nk:鍋倉 Ob:小浜 Od:小田 St:瀬戸段

3. 1. 2 吉田シラスの性質

表2に吉田シラスの粒度構成及び火山ガラス質・着磁物の含有量，表3に火山ガラス質の化学組成，図2にX線回折パターン，図3に22~38 μmの火山ガラス質の電子顕微鏡写真，図4に22~38 μmの火山ガラス質のTG-DTG曲線を示す。

吉田シラスの粒度構成は75 μm以下の微細粒分が大半を占め，75 μm以上の粒分は少ない。鉱物組成は，ほとんど火山ガラス質からなり，極微量の石英・斜長石・磁鉄鉱等を含む。化学組成は22 μm以下の微粒においてNa₂Oが若干少ないが，他は各粒径区分ではほとんど差はない。形状はいわゆる火山ガラス質に特徴的な多孔質針状集合状を呈するが，表面には永年の風化作用により浸食及び溶出に起因すると思われる微細な痕跡が多数みられる。TG曲線では100℃付近から脱水による重量減が開始し，700℃付近まで連続的に減少し，総減量は7%弱である。DTGにおいてTGの減少率が最大になる温度は300℃付近である。

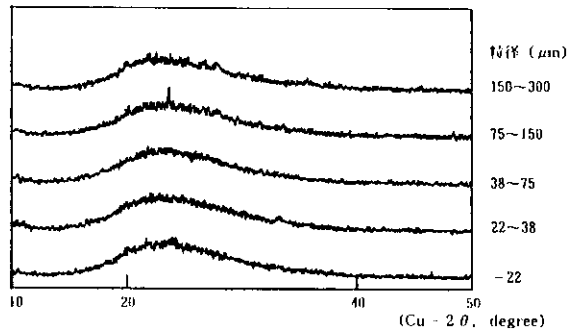
表3 吉田シラス中の火山ガラス質の粒度別化学組成

粒径区分 (μm)	SiO ₂ (wt%)	TiO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	Fe ₂ O ₃ (wt%)	MnO (wt%)	MgO (wt%)
150-300	69.73	0.29	12.87	1.80	0.17	0.30
75-150	69.83	0.30	13.01	1.94	0.14	0.35
38-75	70.17	0.28	12.52	1.57	0.06	0.34
22-38	70.26	0.28	12.44	1.59	0.06	0.30
-22	70.20	0.30	12.92	1.73	0.06	0.32

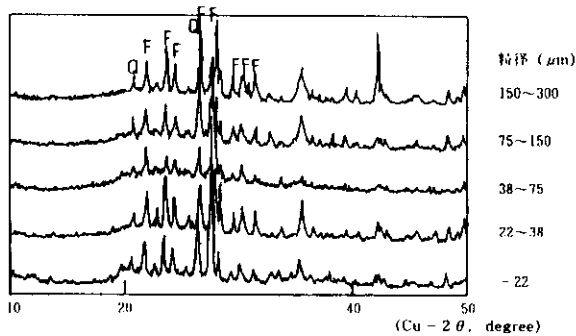
CaO (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	P ₂ O ₅ (wt%)	Ig.loss (wt%)
1.48	3.05	3.28	0.04	6.99
1.60	3.04	3.23	0.04	6.51
1.65	3.30	3.38	0.03	6.69
1.45	3.27	3.47	0.03	6.83
1.43	2.55	3.54	0.02	6.91

表2 吉田シラスの粒度構成及び火山ガラス質等含有量

粒径区分 (μm)	構成比 (wt%)	火山ガラス質 (wt%)	ガラス質以外の 鉱物 (wt%)	着磁物 (wt%)
+600	0.1	0.03	0.07	0.008
300 - 600	0.2	0.07	0.13	0.015
150 - 300	0.3	0.21	0.09	0.014
75 - 150	0.6	0.54	0.06	0.004
38 - 75	17.9	17.60	0.30	0.000
22 - 38	46.8	45.50	1.30	0.000
- 22	34.1	31.20	2.90	0.000
合計		95.15	4.85	0.041



火山ガラス質



火山ガラス質以外

図2 吉田ガラスのX線回析パターン F:長石 Q:石英



図3 吉田ガラスの火山ガラス質 (22~38 μm) の電子顕微鏡写真

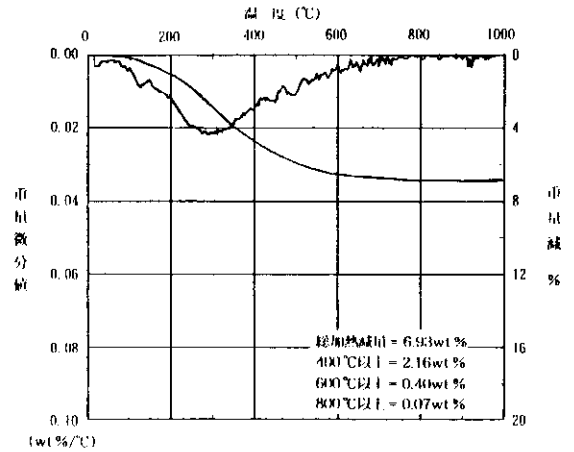


図4 吉田シラス中の火山ガラス質 (22~38 μm) のTG-DTG 曲線

3. 2 新城シラス

3. 2. 1 新城シラスの賦存状況

新城シラスは鹿児島で最も広く分布し、体積も最も大きい入戸火砕流堆積物から採取したものである。入戸火砕流は約2.2万年前、鹿児島湾奥部の始良カルデラを形成させた一連の噴火に伴って噴出したものである。荒牧¹⁾は、これらの火砕流堆積物が、最下部から降下軽石層（大隅降下軽石層）、細粒な火砕流堆積物（妻屋火砕流）、人頭大にも達する角礫層（亀割坂角礫層）、軽石や角礫を多く含む火砕流堆積物（入戸火砕流）からなり、妻屋火砕流と亀割坂角礫層との間に、わずかな時間間隙が存在すると報告している⁵⁾。これらの火砕流は南九州全域に“シラス大地”を形成して分布し、層厚は妻屋火砕流で130 m、入戸火砕流で140 mにも達し、鹿児島県の全土及び宮崎県、熊本県の南部に分布する総量は約90km³と見積もられている⁵⁾。表4に鹿屋-南大隅地域の第四系の総序表を示す⁶⁾。図5に垂水市新城付近の地質図を示す⁷⁾。

3. 2. 2 新城シラスの性質

表5に新城シラスの粒度構成及び火山ガラス質・着磁物の含有量、表6に火山ガラス質の化学組成、図6にX線回析パターン、図7に75~150 μmの火山ガラス質の電子顕微鏡写真、図8に75~150 μmの火山ガラス質のTG-DTG曲線を示す。

新城シラスの粒度構成は38~2360 μmの間で各粒分にはほぼ均等に分布している。鉱物組成は300 μm以下ではほぼ70%以上が火山ガラス質であるが、300 μm以上では長石・石英等の結晶質鉱物が増加する。着磁物は300 μm以上及び22 μm以下に多く含有されている。火山ガラス質の化学組成では全体的に、けい酸の含有が多いが、Ig.loss

は3~5%と比較的少ない。形状はいわゆる火山ガラス質に特徴的な多孔質針状集合状を呈するが、吉田シラスにみられるような風化及び溶出の痕跡はみられない。TG 曲線

では100℃付近から脱水による重量減が開始し、700℃付近まで連続的に減少し、総減量は3%弱である。DTG において、TG の減少率が最大になる温度は400℃付近である。

表4 鹿屋-南大隅地域の第四系の層序表⁶⁾

地質年代		地層名	編年 ³⁾ (10 ³ 年前)		
第4紀	完新世	黑色火山灰層	10.0		
		開門岳降下軽石層			
	更新世	新期ローム層			
		笠野原砂礫層			
		砂泥層			
		入戸火砕流		軽石流堆積物【利用対象層】 溶結凝灰岩 軽石層	
		古期ローム層			
		垂水砂礫層			
		阿多火砕流		溶結凝灰岩(灰石) 軽石流堆積物 軽石流	
		大根占砂礫層			
	新世	中期		150.0	
		前期		800.0	
	新第三紀	鮮新世		後期	2000.0

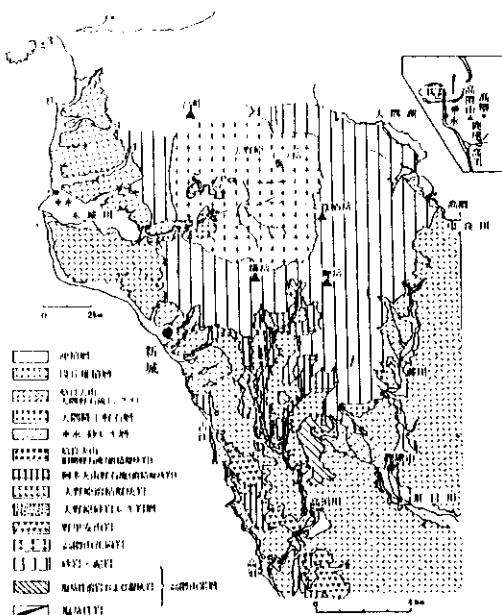


図5 垂水市新城付近の地質図⁷⁾

表5 新城シラスの粒度構成及び火山ガラス質等含有量

粒径区分 (μm)	構成比 (wt %)	火山ガラス質 (wt %)	ガラス質以外の鉱物 (wt %)	着磁物 (wt %)
+2360	0.3	0.13	0.17	0.14
1180-2360	8.1	3.37	4.73	0.76
600-1180	15.2	3.21	11.99	1.39
300- 600	14.9	6.97	7.93	1.42
150- 300	18.2	12.58	5.60	0.81
75- 150	17.1	14.81	2.27	0.36
38- 75	11.0	9.83	1.17	0.11
22- 38	5.7	5.03	0.67	0.04
-22	9.5	7.00	2.50	6.90
合計		62.93	37.03	11.93

表6 新城シラス中の火山ガラス質の粒度別化学組成

粒径区分 (μm)	SiO ₂ (wt%)	TiO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	Fe ₂ O ₃ (wt%)	MnO (wt%)	MgO (wt%)
300-600	74.47	0.19	12.56	1.70	0.05	0.24
150-300	74.52	0.13	12.45	1.43	0.05	0.16
75-150	74.67	0.13	12.43	1.28	0.05	0.14
38-75	74.86	0.13	12.31	1.10	0.05	0.13
22-38	74.52	0.14	12.28	1.09	0.05	0.14
-22	73.02	0.15	12.51	1.41	0.05	0.22

CaO (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	P ₂ O ₅ (wt%)	Ig.loss (wt%)
1.37	3.35	3.47	0.02	4.56
1.19	3.36	3.69	0.02	2.99
1.16	3.30	3.74	0.02	3.00
1.09	3.29	3.83	0.02	3.18
1.09	3.38	3.87	0.02	3.50
1.09	3.10	3.93	0.02	4.50

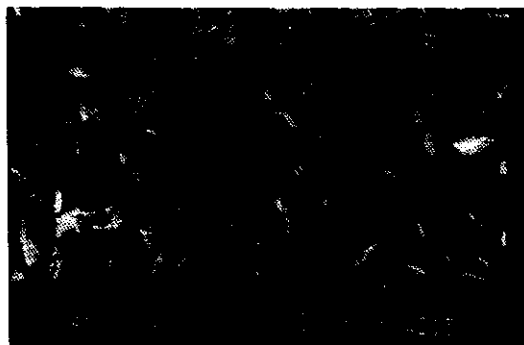
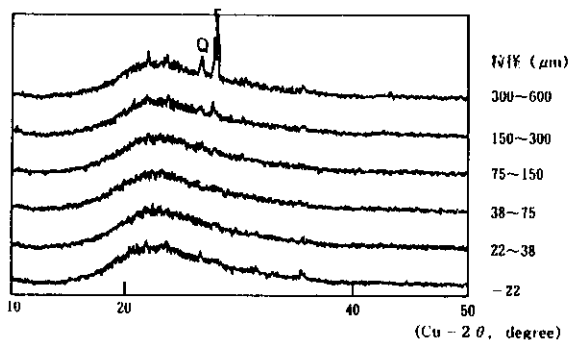
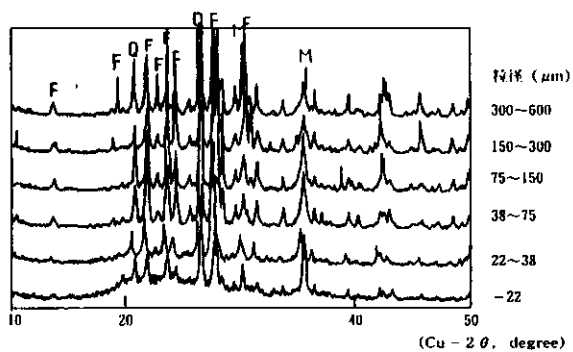


図7 新城シラスの火山ガラス質(75~150 μm)の電子顕微鏡写真



火山ガラス質



火山ガラス質以外

図6 新城シラスのX線回折パターン F:長石 Q:石英 M:磁鉄鉱

表7 加久藤盆地の層序表⁸⁾

地質年代		地層名	霧島火山群の活動	編集 ³⁾ (10 ³ 年前)	
第4紀	完新世	はんらん原・崩壊堆積物		10.0	
		日向ローム層			
	更新世	低位			
		段丘堆積物	中位		
			高位		
		白鳥砂礫層	飯盛山溶岩 甌岳溶岩		
		桃ヶ迫火山噴出物			
		加久藤層群	下浦層		
	新世	中期	久溝園層		
			藤層		上部層【利用対象層】白鳥山溶岩 中部層 入佐原凝灰角礫岩 下部層
池牟礼層		栗野岳溶岩			
加久藤溶結凝灰岩					
前期	国分層群相当層				
	霧島溶結凝灰岩				
鮮新世	後期	魚野・西野輝石安山岩類	2000.0		

3.3 加久藤シラス

3.3.1 加久藤シラスの賦存状況

加久藤シラスは加久藤盆地全域に広く分布する更新世後期(約3~10万年前)の淡水性湖沼堆積物である加久藤層群の一部と考えられている。伊田ら及び長谷らによれば加久藤層群は下位から池牟礼層、幣田層、溝園層、下浦層と命名されている⁸⁾。幣田層の模式地はえびの市真幸町京町南西方の幣田-池牟礼の峠付近で、主に火山灰層からなり、中部にシルト層を挟んでいる。幣田層は、下部層、中部層、上部層に細分され、これらは、池牟礼層を不整合に覆っている。現在、研削剤やシラスパルーン原料として採掘の対象となっている部分は、この層群のうち幣田層上部層と考えられる。

岩質は、無層理で軽石質の火山灰層で、層厚は約30mあり、直径5cm程度の軽石をしばしばふくむ。表7に加久藤盆地の層序表、図9に宮崎県加久藤盆地の地質図を示す。

3.3.2 加久藤シラスの性質

表8に加久藤の粒度構成及び火山ガラス質・着磁物の含

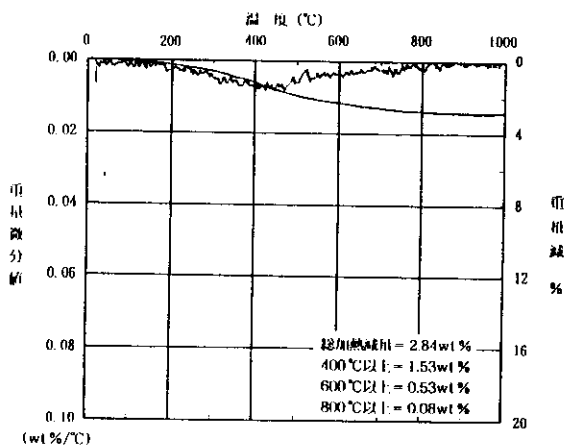


図8 新城シラスの火山ガラス質 (75~150 μ m) のTG-DTG曲線

有量, 表9に火山ガラス質の化学組成, 図10にX線回析パターン, 図11に75~150 μm の火山ガラス質の電子顕微鏡写真, 図12に75~150 μm の火山ガラス質のTG-DTG曲線を示す。加久藤シラスの粒度構成は30~300 μm の粒分が大部分を占め, 300 μm 以上の粗粒と38 μm 以下の微粒が少ない。各粒分ともほとんどが火山ガラス質が主体で, わずかに長石, 石英等を含む。化学組成でも各粒分間の差はほとんど無いが, 22 μm 以下の微粒分はNa₂Oが若干少ない。Igl. lossは4~6%と, 新城シラスより多く, 吉田シラスより少ない。形状はいわゆる火山ガラス質に特徴的な多孔質針状集合状を呈するが, 表面には吉田シラスと同様に風化作用による浸食及び溶出に起因すると思われる微細な痕跡が多数見られる。TG曲線では100℃付近から脱水による重量減が開始し, 700℃付近まで連続的に減少し, 総減量は4.5%程度である。DTGにおいて, TGの減少率が最大になる温度は400℃付近である。

表9 加久藤シラスの火山ガラス質の粒度別化学組成

粒系区分 (μm)	SiO ₂ (wt%)	TiO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	Fe ₂ O ₃ (wt%)	MnO (wt%)	MgO (wt%)
300- 600	71.87	0.16	12.09	1.71	0.06	0.16
150- 300	73.17	0.13	12.09	1.50	0.05	0.14
75- 150	73.41	0.12	12.04	1.44	0.04	0.13
38- 75	73.50	0.12	12.07	1.45	0.04	0.13
22- 38	73.11	0.14	12.08	1.49	0.04	0.15
-22	71.01	0.22	12.54	1.95	0.05	0.26

CaO (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	P ₂ O ₅ (wt%)	Ig.loss (wt%)
1.11	3.48	3.47	0.02	5.86
1.08	3.63	3.53	0.01	4.66
1.09	3.68	3.55	0.01	4.50
1.07	3.52	3.58	0.01	4.50
1.10	3.47	3.56	0.01	4.83
1.22	2.92	3.39	0.03	6.40

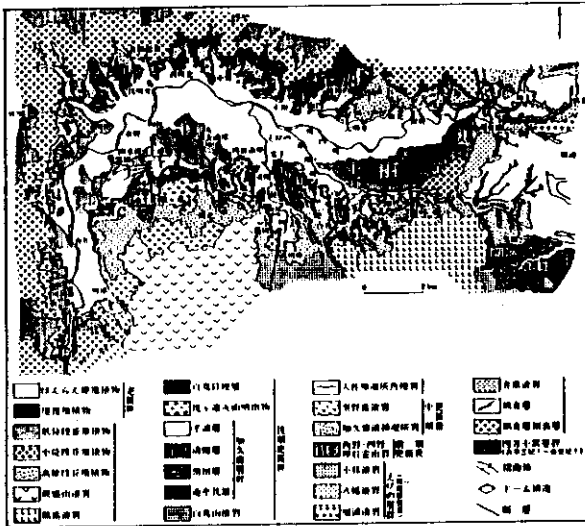
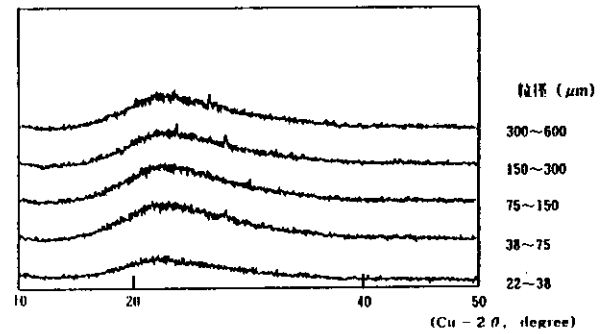


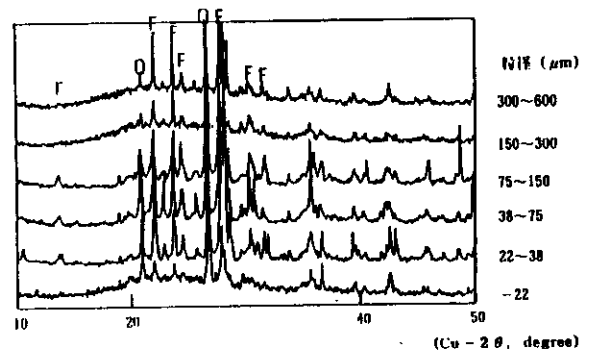
図9 宮崎県加久藤盆地の地質図*

表8 加久藤シラスの粒度構成及び火山ガラス質等含有量

粒系区分 (μm)	構成比 (wt%)	火山ガラス質 (wt%)	ガラス質以外の鉱物 (wt%)	着磁物 (wt%)
+600	0.1	0.08	0.02	
300 - 600	4.7	4.62	0.08	0.040
150 - 300	41.8	41.40	0.40	0.130
75 - 150	39.2	35.70	3.50	0.200
38 - 75	12.7	10.00	2.70	0.006
22 - 38	1.1	0.77	0.33	0.024
-22	0.4	0.32	0.88	0.002
合計		92.89	7.91	0.402



火山ガラス質



火山ガラス質以外

図10 加久藤シラスX線回析パターン F:長石 Q:石英 M:磁鉄鉱

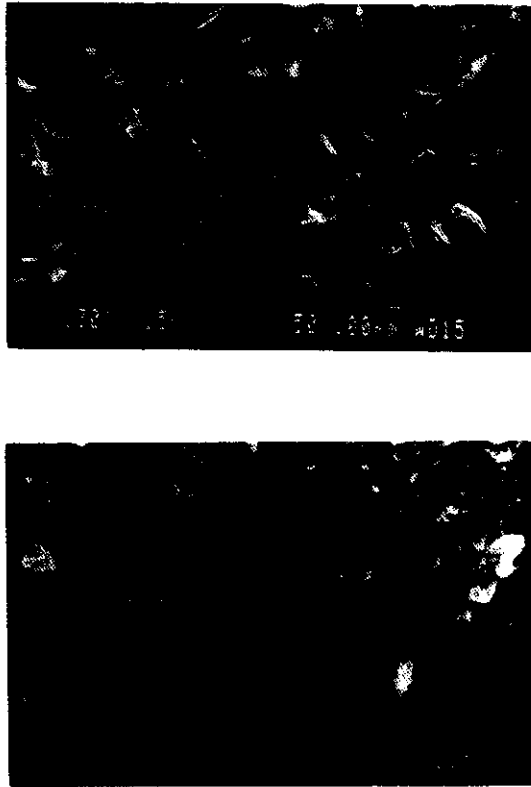


図11 加久藤シラスの火山ガラス質 (75~150 μ m) の電子顕微鏡写真

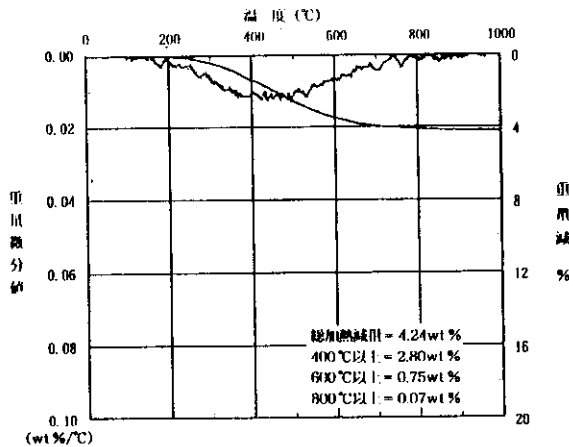


図12 加久藤シラス (74~150 μ m) のTG-DTG 曲線

4. 結 言

産地及び堆積年代の異なる3種(吉田シラス, 新城シラス, 加久藤シラス)の火山ガラス質堆積物を試料として比較した結果, 以下のことがわかった。

① 吉田シラスや加久藤シラスのような二次堆積性のものは, 良く淘汰されて粒径が揃っており, 火山ガラス質を

90%以上含有し, 結晶質鉱物が少ない。

- ② 新城シラスのような一次シラス(入戸火砕流)は粒径範囲が広く, 火山ガラス質の含有は60%程度で, 結晶質鉱物の含有も多い。
- ③ 化学組成の中で Ig.loss は吉田シラス>加久藤シラス>新城シラスの順で減少する。これは堆積していた期間(吉田シラス:80万年以上, 加久藤シラス:15万年以下, 新城シラス:約 2.2万年)の長さと同様の順である。
- ④ 粒径と Ig.loss の関係については, 300 μ m以下の粒径では粒径が小さくなるほど Ig.loss が増加する傾向にあることがわかる。これは, 粒径が小さいほど表面積が増加し, 粒子表面から風化による加水作用を多く受けているためと思われる。300 μ m以上の粒径で Ig.loss が大きくなるが, これは火山ガラス質が軽石質の多孔質構造になり水分の吸着が増加することが原因ではないかと推察される。
- ⑤ 火山ガラス質の形状は産地及び堆積年代が異なってもほとんど差がないが, 表面は堆積年代が古いと風化作用による浸食及び溶出に起因すると思われる微細な痕跡が多数見られる。
- ⑥ TG-DTG の比較では Ig.loss が多いほど DTG のピークが低温側にシフトしてくる。

(中小企業庁, 地域技術おこし事業)

参 考 文 献

- 1) 大塚裕之・西井上剛資:鹿児島大学理学部紀要, 13, p.35-76(1980)
- 2) 町田洋・新井房夫・杉原重夫:“日本第四紀学会講演要旨集” No.9, p.27-31(1979)
- 3) 大久保雅弘・藤田至則:“地学ハンドブック”, 築地書簡, (1979) P88
- 4) 荒牧重雄:地質学雑誌, 75, No.8, p.425~442(1969)
- 5) 鹿児島県地質図編集委員会:“鹿児島県の地質”, 鹿児島県企画部企画調整課(1990) p.65
- 6) 郷原保信・小森長生:資源科学研究所彙報, 54・55, p.190(1961)
- 7) 鹿児島県教育地質調査団:“茶の間の地球科学”, 南郷出版(1981) p.1-117
- 8) 唐木田芳文・早坂祥三・長谷義隆:“日本の地質9九州地方”, 共立出版(1992) p.160~161