林野土壌調査報告

第 14 号

昭和 38 年 11 月

FOREST SOILS OF JAPAN

REPORT 14

November 1963

GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION

Meguro, Tokyo, Japan

農林省林業試験場

東京・目黒

赤色土の研究 Ⅲ

本邦赤色土の生成に関する地質学的ならびに鉱物学的研究

木　立　正　嗣[1]
大　政　正　隆[2]

目　　次

Ⅰ 緒　言……3
Ⅱ 日本の赤色土に関する従来の研究……3
Ⅲ 北海道における赤色土……8
a．赤色土の分布と地質……11
1. 小樽～朝里地区の赤色土……11
2. 社名渕地区の赤色土……11
3. 陸別地区の赤色土……12
b．光学的観察……12
c．示差熱分析……13
d．X線分析……14
e．電子顕微鏡観察……14
f．赤色土の色と酸化鉄鉱の種類……16
g．考　察……19
Ⅳ 新潟県における赤色土……26
a．赤色土の分布と地質……27
1. 北蒲原郡地域の地質と赤色土の分布……27
2. 村松地域の地質と赤色土の分布……30
3. 長岡悠久山地域の地質と赤色土の分布……34
4. 十日町市東方地域の地質と赤色土の分布……37
5. 高田周辺地域の赤色土の分布……38
b．赤色土の分布と古地形との関連……39
c．赤色土母材の鉱物鑑定……46
d．示差熱分析，X線分析および化学分析……46
1. 示差熱分析……46
2. X線分析……48

(1) 土壌調査部土壌調査科地質研究室長・理学博士
(2) 林業試験場研究顧問・前東京大学教授・農学博士

3. 化学分析……52
e. 赤色土層の粘土風化ならびに堆積環境の地質的考察……52
V 富山県および岐阜県高山の赤色土……56
a. 地質と赤色土の分布……56
b. 切峯面図上の赤色土の分布……62
c. 鉱物同定……62
d. 示差熱分析……62
e. X 線分析……65
f. 赤色砂礫層の粘土風化と堆積作用の地質的考察……65
VI 岡崎市周辺および渥美半島地域の赤色土……71
a. 赤色土の分布と地質……71
1. 岡崎市周辺の地質と赤色土の分布……71
2. 渥美半島地域の地質と赤色土の分布……74
b. 赤色土の母材の鉱物鑑定……82
c. 示差熱分析……83
d. X 線分析……83
e. 化学分析……90
f. 赤色土層の粘土風化ならびに堆積作用の地質的考察……91
VII 北九州地方の赤色土……92
a. 北九州地方の地質ならびに切峯面図上の赤色土の分布……95
b. 赤色土層の堆積作用と地史との関連……101
c. 赤色土母材の鉱物鑑定……103
d. 示差熱分析……103
e. X 線分析……103
f. 化学分析……104
g. 赤色土の粘土風化ならびに堆積作用の地質的考察……105
VIII 総　括……113
文　献……116
Résumé……119
Plate……1～9

I 緒　　言

わが国では新第三紀中新世の大海浸によって北海道および東北地方で緑色凝灰岩層の沈積が行なわれ，その後は，各地において海浸海退現象がくり返され，それにともなって地層の形成，地形の回春が行なわれた。かつ第三紀末から第四紀にかけて激烈な火山活動が生じ，その放出物が広い範囲にわたり，地表を被覆し，火山灰を供給した。したがって，地域によっては地質的にいちじるしく変化に富むものである。このような地域では土壌生成に関与する土壌母材も単一なものでなく，土壌生成にともなう岩石風化の過程も，簡単には，正しく解明することが困難である。岩石の風化砕屑物は土壌の無機成分の母体であって，土地の生産力あるいは浸蝕に対する抵抗力の強弱にまでも影響を与える重要な因子の1つである。

わが国のように，複雑な来歴をもって生成された土壌の性状を解明し，合理的な土地利用を行なうためには，その土地のもつ地質的・地形的な履歴を十分考慮に入れることがきわめて重要である。

筆者らは昭和27年(1952)から，黒鳥とともに日本の赤色土の研究に従事し，おもに赤色土の生成に関して研究を行なってきた。その結果，赤色土は生産力が一般的に低く，痩悪林地が多いこと，そして，この土壌の出現様式に一定の傾向があること，つまり，一般的には赤色の円礫層または赤色円礫を混じた礫層を基底とするか，あるいは，岩層が特定の位置において，赤色な異常風化を行なっているところにともなって分布することが明らかになった。

本研究は，土地のもつ地質的・地形的来歴，すなわち地史との関連において，日本の赤色土生成を解明する1つの重要な鍵を示しているものと信ずる。

この研究では，代表的な赤色土分布地域として，新潟・渥美半島・北九州・富山地方および北海道を選び，その分布状態と土壌断面を調査し，すすんで，赤色土層とその下位層の粘土風化を調べ，さらに両層堆積作用の地質的地史的研究を行なった。

終わりにのぞみ，種々の便宜を供与された林業試験場前土壌調査部長宮崎　樹博士，土壌調査部長竹原秀雄博士，研究に格段のご協力を得た土壌調査科長黒鳥　忠博士，分析室長新名謹之助技官に，心からの感謝の意を表する。また本研究のとりまとめにあたっては東京教育大学教授柴田秀賢博士，同須藤俊男博士の懇切なる指導を賜わった。そして，酸化鉄鉱の試料は東北大学選鉱精練研究所南部松男博士に提供していただき，切峯面図の解明には明治大学院教授岡山俊男博士のご指示を得た。土壌粘土の示差熱分析に関しては，当場当研究室宇佐美美枝子技官，的場節子技官のご協力をうけた。上記の諸氏に対しても，ここに深甚なる謝意を表する。なお，本報告は筆者の1人木立が学位請求論文として昭和 36 年（1961）に取りまとめ提出したものを主体としたものである。

II 日本の赤色土に関する従来の研究

土壌生成には気候・植生・滲透水・母岩およびその風化来歴の差異などが関与し，これら諸要素の差異によって違った土壌型が生じる。従来の気候的土壌の分類によれば，亜熱帯的気候下で多湿な地方に生ずる酸化鉄に富む赤色の土壌を赤色土とし，赤色土は黄色土とともに褐色土壌の分布する地域の南部に連続して出現するものと考えられている。

わが国の土壌研究の比較的初期においては，気候的土壌分類について巨視的な研究が行なわれ，気候的地域区分が採用されるとともに，主として土壌の理化学的性質の研究がすすめられた。特に赤色土につい

ては，その生成条件に関与するものとして，気候要素として雨量係数，N-S 係数が重視されたように見受けられる。すなわち，日本における研究者としては，まず，関（1938）[57]，鴨下ら（1946）[21]が挙げられ，両氏の土壌分布図では，日本をポドゾル化土壌・褐色土・赤色土の3つの土壌帯に区分している。日下部（1948）[32]と菅野（1949）[25]は雨量係数，N-S 係数から見た気候的土壌の範囲を規定している。日下部は日本各地の雨量係数，N-S 係数の値と JENNY の値とを対比し，また，LANG の雨量係数とも比較している。これらを第1表に示した。同氏はまた，日本各地の雨量係数を求めたが，LANG, R. および JENNY, H. らの値とは必ずしも一致しないことを認め，かつ日本の場合，寒冷（年平均気温 13°C 以下）であれば，当然ポドゾルを生ずべき値（雨量係数 150 以上，N-S 係数 750 以上）であっても，比較的温暖（13°C 以上）であれば，赤色土を生じていると述べている。同氏の算出した日本各地の雨量係数および N-S 係数は第2表のとおりであり，また気候表（1948）[30]によって各地の年平均気温を示すと，第3表のとおりである。これによると新潟市・宇都宮市・水戸市を結ぶ線以北には 13°C 以上のところがないから，上記の諸氏の意見をもってすれば，本土壌の生成を現在の気候によって説明することは困難である。

第1表　雨量係数，N-S 係数と土壌型

Table 1. Climatic moisture indexes and great soil groups.

	土壌名 Great soil group	雨量係数 Rain factor	N-S 係数 N-S quotient
日下部 KUSAKABE, M.	ポドゾル Podzol	>150	>750
	褐色土 Brown soil	100～150	500～750
	赤色土 Red soil	70～100	350～500
ラング LANG, R.	ポドゾル Podzol	>160	
	黒色土 Black soil	100～160	
	褐色土 Brown soil	60～100	
	黄色土 Yellow soil	13°C>	
	赤色土 Red soil	13°C～20°C 40～60	
	ラテライト Laterite	20°C<	
	乾燥気候的土壌 Dry climatic soil	<40	
ジニー JEENY, H.	ラテライト（米） Laterite (America)	57～ 74	
	黄色および赤色土（米） Yellw and red soil (America)	55～ 87	
	褐色土 Brown soil（欧）(Europe)	60～ 80	
	褐色土 Brown soil（米）(America)	80～130	320～ 460
	ポドソール Podzol（欧）(Europe)	100～300	400～1000
	ポドソール Podzol（米）(America)	114～198	380～ 750
	褐色森林土（米） Brown forest soil (America)		280～ 400

第2表　日本各地の雨量係数および N-S 係数（日下部正雄による）

Table 2. Rain factor and N-S quotient of various localities in Japan (KUSAKABE, M.).

地名 Station	雨量係数 Rain factor	N-S 係数 N-S quotient	地名 Station	雨量係数 Rain factor	N-S 係数 N-S quotient
枕崎 Makurazaki	112	597	御前崎 Omaezaki	139	998
鹿児島 Kagoshima	129	659	三島 Mishima	123	688
宮崎 Miyazaki	153	821	伊東 Ito	153	660
熊本 Kumamoto	114	631	茅ヶ崎 Chigasaki	119	630
大分 Oita	107	581	横浜 Yokohama	118	549
佐賀 Saga	114	583	東京 Tokyo	112	504
長崎 Nagasaki	123	535	富崎 Tomisaki	116	563
富江 Tomie	115	459	館山 Tateyama	125	697
厳原 Itsuhara	153	681	勝浦 Katsuura	139	672
福岡 Fukuoka	106	563	銚子 Choshi	113	596
飯塚 Iizuka	112	602	飯田 Iida	141	668
下関 Shimonoseki	106	505	松本 Matsumoto	106	496
清水 Shimizu	185	898	長野 Nagano	91	431
高知 Kochi	171	810	追分 Oiwake	162	822
室戸 Muroto	150	688	甲府 Kofu	93	417
徳島 Tokushima	109	418	船津 Funatsu	183	875
宇和島 Uwazima	99	464	秩父 Chichibu	116	538
松山 Matsuyama	89	530	熊谷 Kumagaya	96	434
四阪島 Shisakazima	73	342	前橋 Maebashi	97	376
多度津 Tadotsu	75	365	宇都宮 Utsunomiya	127	627
広島 Hiroshima	102	462	館野 Tateno	107	609
岡山 Okayama	75	340	水戸 Mito	116	613
洲本 Sumoto	100	513	小名浜 Onahama	120	597
神戸 Kobe	88	341	猪苗代 Inawashiro	160	939
大阪 Osaka	89	405	福島 Fukushima	102	485
和歌山 Wakayama	97	423	敦賀 Tsuruga	166	838
潮岬 Shionomisaki	149	700	福井 Fukui	178	1142
八木 Yagi	99	522	金沢 Kanazawa	190	966
京都 Kyoto	111	574	輪島 Wazima	167	883
彦根 Hikone	123	669	伏木 Fushiki	167	1042
春照 Syunsyo	150	850	高田 Takada	239	1255
浜田 Hamada	110	672	新潟 Niigata	140	740
境 Sakai	135	783	相川 Aikawa	121	556
豊岡 Toyooka	153	880	仙台 Sendai	103	559
宮津 Miyazu	144	830	石巻 Ishinomaki	104	594
尾鷲 Owase	270	1370	水沢 Mizusawa	124	672
津 Tsu	121	567	宮古 Miyako	134	644
亀山 Kameyama	133	590	盛岡 Morioka	126	552
名古屋 Nagoya	114	547	山形 Yamagata	115	648
岐阜 Gifu	137	632	秋田 Akita	173	999
高山 Takayama	181	998	青森 Aomori	149	721
浜松 Hamamatsu	128	552			

第3表　日本各地の年平均気温（°C）（中央気象台編）

Table 3. Annual mean air temperature of Japan (Compiled by the Central Meteorological Observatory).

地名 Station	年平均気温 Ann. mean air temp. °C	地名 Station	年平均気温 Ann. mean air temp. °C
鹿児島 Kagoshima	16.6	岐阜 Gifu	14.2
宮崎 Miyazaki	16.6	高山 Takayama	10.0
熊本 Kumamoto	15.4	浜松 Hamamatsu	15.2
大分 Oita	15.0	横浜 Yokohama	14.3
佐賀 Saga	15.4	東京 Tokyo	14.0
長崎 Nagasaki	15.5	銚子 Choshi	14.7
厳原 Itsuhara	14.7	飯田 Iida	11.8
福岡 Fukuoka	14.9	松本 Matsumoto	10.4
下関 Shimonoseki	15.2	長野 Nagano	10.9
高知 Kochi	15.5	甲府 Kofu	13.4
徳島 Tokushima	15.3	熊谷 Kumagaya	13.4
松山 Matsuyama	15.0	前橋 Maebashi	13.1
多度津 Tadotsu	15.2	宇都宮 Utunomiya	12.4
広島 Hiroshima	14.6	水戸 Mito	12.7
岡山 Okayama	14.6	福島 Fukushima	11.9
神戸 Kobe	15.1	敦賀 Tsuruga	14.1
大阪 Osaka	15.1	福井 Fukui	13.5
和歌山 Wakayama	15.3	金沢 Kanazawa	13.2
京都 Kyoto	14.0	伏木 Fushiki	13.1
彦根 Hikone	13.6	新潟 Niigata	12.7
浜田 Hamada	14.5	石巻 Ishinomaki	10.8
境 Sakai	14.2	宮古 Miyako	10.1
宮津 Miyazu	13.8	山形 Yamagata	10.6
津 Tsu	14.5	秋田 Akita	10.4
名古屋 Nagoya	14.3	青森 Aomori	9.2

注：統計年次 Years of obs. (1901～1945)

日本の赤色土については日下部（1948）[23]の報告の中に，関が静岡県牧野原・三重県鮫野・兵庫県豊岡・山口県新於福・福岡市外および福岡県蒲田などに赤色土を見いだしたことをあげている。また，菅野ら（1950）[26]は，福岡市香椎の赤色土について報告し，特にその土壌の性状について究明し，これらは THORP が中国南部で認めた非ポドゾル性の赤色土に酷似した赤色土であると述べている。しかし，これらの赤色土の生成に関する事項については，ほとんど触れていない。

松苗（1955）[35]は大政ら（1951）[15]の研究の後で新潟県上越地方頸城平野周辺の丘陵に散在する赤黄色の土壌を調査研究し，菅野らが研究した九州の赤色土と類似のものであると述べているが，同氏も生成には言及していない。

わが国の土壌分布を示したものに鴨下（1955）[22]の日本全国土壌分布図があるが，同図では山地の地域の土壌の種類は明らかにされていないし，赤色の土壌は関東以北の地域においては，ただ1箇所にテラロッサが記載されているにすぎない。

以上のごとく，従来の研究では関東以北に赤色土の分布をほとんど認めていないし，その生成に関する

説は現在気候の影響であるという考え方から出ていないように見うけられる*。

筆者ら（1957）[14]はさきに新潟県に分布する赤色土の分布調査を行ない，これは古い赤色土であって，現在の立地環境で生成されたものでないことを明らかにした。

新潟県に分布する赤色土についてはさらに，地質学的研究を追加し，その結果を後述するが，新潟県のものと同様な出現様式をとるものに，北海道小樽から朝里一帯に分布するものがある（後述）。

筆者らは本邦各地における赤色土を洩れなく調査しつつあるが，いままでのところ，ほとんどすべてが堆積層の様相を帯びた古い赤色土であることがわかった。日本の赤色土の分布は筆者らと黒鳥の調査では

第1図　本邦の赤色土の分布

Fig. 1 Distribution map of red soil in Japan.

* 本文の印刷手続中に松井および北川らがそれぞれ北九州および北海道において行なった赤色土に関する研究報告を入手したが，これらについては各地域の赤色土に関する研究の項で言及することにする。

第1図のとおりである。

古い赤色土が日本に存在すると述べているのは，WILDE, S. A. の著書（1946）[75]に，東亜および日本のポドゾル化したラテライト化土壌は第三紀に生成された化石ラテライトに由来するとの意見をもつ土壌学者がある，との記載があるにすぎない。

東亜では MOHR（1944）[56]がジャワ高地（1,300～1,500m）に存在する赤色土が第三紀末に生成された化石赤色土であるとし，THORP（1936）[66]は北支那の黄土地域に，黄土の下におおわれた鮮新世に属する赤ロームの存在することを記載している。また多田（1941）[64]は支那の黄土の分布と生因に関する諸説の中で，BARBOUR, G. B. が黄土についての諸研究をまとめたものを紹介しているが，それには，三門系の下に上部鮮新世期に堆積した保徳系の赤色粘土があると記載され，陝西・熱河・山西の赤色粘土の化学成分組成も示されている。鹿間（1950, 1957）[58][59]は楡社盆地の層序を示し，黄土の下に不整合に帯赤色粘土層（周口店期—Middle Plaistocene）があると記載している。

オーストラリアの赤色土については STEPHENS（1950）[60]の報告があり，それによれば赤色土は温帯から熱帯まで拡がっているが，第三紀の生成かあるいは地下水の影響か，もしくは過去の地質的時代の地下水作用によるものなどではないかと述べている。DALRYMPLE, J. B.（1958）[5]もまた，同様に過去における風化現象の生成物であるとの説を発表している。

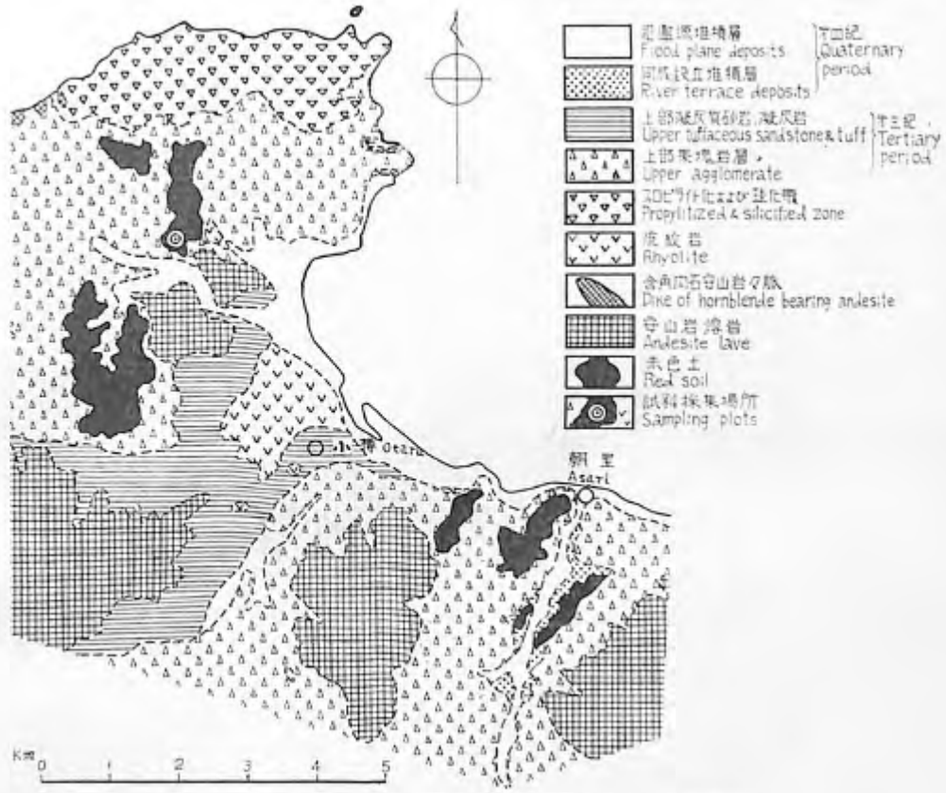
原田竹治(1955)[12]はソ連の亜熱帯に分布する赤色土（Сабашвили, M. H. 著）を翻訳し，そのなかで，赤色土はソ連においては比較的その分布が少ないが，比較的はっきりと認められるものの1つは，コーカサス南西部，黒海沿岸の丘陵性低山地帯であり，また赤色土と地理的，成因的関連をもつ黄色土は亜熱帯地方に特有なものであり，主としてコーカサス南東部，裏海沿岸の低山地帯に分布し，海抜 400～600 m までは赤色土・黄色土であるが，それ以上のところは山岳地帯の褐色森林土に交替すると述べている。この赤色土について，PSLYNOV, B. B. は赤色風化皮殻は第三紀に，開析のあまりすすまない地形条件下にはじまり，今日まで，とざされることなく継続しているとの意見をもっていることが記載されているが，これは古い赤色土の生成および保存の可能性を示唆しているものということができる。

Ⅲ　北海道における赤色土

赤色土壌が気候的土壌であるとすれば，前述のごとく年平均気温・雨量係数・N-S 係数などから見ると，北海道においては赤色土の存在は困難であると見なされるが，この地域において試料を採集し，顕微鏡観察・示差熱分析・X線分析・電子顕微鏡観察を行なった結果，従来本邦南部に比較的広く分布する赤色土とよばれるものと同一の性質をもつものであることを確認した。そこでまず最初に，北海道の赤色土について述べることにする。

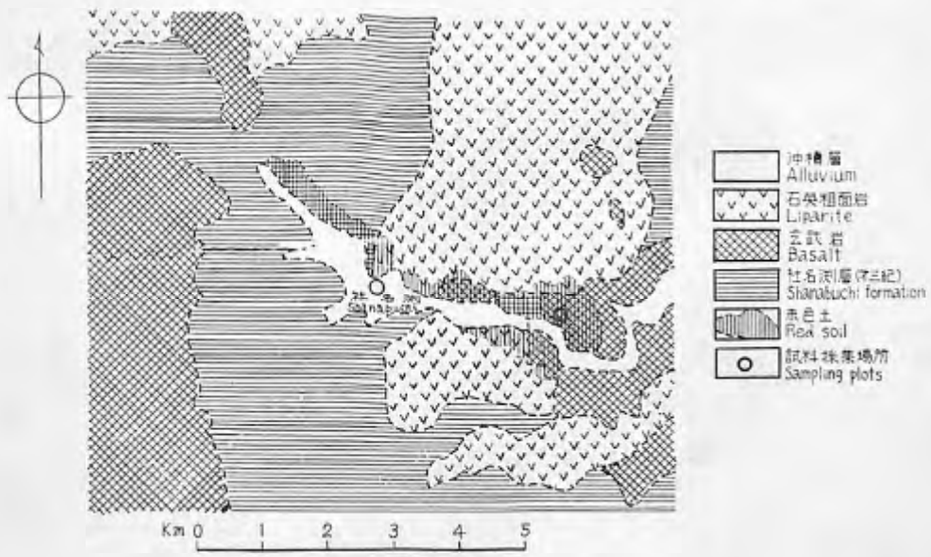
その分布地域はいまのところ小樽市周辺・上湧別村・陸別町・士別市東部で発見されているが*，士別市東部の赤色土は写真1のとおりであるが，小樽市周辺のものと出現様式が同じであるためこれを除き，前の3箇所のものについて述べることにする。その分布状態と地質を図示すれば第2～4図のとおりであり，分布面積・標高などを表示すれば第4表のごとくである。

* 本調査は昭和29年（1954）と昭和34年（1959）に行なわれたものであるが，1962年に北川ら[28]はオホーツク海岸地域の古赤色土について，さらにその後 1963 年に苫前町，陸別町について報告[29]している。



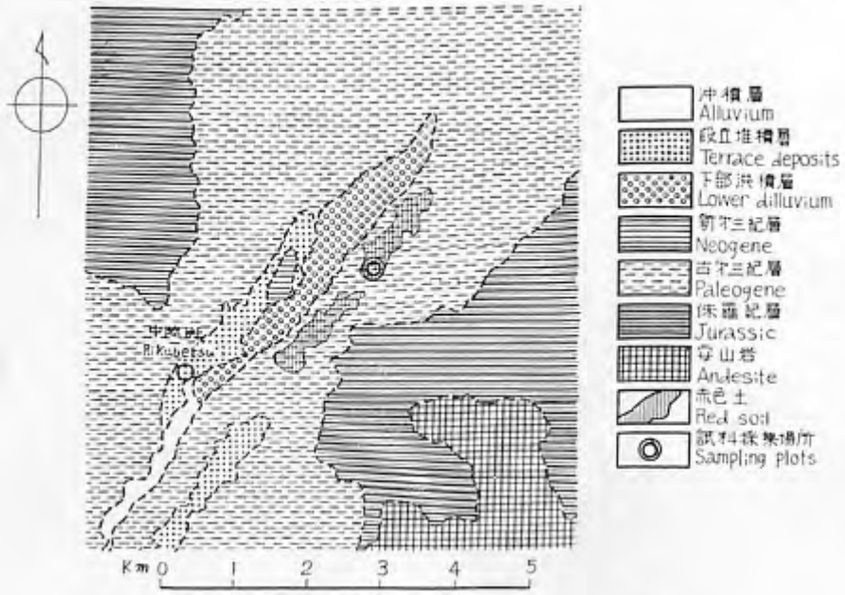
第2図　小樽—朝里地区における赤色土の分布と地質図

Fig. 2　Distribution of rocks and red soil in Otaru-Asari region.



第3図　社名淵地区の赤色土の分布と地質図

Fig. 3　Distribution of rocks and red soil in Shanabuchi region.



第4図　陸別地区における赤色土の分布と地質図

Fig. 4　Distribution rocks and red soil in Rikubetsu region.

第4表　北海道の赤色土の分布と産状

Table 4.　Distribution and mode of occurrence of red soil in Hokkaido.

所在 Location	番号 No.	分布する標高 Altitude m	分布面積 Area(1) ha	厚さ Depth	産状 Mode of occurrence	地質 Geology
小樽市および朝里町 Otaru～Asari	1	小樽市付近 60～200 (at Otaru city) 朝里付近 70, 20 (at Asari)	600	2～4	赤色円礫層を基底とし，その上位は赤色粘土層である。 Basal deposits of redly colored comglomerate covered with a layer of red clay.	小樽累層上部層[61][62] Otaru formation (鮮新世上部) (upper Pliocene)
上湧別村大字社名淵 Shanabuchi	2	110～200	100	6	帯紫暗赤色の玄武岩風化物と珪岩，玄武岩の角礫層。 Weathered basalt and deposit containing frictia of quartgite and basalt.	玄武岩[13] Basalt
陸別町 Rikubetsu	3	290～320	50	7	赤色軟質砂岩，頁岩の風化物を主とした堆積層。 Deposits of redly colored sandstone and shale.	陸別層[13] Rikubetu formation (古第三紀) (Paleogene)
士別市(2) Shibetsu	4	160	10	2	赤色軟質頁岩，凝灰岩を主とした堆積層。 Deposits of redly colored shal and tuffite.	鮮新～更新世の砂岩，泥岩層[13] Sandstone and mudstone formation (Pliocene～Pleistocene)

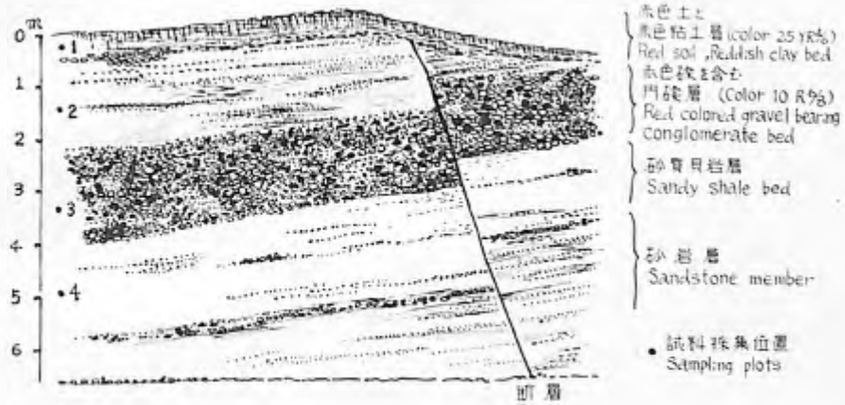
注 (1) 分布面積は概略数値である。

(2) この種の赤色土の存在を確認しているものに，常呂，定山渓の赤色土がある。

a．赤色土の分布と地質

1.　小樽～朝里地区の赤色土

本土壌は小樽市周辺から朝里町にかけて，標高 60～200m のところに分布し，小樽市立精神病院裏（幸町）の切取面（高さ 7 m，幅 20m）で，その標式的断面が見られる。その状態は第5図のとおりである。この地域の地質は鮮新世に属する小樽累層であって，前述の切取面の場所は，この累層の上部凝灰岩層に属し，その上は赤色・紅色の円礫と少数の暗緑色・褐色の礫および玄武岩質安山岩，頁岩の岩片より成る礫層が被覆している。この礫層の上位は埴質な赤色層になり地表部分は赤色土である。また，朝里川の河口付近では標高 60～70m のところの凝灰質頁岩・砂質凝灰岩層の地表部分に近い厚さ 3～4m の層が赤色であり，朝里川流域の河岸段丘の標高 40～100m のものの地表部分が赤色土である。

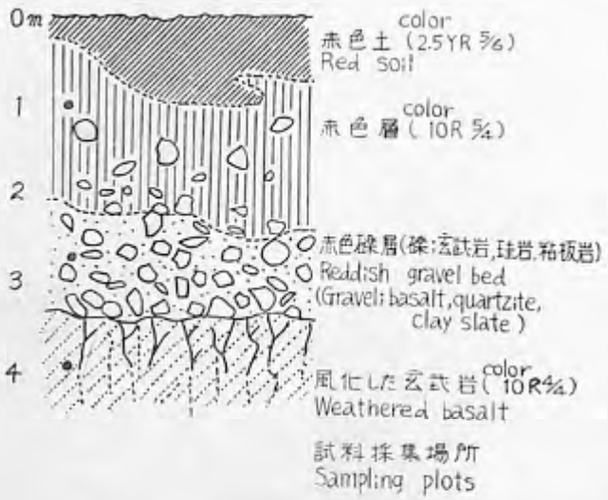


第5図　小樽の地質断面の模式図

Fig. 5　Schematic presentation of geological profile in Otaru (Hokkaido district).

2.　社名淵地区の赤色土

本土壌は遠軽市西方約 10km にある上湧別村大字社名淵に分布するもので，鮮新世後期の社名淵層（滝川層に対比される）を切って逆出した石英粗面岩に接して産出する玄武岩体上に，玄武岩・珪岩・粘板岩などの角礫より成る礫層を基底とした赤色堆積層の表層部に帯紫暗赤色埴質土壌として広く分布している。これは異常に風化した玄武岩に基因した赤色土である。農家で井戸を掘ったところ，36 尺掘ったが，表層と全く同一な暗赤色の岩石であったというから，その厚さは少なくとも 12m 以上あると推定される。この一帯は標高 200～360 m の低山地であるが，赤色土は上社名淵部落と下社名淵部落を画する嶺線を境にして，上社名淵部落を包含する谷斜面にのみ分布している。この赤色土は一様に暗赤色である。この付近には玄武岩の分布は広いが，他の場所は暗赤色を呈せず普通の玄武岩風化土の色，すなわち，褐色である。現在の気候下においてこのような赤色土が生成されたとすれば，同じ標高で条件の等しい玄武岩体は同様な風化現象を呈するはずであるが，現地調査と切峯面図による解析の結果，赤色土の分布するところは，ちょうど河川をせき止めた（玄武岩の逆出によって）様相を呈していて，古い時代の堰止湖の周縁に相当する箇所と推察された。また前述のごとく，その上位には角礫層があり，埴質な赤色土に移行するところから見て，これは小規模な盆地か湖盆地の周縁部に運積した粘土，砂，角礫などの崖錐堆積物と考えられる。またこの堆積層の下位の玄武岩自身も深いところまで赤色に風化している状態から見て，



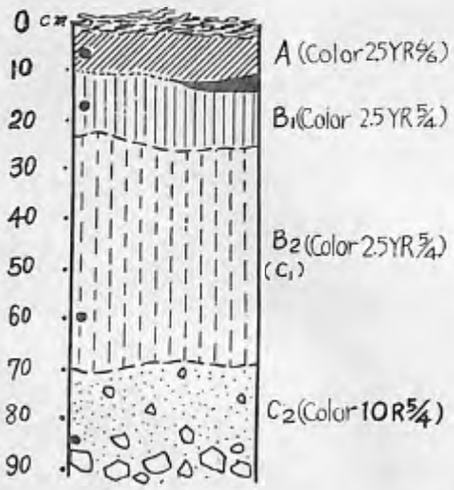
第6図　社名渕の地質断面の模式図
Fig. 6　Schematic presentation of geological profile in Shanabuchi (Hokkaido district).

この岩石の風化は，かなりはげしかったものと思われる。赤色土の試料は地表下の 1 m のところから採集した。

地質断面は，第6図に示すとおりである（第6図参照）。

3.　陸別地区の赤色土

帯広市北方陸別町の北東約 4 km にある大字止若部落一帯に，赤色あるいは橙赤色の土壌が分布している。標高 270～320 m のところに分布し，厚さは 7 m 以上と推定される。地質は陸別層で蒲幌層（古第三紀）に対比され，岩質は緑色砂岩・泥岩の互層である。赤色土層の下位には陸別層の赤色風化殻があった。土壌断面は第7図のとおりである。



第7図　陸別の土壌層断面の模式図
Fig. 7　Schematic presentation of soil profile in Rikubetsu (Hokkaido district).

b. 光学的観察

土塊の固結には，従来，キシロールでうすめたカナダバルムを滴下し滲透させ，70°C で，ホットプレート上で徐々に固める方法が用いられたが[81]，この方法では，固結するまでに約 20 日間を要するので本研究では固結用にメタアクリル酸を用いた。メタアクリル酸法によっても，カナダバルサム法と同様に鉱物判定は十分に可能であった。しかも固結に要する時間を著しく節約することができたのである。

メタアクリル酸法の詳細を述べれば次のとおりである。すなわち，土壌の塊を 40°C で十分に乾燥させ 2 cm³ に形を整え，試料がちょうどはいる程度のガラス管に入れ，メチルメタアクリル酸を多めに入れる。ガラス管ごと減圧用デシケータに入れ，廻転ポンプで減圧し，コックで急に常圧にすることを 2～3 回繰り返す。この方法で土壌塊を破壊することなく，十分に液を滲透させることができる。つぎにガラス管に栓をして定温器で加熱する。メタアクリル酸として市販されているものは種類によって重合速度・固さが異なるので試料により適当なものを選ぶ必要がある。40～45°C で加熱し，液が水飴状になったとき，温度を 10°C 程度下げ徐々に重合固結させるとよい。この方法では 40～45 時間で土壌試料を固結させることができる。固結試料は糸鋸かダイヤモンドソーで 1～3 mm の薄板とし，研摩する。スライドグラスに片面を固定させるには，バルサムを用いるが，加熱すると固結試料がこわれるので，定温器で 40～45°C

中に放置（多少試料に圧力を加えておく）する。カバーグラスをかけるときも同様である。以上のような方法で小樽・社名渕・陸別の土壌ならびに岩石の薄片を作って示したものが写真2～写真6である。

小樽の赤色土を検鏡すると，稜角のとれた石英粒が認められる。大きさは 1～0.5 mm であり消光がシャープで波状消光を示さない。赤褐色の縞状模様があり，特にその中央部は色が濃く周縁部は淡い。角閃石・斜長石様鉱物の外形をとどめているものもあるが，ほとんどの鉱物が風化し識別が困難である。これら鉱物の周囲が特に濃赤色である。

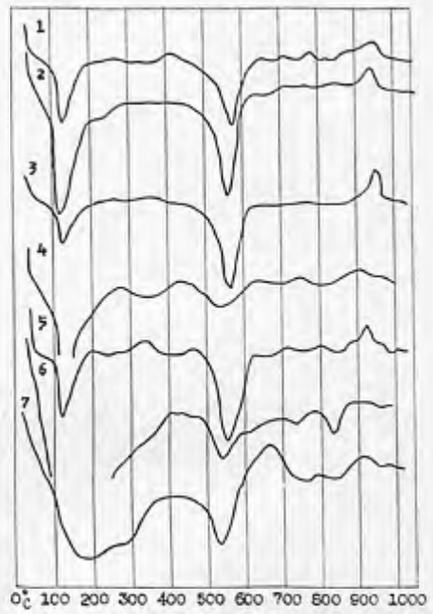
社名渕の玄武岩の比較的新鮮な岩石は，鏡下では斑晶として多量の斜長石（38%）と橄欖石（15%）と少量の普通輝石（5%）を含んでいる。斜長石は 0.5～0.2 mm で長柱状自形結晶で大部分が聚片双晶をしている。累帯構造のものは少ない。細粒の屈折率を測定すると，劈開片の n_1 が 1.555～1.570 であって，曹灰長石～亜灰長石である。橄欖石は 0.7～0.2 mm 大で粒状・塊状である。普通輝石は 0.2 mm の短柱状自形結晶である。石基は細粒状完晶質で斜長石・橄欖石・輝石・磁鉄鉱などが，間粒状組織を示している。

地表下 1 m のところからとった赤色な岩石風化砕片を見ると，斑晶をしている斜長石の大部分が風化し，橄欖石は赤褐色に汚染し，外形もくずれ，わずかに色の濃淡からその存在が知られる程度まで風化している。石基もほとんど赤褐色となり，わずかに斜長石の結晶が認められるが，他の鉱物は判別が困難なほど風化がすすんでいる。土壌を固結して作った薄片では鉱物粒の存在は全く認められず，赤褐色なしま模様と塊状鉱物が認められるにすぎない。

陸別の土壌を検鏡すると，曹長石粗面岩・硬砂岩の岩片が認められる。前者はその割れ目に赤褐色の充塡物があり，後者は波状消光をする微細な石英粒の集合体で，その岩片の周辺部は特に赤褐色である。また方解石の脈が貫入していて，その周縁部も同様に濃赤褐色である。

c. 示差熱分析

風乾細土 200 g から 4 分法で 20 g とり，1：3,000 のアンモニア水中で 3 時間以上振盪し，沈降法で常法どおり 2 μ 以下の粘土分を取りだした。また，風化岩石は桐棒で乳鉢中で砕き，325 mesh の篩で篩別し，325 mesh 以下のものを同様に水中振盪，沈降法分離で 2 μ 以下の粘土分を取りだした。試料にはこのようにして得られた粘土をさらに 35～40°C の温度で乾燥したものを用いた。なお，示差熱分析を行なう前には約 5 時間，30°C 以下の定温器内で試料を広げて乾燥しておいた（本報文で以下の項における示差熱分析試料はすべて同じ方法で粘土を取りだしている）。



第8図　北海道の赤色土の示差熱分析曲線
(1) 赤色土，(2) 赤色粘土層，(3) 赤色礫，(4) 緑色礫，(5) 砂質頁岩　小樽；(6) 赤色土　社名渕；(7) 赤色土　陸別；
Fig. 8　Differential thermal curves of red soil of Hokkaido.
(1) Red soil, (2) Reddish clay bed, (3) Red colored gravel, (4) Green colored gravel, (5) Sandy shale, Otaru; (6) Red soil, Shanabuchi; (7) Red soil, Rikubetsu;

第5表　示差熱分析による赤色土の含有粘土鉱物（北海道地方）
Table 5. Clay minerals present red soil detected by differential thermal analyis (Hokkaido region).

場所 Location	層位 Horizon	深さ Depth (cm)	粘土鉱物 Clay minerals
小樽 Otaru	赤色土 Red soil	20	加水ハロイサイト，モンモリロナイト？ Hydrated halloysite, Montmorillonite?
〃	赤色層 Red colored bed	130	多量の加水ハロイサイト Hydrated halloysite, (abundant)
〃	赤色礫 Red colored gravel	330	加水ハロイサイト Hydrated halloysite
〃	緑色礫 Green colored gravel	330	加水ハロイサイト，ギブサイト Hydrated halloysite, Gibbsite
〃	白色砂質頁岩 White color sandy shale	490	加水ハロイサイト，モンモリロナイト？ Hydrated halloysite, Montmorillonite?
社名渕 Shanabuchi	赤色土 Red soil	100	加水ハロイサイト，モンモリロナイト Hydrated halloysite, Montmorillonite
陸別 Rikubetsu	赤色土 Red soil	60	ハロイサイト，カオリナイト Halloysite, Kaolinite

北海道の赤色土の示差熱分析は常法にしたがい，温度上昇率10°C/分で行ない，第8図の結果を得た。

これらの示差熱分析曲線（D. T. A. 曲線）の吸熱・発熱ピークの温度および形状から粘土鉱物の種類を同定するのであるが，まず標準となるべき粘土鉱物の D. T. A. 曲線のデータをまとめ，これを指標として試料の D. T. A. 曲線から導き出された（同定した）粘土鉱物を表示したのが第5表である。

d. X線分析

土壌細土および風化した岩石中の造岩鉱物，それに付随する粘土鉱物および含水酸化鉄鉱などを明らかにすることを目的として，X線分析を行なった。試料の調整は，風乾細土または岩石風化物を 325 mesh の篩で篩別し，325 mesh 以下の細粉をさらにめのう乳鉢で 5 μ 以下の微粉としたものを用いた。

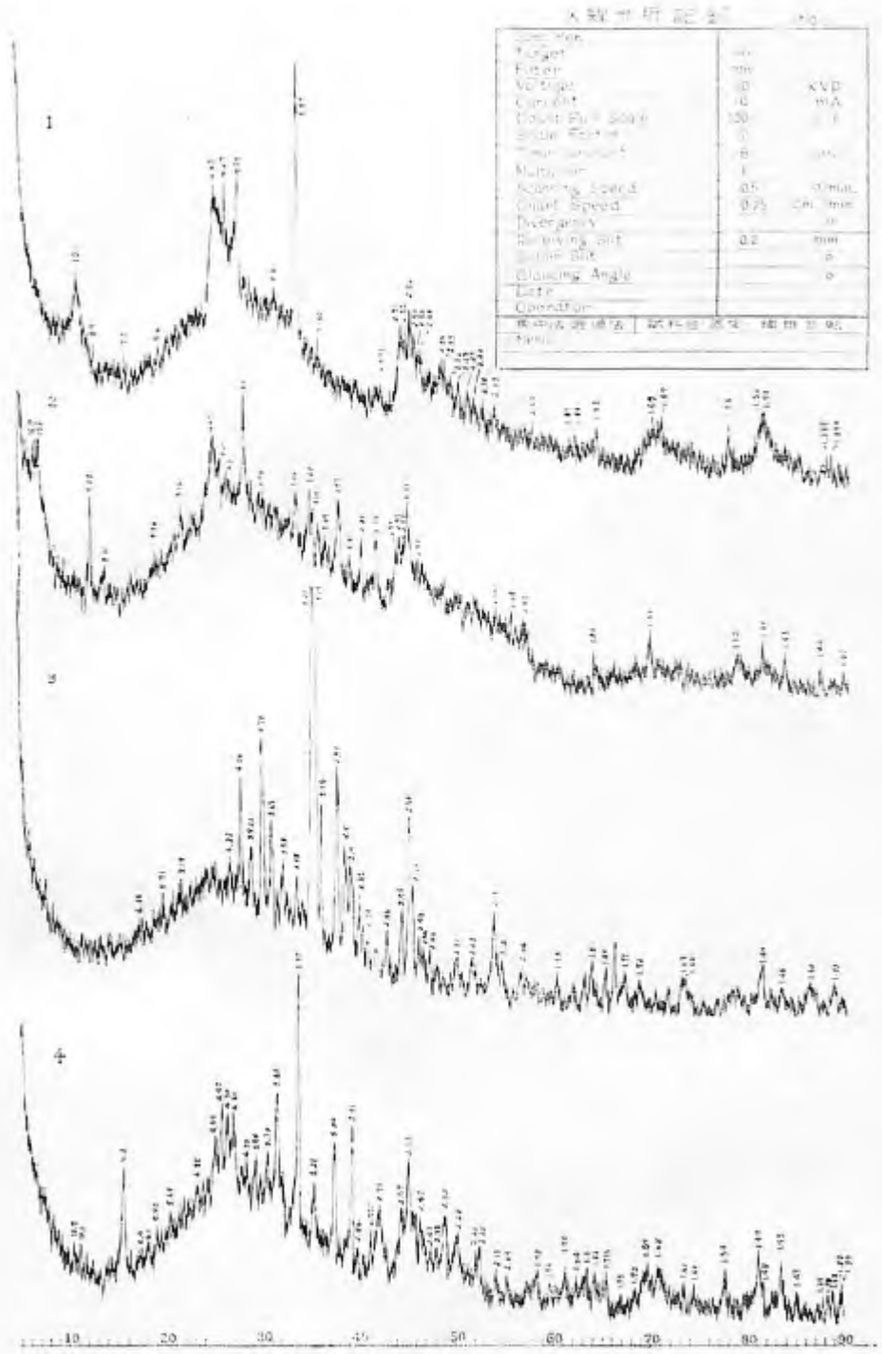
本報文で述べるX線分析の試料調整はすべて上述と同一の方法をとっている。またX線分析の条件は赤色土および赤色粘土では鉄対陰極，30 KV，10 mA，岩石，鉱物では銅対陰極 35 KV，15 mA で Geiger-flex を用いた。

小樽・社名渕・陸別の赤色土および社名渕の玄武岩のX線分析結果は第9図のとおりで，これらから鉱物および粘土鉱物を同定し，表示したのが第6表である。

e. 電子顕微鏡観察

土壌試料約 20 g を蒸留水 500 ml 中で5時間振盪し，0.002 mm 以下の粘土を分離し，さらにその分散液 50 ml を1時間強く振盪し，8～10 時間静置すれば，淡い乳濁した部分にわかれた分散液が得られる。このごく淡い乳濁部分から1滴の試料を取り，コロジオン膜を張ったシートメッシュ上に落し，30°C で乾燥し，純クロームでシャドーイングしたものを電子顕微鏡で観察した。その結果は写真7から写真9のとおりであり，電顕下ではつぎの粘土鉱物が認められた。

1. 小樽の赤色土；棒状および針状の加水ハロイサイトが多い。
2. 社名渕の赤色土；長いパイプ状の加水ハロイサイト。
3. 陸別の赤色土；長柱状のハロイサイトおよびカオリナイトが多い。



第9図　北海道における赤色土のX線回折線図
(1) 赤色土，小樽；(2) 赤色土，(3) 玄武岩，社名渕；(4) 赤色土，陸別
Fig. 9 X-ray diffraction curves of red soil of Hokkaido.
(1) Red soil, Otaru; (2) Red soil, (3) Basalt, Shanabuchi; (4) Red soil, Rikubetsu.

第6表　X線分析によつて同定した粘土成分中の鉱物（北海道の赤色土）
Table 6. Minerals in clay fractions (<2 μ) of red soil identified by X-ray diffraction (red soil in Hokkaido).

地名 Location		小樽 Otaru	社名渕 Shanabuchi	社名渕 Shanabuchi	陸別 Rikubetsu
地点番号 Plot No.		1	2	2	3
試料 Sample horizon		赤色土 Red soil	玄武岩 Basalt	赤色土 Red soil	赤色土 Red soil
標高 Altitude m		80	120	120	305
粘土鉱物 clay minerals (Å)	14～15			××	
	12±				
	10	×××××			××
	7	××			×××××
ギブサイト Gibbsite				×	×
赤鉄鉱 Hematite		×××		×××	×××
褐鉄鉱 Lemonite				××	×××
石英 Quartz		×××			×××
クリストバライト Cristobalite		×××	××		
長石 Feldspar			曹灰長石 Labradorite ××××	曹灰長石 Labradorite ×××	曹長石 Albite ×××

鉱物の示標回折線 X-ray diffraction curves of minerals.　低い ⟶ 高い　Low ⟶ High　× ×××××

f. 赤色土の色と酸化鉄鉱の種類

赤色土はその名の示すように，赤色ということが1つの大きな特徴になっている。この色が本土壌といかなる関係にあるか，それを検討したのが本項であるが，赤い色は赤色土の性質であるから，本項では日本各地の赤色土を対比しながら検討をすすめることにする。

赤色土の赤い色調は，土壌中に含水酸化鉄鉱・酸化第二鉄および非結晶質酸化鉄の存在と，それらに複合した礬土およびマンガンの色であると考えられてきた。しかし，マンガンは酸化して黒色に，礬土を含むものは乳白色になるため，各種の酸化鉄成分の方が赤色土の色に及ぼす影響は大きいのではないかと思われる。鳴下ら(1956)[28]は土色におよぼす遊離鉄の影響を解明するため，赤色土，テラ・ロッサについて光電色沢計で波長を測定し，かつ Na_2S で遊離鉄を除去したものと比較した結果を報告し，除鉄したものはわずかに主宰波長を変えるものもあるが，同一波長を示すものもあり，その変化は少なく，したがって帯

赤色の土壌の土色はきわめて本質的なものであることを示唆していると述べている。また，小島(1959)[27]は実験的に合成した酸化鉄鉱の色を測定し，針鉄鉱は黄色系統の色を，鱗鉄鉱は MUNSELL Hue の 6.0 YR 付近の橙色系の色を，赤鉄鉱は鉱石と同一の赤色を示すことを明らかにしている。

赤色土の色は土壌中の各種含水酸化鉄鉱の色を反映するものと考えられる。そこで，赤色土および酸化鉄鉱をX線分析し，含有含水酸化鉄鉱物の種類を同定し，また標準土色帳[40]によって色相を調べた。その結果を対比して表示すれば第7表のとおりである。

この表から，つぎの事項が解明された。すなわち，(1) 天然産の褐鉄鉱，鉄盤層には各種の酸化鉄鉱物が含有されているが，二川の高師小僧（褐鉄鉱）を除いて他の褐鉄鉱中には赤鉄鉱が見いだされない。(2) 赤色土，褐鉄鉱および鉄盤層の色と含有酸化鉄鉱物の種類とには関連性があり，MUNSELL Hue[40] 10 R，2.5 YR に属するものは，赤鉄鉱，針鉄鉱の混合したものを多量に含み，それに少量の鱗鉄鉱がともなうものであるが，5 YR に属するものは褐鉄鉱，針鉄鉱が主体で，それに赤鉄鉱をともなう。7.5 YR ～10YR に属するのはおもに褐鉄鉱であって，それに針鉄鉱，鱗鉄鉱がともない，赤鉄鉱はまれである。これは小島が実験的に解明した結論とほぼ同一であって，赤色土は赤鉄鉱の呈色である赤色に，黄橙色土は針鉄鉱，鱗鉄鉱の呈色である黄橙色に，黄色土は褐鉄鉱，針鉄鉱の呈色である黄色によって大きく支配されている。

つぎに赤色土中に現存する含水酸化鉄鉱物の安定性を知るために，400°C と 800°C に加熱して5時間恒温に保った。この加熱温度は，つぎの予備実験によって定めたものである。

予備実験としては非結晶質酸化鉄コロイドを作り，100°C ごとに5時間恒温とし，試料の色の変化を標準土色帳によってしらべ，結晶化はX線分析によってしらべた。その結果，400°C と 800°C 前後で色も結晶も著しく変移することを知った。

上記の予備実験にしたがい，原土をそれぞれ 400°C 5時間加熱，800°C 5時間加熱したものについてX線分析を行なった結果は次のとおりである（試料は各 0.5g）。

原土→400°C⇨800°C の順

1. 九州香椎の赤色土

赤鉄鉱，針鉄鉱→赤鉄鉱，針鉄鉱，鱗鉄鉱⇨赤鉄鉱，針鉄鉱。

2. 福島の赤色土

赤鉄鉱，針鉄鉱→赤鉄鉱⇨赤鉄鉱。

3. 高知の赤色土（テラ・ロッサ）

針鉄鉱，赤鉄鉱→赤鉄鉱，針鉄鉱⇨赤鉄鉱。

4. 社名渕の赤色土

赤鉄鉱，針鉄鉱，鱗鉄鉱→赤鉄鉱，針鉄鉱，鱗鉄鉱⇨赤鉄鉱，針鉄鉱。

5. 九州粕屋の赤色土

赤鉄鉱，針鉄鉱→赤鉄鉱，針鉄鉱⇨赤鉄鉱。

6. 九州福岡の黄赤色土

鱗鉄鉱，針鉄鉱，赤鉄鉱→赤鉄鉱，針鉄鉱⇨赤鉄鉱，針鉄鉱。

7. ポドゾルの鉄盤層

褐鉄鉱，針鉄鉱→赤鉄鉱，針鉄鉱⇨赤鉄鉱。

第7表　赤色土の色と含水酸化鉄の種類

Table 7. Relationship between the color of red soil and kind of hydrated iron oxide minerals present in the soil and hydrated oxidized iron ores.

試料 Samples	地名 Location	色相 Hue	明度/彩度 Value/Chroma	X線回折線の強さ The strengths of X-ray diffraction patterns 弱← faint 1	2	3	4	5	6 →強 strong
赤色土 Red soil	九州香椎 Kashii	10R	4/4						
赤色土 Red soil	北海道小樽 Otaru	10R	5/6						
赤色土 Red soil	北海道社名渕 Shanabuchi	2.5YR	5/4						
赤色土 Red soil	北海道陸別 Rikubetsu	2.5YR	6/4						
赤色土 Red soil	本州福島 Fukushima	2.5YR	5/4						
赤色土 (テラ・ロッサ) Terra-rossa	四国高知 Kochi	2.5YR	6/8						
赤色土 Red soil	九州粕屋 Kasuya	5.0YR	5/8						
鉄盤層部 Iron hard pan	木曽のポドゾル Podzol of the Kiso region	5.0YR	6/8						
赤色土 Red soil	伊良湖岬 Irakosaki	5.0YR	6/8						
褐鉄鉱 Lemonite ore (鉄盤層) Hard pan		7.5YR	5/6						
褐鉄鉱 Lemonite ore		7.5YR	6/8						
下の鉄盤層 Iron hard pan under black soil	浅間黒色土壌 Asama black soil	10.0YR	4/6						
鉄盤層 Hard pan under volcanic ash	岩手火山灰層 Iwate volcanic ash layer	10.0YR	6/6						
高師小僧 Takashi-kozo (Lemonite) of Aichi prefecture	愛知二川 Futagawa	10.0YR	6/8						
黄赤色土 Yellow-Red soil	九州福岡 Fukuoka	10.0YR	7/8						

…… 赤鉄鉱 α-Fe_2O_3 Hematite
—— 針鉄鉱 α-$Fe_2O_3 \cdot H_2O$ Goethite
—— 鱗鉄鉱 γ-$Fe_2O_3 \cdot H_2O$ Lepidocrocite
—·—·— 褐鉄鉱 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ Lemonite

予備実験を含めての上記実験により，非結晶質酸化鉄の結晶化および褐鉄鉱の脱水による他の酸化鉄鉱物への移行は，300°C～400°C 以上の温度（加熱時間5時間）を必要とすることがわかる。そして，赤色土において，400°C 加熱5時間恒温に保ったものが原土中の含有酸化鉄鉱とあまり変わらないのは，よほど安定した状態の赤鉄鉱を含有しているものと思われる。

g. 考　察

北海道における土壌の風化過程については，石塚，佐々木（1951～1954）[19][53][54][55] の報告があり，佐々木ら（1954）[55] の報告によれば北海道の土壌風化過程において，母材の相違による影響が大きいことを述べ，社名渕の玄武岩上の土壌は，玄武岩の一般的風化生成物であるという見解に基づき，その土壌を潜在的ポドゾルの様相をもった褐色土であるとしている。

しかし，この地方では，同じ玄武岩の風化土壌でも赤色を呈するものとそうでない土壌があり，しかもその赤色土は帯紫赤色を呈し，土層が厚く，かつ整合的にその下に 10m を越す厚さをもった角礫，円礫（古生層岩石）の堆積層があって，両氏の見解をもってしては，これらの赤色土の生成を説明することはほとんど不可能である。なお，北見地方で社名渕のほかに，常呂町イワケシ＝山（435m）の西北側山腹斜面の標高 350m のところで，侏羅紀の地層の上に，さらに，生田原村背谷牛山（630m）の石英粗面岩の上および渚滑川の水源の北見富士（1,300m）の玄武岩の上などにも，厚さ 2 m を越す赤色土が存在しているので，社名渕をも含めて，これら赤色土の生成を母材の相違による現在環境の影響を受けた土壌であると見ることは妥当でないと考えられる。

特に注目すべきことは，社名渕，小樽，常呂の赤色土の分布地域は，海岸からさほど遠くないところで，段丘状平坦面に接続した緩斜面（高度の高いところ）に分布し，陸別，士別の赤色土分布地域も河岸段丘に接続した低山地の緩斜面あるいは平坦面に分布しているということである。

海岸段丘，河岸段丘の形成は多くは海浸，海退に関連して形成されるものであることから見ても，赤色粘土，砂礫層の堆積は，現世の堆積層ではなく，古地理的環境の変移が大きく影響していることを示すものと思われる。この関係は以下に述べる北海道の重粘土の分布および段丘ならびにそれより高い位置にある平坦面の形成と赤色粘土，砂礫層との上下関係を明らかにすることによって，なお一層明らかになるであろう。

ここでいう重粘土とは 0.01mm 以下の微砂，粘土分を多量に含み，粘質で生産力の低い劣悪な堆積層とそれに由来する土壌の一部を指しているが，これは森ら（1953, 1956, 1957）[37][38][39] によって研究されている。その分布は第10図のとおりである。

第10図　北海道における重粘土の分布と赤色土の試料採集地図

Fig. 10 Distribution of the heavy clay soils and the sampling plots of red soil in Hokkaido.

社名渕，常呂，小樽，士別地域の赤色土の一部はこの重粘土堆積層によって被覆されるか，あるいはその分布地域より標高の高い平坦面，緩斜面に分布している。すなわち，紋別と湧別との間の海岸に接する地帯においては，標高 10～30m の平坦面（上部洪積層で構成される）には重粘土が広く分布し，それより一段高い平坦面で標高 30～60m の地域で下部洪積層で構成される平坦面には重粘土の分布はきわめて局部的で，黄褐色土の分布が広く認められる。さらにこの地域に接続して，湧別川をさかのぼり遠軽に至れば，標高 60～110m に河岸段丘があり，さらに湧別川の支流社名渕川の中流部の標高 110～200m のところには湖盆地形を示す平坦面および緩斜面があって，この地域の緩斜面にのみ赤色土が比較的広く分布し，その一段低い平坦面には赤色土は認められない（第3図参照）。

小樽地域では朝里川の下流部で海岸に近い標高 40～110m の地域に河岸段丘（更新世）*があり，その平坦面上に赤色土の分布が認められ，また海岸線に添う標高 40～110m のところには段丘状（海蝕？）平坦面（小樽累層で構成される鮮新世上部の地層—第4表参照）があって，その上に赤色土の存在が認められた。小樽市周辺では海蝕平坦面と考えられるものが，標高 40～200m の間に2段存在し，その高度の高い平坦面およびそれに接続する緩斜面で，平坦面がよく保存されているところには赤色粘土，砂礫層が存在している。この平坦面より一段低い平坦面および緩斜面には重粘土の分布が広い。

以上のごとく社名渕，小樽の赤色土は明らかに重粘土の分布する段丘，あるいは平坦面より1段ないし数段高い平坦面およびそれに接続する緩斜面上に分布するものである。

ある地域に幾段もの平坦面ないしは段丘がある場合，それらの段丘の高度と古さの関係についてはどのように考えられているかをつぎに述べることにする。

第8表　地中海北東部における平坦面と氷期との関係（ZEUNER）

Table 8. Plane-lands of the north-east coast of the Mediterranean Sea formed in different ice ages.

高度 Altitude m	平坦面 The plane-land	氷期と間氷期 Ice age and interglacial age
200	Calabrian	
103	Sicilian	先ギュンツ Pre-Günzian
80		
60	Milazzian	ギュンツ氷期 Günz ice age
		ギュンツ・ミンデル間氷期 Günz-Mindel interglacial age
55		
32	Tyrrhenian	ミンデル氷期 Mindel ice age
		ミンデル・リス間氷期 Mindel-Riss interglacial age
28		
20	Mohastirian	リス氷期 Riss ice age
18		リス・ウルム間氷期 Riss-Würm interglacial age
7.5		
1	Interstadil Level	ウルム氷期 Würm ice age

* 猪木幸男・垣見俊弘（1954）：小樽西部地質図幅[16]

鹿間(1957)[59]はその総報のなかで，更新世における地中海の平坦面高度を氷期と間氷期に対比し，高度が高い平坦面ほど，地質時代的に古いという ZEUNER の説（第8表参照）を紹介して，わが国でも特別の場合を除き，一般に高度の高い河段丘，海岸段丘ほどその形成時期が古いと考えられると述べている。

すでに述べたように，赤色土の分布と段丘，および平坦面との関係から見て，北見地方の赤色土のうち，常呂町イワケシュ山の標高 350m の赤色土，背谷牛山の 630m のもの，北見富士の 1,300m のものなどは，それらの地域の高位段丘面よりはるかに高度のところに位置しているもので，現在の気候

環境下における影響を大きく受けたことによって生成された赤色土とは考えられない。むしろ，これらの高い標高のものは，過去のある時期にかなりはげしい岩石風化が行なわれたときの風化生成物が生成地に残留しているものであると考えられる。そして，社名渕の赤色土はその当時現在地近くにあると推定される玄武岩の風化生成粘土と岩礫および古生層礫を含むところから山腹斜面の下部に構成された崖錐堆積層であると思われる。また社名渕の赤色土の分布地域は，その地域の近くにある遠軽の高位河岸段丘より高度の平坦面に接続した緩斜面上にあるから，この段丘（更新世）の形成と同時かあるいは，それ以前の堆積層であると考えることが妥当なものであると思われる。

小樽の赤色粘土，砂礫層は地質図では小樽累層の上部集塊岩層（鮮新世上部）上に重なっている。地質断面図（第5図）でもわかるように，層理があまりみだれておらず，下位層とは平行不整合状の堆積様式をとっている。猪木ら(1954)[16]の地質図説明書によれば，小樽累層を下部集塊岩層，下部凝灰質砂岩層，上部集塊岩層，上部凝灰質砂岩層の4層に分けているが，これら4層は堆積の時代的差異を厳密に意味するものではないこと，ならびに上部集塊岩層は熔岩および同時代的脈岩をともなう集塊岩を主とし，黄灰色砂質凝灰岩あるいは安山岩質の凝灰角礫岩が介在するものであることを述べている。さきに述べた赤色粘土，砂礫層の下位層は上述の上部集塊岩層に属する黄灰色砂質凝灰岩に該当するものであると考えざるを得ないし，また，その上位の赤色砂礫層は地質図では小樽累層に属するものとなるが，その地層断面における堆積状態，岩質および分布状態からみて，小樽累層の侵蝕面に堆積した砂礫層であると考えられる。このことは地史的古地形的観点から見るとつぎのとおりである。すなわち，小樽では標高 60～200m の地域にある平坦面とそれにつづく緩斜面に赤色粘土，砂礫層が存在し，それより1段低い平坦面には，重粘土の分布が広く，赤色土の存在は確認できなかったこと，小樽，朝里間における上部集塊岩層で構成される海蝕段丘的平坦面上に赤色土が存在すること，朝里川の河岸段丘上に赤色粘土砂礫の二次堆積層と思われる層にともなって赤色土が認められたことなどは，後に述べるように本邦赤色土の出現様式を示すものであり，これはまた平坦面の形成ときわめて深い関連をもっているものと考えられる。すなわち，小樽地域の赤色土，赤色粘土砂礫層の生成は，小樽，朝里間に存在する標高 60～80m の平坦面の形成以後それより1段低い平坦面および朝里川の高位河岸段丘の形成までの間において，かなりはげしい岩石風化が行なわれたことに起因するものであると考えられる。この地域の平坦面および段丘の形成時期をさらに究明しなければ，赤色土の生成時期を決定することはできないが，上記の地中海の平坦面と氷期，間氷期との関連（第8表）を一応参照すると，赤色土の分布する平坦面および緩斜面は高度も高くかつ古い段丘または侵蝕面と考えられるので，赤色土の生成時期は地質時代と考えざるを得ない。そして，これらの古土壌の生成も現代の成帯土壌としての赤色土と同じく高温高湿な気候条件の影響によるものとすれば，古い間氷期の古気候の影響が考えられる。上述の調査資料をもってすれば，この間氷期は，おそらくギュンツ・ミンデル間氷期の亜期にあたるものであろう。

陸別における赤色土も小樽地域のものと同様に現在生成のものではなく，河岸段丘，洪積層の形成と密接な関連をもつ風化皮殻の残存物であって，古地形的古気候的環境の影響がきわめて大きく影響を与えているものと考えざるを得ない。現在の谷侵蝕が著しくないところにそれが保存されているものと考えられる。

以上述べたことは，赤色粘土，砂礫層は，その分布状態，地質断面，土壌断面，段丘との関連性など，地質的観点から見れば，河岸段丘（現世古冲積の低位段丘より古い段丘），海岸段丘の形成およびそれよ

り古い地層上に形成された平坦面ならびにそれに接続する緩斜面の形成当時における，古地形的状態および古気候的環境の影響が赤色風化に大きく影響を与えているものであろうということを指摘したものである。

そこで，つぎに北海道各地の赤色土，赤色粘土について，粘土生成の観点から粘土鉱物の種類を明らかにし，さらに赤色砂礫層について岩石風化の面から構成礫中の粘土鉱物の種類を明らかにして，赤色風化の現象を究明することにする。

最初に岩石および堆積層の粘土鉱物の種類との関係につき，現今までに明らかにされた諸研究の成果の概要を述べることにする。

生沼ら(1959)[44]は秩父盆地の第三紀層*1の粘土鉱物を研究し，各地層中にはイライト，緑泥石，カオリナイト，モンモリロナイトを含有するが，モンモリロナイトの量比は上部の地層ほど多いことを知り，また土屋ら(1959)[55]は立川ローム層中にはアロフェン，加水ハロイサイトが30%，下末吉ローム層中には加水ハロイサイト，ハロイサイトが30%，多摩ローム層中には加水ハロイサイトが80%含有することを述べている。これは洪積層の下部層ほど加水ハロイサイトが多いことを示している。江川ら(1955)[5]は畑土壌の粘土鉱物を研究し，その点数は少ないが，火山灰土壌ではアロフェンと少量のギブサイト，洪積層土壌では多量の加水ハロイサイト，ギブサイト（ただし，試料は三方ケ原，高師ケ原の黄橙色土），新第三紀層土壌では加水ハロイサイト，ハロイサイトを含有することを明らかにしている。佐々木(1957)[56]は北海道稚内，添牛内の第三紀頁岩層（中新統）の土壌には大体においてイライトが主体であるが，各層を通じ，加水ハロイサイトが多く，稚内のものは，モンモリロナイトが下層に比較的多いことを報告している。

以上諸氏の研究成果を列挙したが，これら地質時代を異にする各地層（土壌をも含む）の粘土鉱物の出現には，その地層の堆積当時およびその後の古地形的，古気候的環境の移行状態が反映するものであると考えられる。

本研究において，小樽の赤色土の粘土鉱物はつぎのとおりである。示差熱分析結果では，加水ハロイサイト，モンモリロナイト？を含み，X線分析では，多量の加水ハロイサイトとカオリナイトが認められ，電子顕微鏡下では，加水ハロイサイト（棒状および針状）が認められた。社名渕の赤色土中には，おのおのの実験および観察結果から，それぞれに，加水ハロイサイト，モンモリロナイト，モンモリロナイト；パイプ状の加水ハロイサイトが認められた。また陸別の赤色土中にはそれぞれに，ハロイサイト，カオリナイト；ハロイサイト，多量のカオリナイト；長柱状のハロイサイト，カオリナイトが認められた*2。

X線分析結果では，小樽の赤色土中には赤鉄鉱が認められ，社名渕の赤色土中には，褐鉄鉱，デアスポーア（あるいはギブサイト）の存在が認められ，陸別の赤色土には赤鉄鉱，褐鉄鉱の存在が認められた。

以上は北海道各地域の赤色土中の粘土鉱物の種類を述べたのであるが，小樽の赤色粘土，砂礫層およびその下部の白色砂質頁岩層では示差熱およびX線分析によって粘土鉱物の種類はほとんど同じ種類のものであることが認められた。そして赤色粘土，砂礫層中には特に含水酸化鉄鉱物が認められた。しかし，これら赤色層の下部の未風化岩層では含水酸化鉄鉱物は認められなかった。

*1 生沼は同じ報告のなかで，この第三紀層の生成時代は漸新—中新世と述べている。また，渡辺ら(1950)[74]は貝介石の種類を研究して，この第三紀層は寒流系から暖流系へ移行したときに堆積した地層であるとしている。

*2 粘土鉱物の同定には GRIMの著書(1953)[11]を用いた。

以上現在気候成帯土壌の1つとしての赤色土と，含有粘土鉱物の種類ときわめて類似してる。

上述の北海道の赤色土および赤色砂礫層中の赤色礫に含有されている粘土鉱物生成について検討すればつぎのとおりである。

須藤(1953)[63]は岩石風化に際して生ずる粘土鉱物のうちで，加水ハロイサイト，ハロイサイト，カオリナイトは多くの場合陸上の風化生成粘土であるとし，加水ハロイサイトはモンモリロナイト鉱物が酸性水の影響を受けることによって生成され，また，そのときの温度が高い環境ではさらに脱水してハロイサイトに移行し，低い温度の場合はカオリナイトに移行すると考えられると述べている。また POLYNOV (1937)[50]は母岩からの風化皮殻層の形成過程には時期的に4段階があり，その第3段階ではカオリン粘土の集積が顕著で，第4段階にいたり珪素のはげしい流出とメタハロイサイト，ボーキサイトおよび赤鉄鉱の集積があるとし，この段階は熱帯性の条件下で長期にわたる連続的な溶脱を受けて発達すると述べている。

以上両氏の説から考えると，本実験で確認された赤色礫中のカオリン鉱物およびギブサイトは，陸上におけるかなりはげしい岩石風化の証跡を物語るものと思われる。

川村・船引(1960)[25]の著書のなかで，粘土風化について述べているところによると，鉱物の風化に5段階があり，その第3段階の終わりの状態では，土壌は酸性反応を呈するようになり，カオリナイト，ハロイサイトが多く含まれるようになる。さらに第4段階においては表層中の粘土含有量が減少し，石英など風化しにくい一次鉱物の量が増加し，また遊離性酸化鉄と礬土も増加する。

前記の含有微砂の鉱物鑑定ならびに土壌塊の薄片の光学的観察結果によると，小樽，陸別の赤色土および小樽の赤色礫では，その含有一次鉱物は石英およびクリストバライトが明りょうに認められるほかは，種類も判別しにくい程度まで風化が著しく，含水酸化鉄* で著しく汚染されていることが明らかである。このような状態は鉱物が相当ですんだ風化段階にあることを示すもので，粘土中にハロイサイト，加水ハロイサイトが多く含まれていることから見ても赤色土層の鉱物の風化は著しく進行したものであると考えられる。

社名渕の赤色土とその下部の赤色角礫を薄片にして光学的に検鏡すると，前述のように赤色礫中の斜長石は風化してはいるが，その形をとどめている。さらに橄欖石は暗褐色で外形のみをとどめているにすぎないほど風化している。一方，赤色粘土塊は含有鉱物の判定ができないほど完全に風化していて，ただ赤色酸化鉄の縞模様状ないしは汚染された状態のものが観察されたに過ぎないのであって，これはやはり赤色土層および下部の角礫層をも含めてかなりはげしい風化作用の影響を受けたことを示すものと考えられる。

ところで，X線分析，示差熱分析などの結果，社名渕の赤色土にはモンモリロナイトが認められたが，前述川村らの記述によれば，モンモリロナイトを含むものは粘土風化の第2段階か第3段階に属することになる。このことは一見前記の筆者らの意見と矛盾するようであるが，必ずしもそうは考えられない。すなわち，既述のように社名渕の赤色土のX線分析結果，曹灰長石の存在が確認されているので，地質調査の結果とあわせて考えるとこの地区の赤色土の母材はおもに玄武岩の風化物であると思われるので，土壌粘土中にモンモリロナイトが存在することは，土壌中の玄武岩風化物および粘土の風化の進行にともなっ

* 顕微鏡で偏光が認められたので含有酸化鉄と考えた。

て，溶出される豊富な塩基類の存在が大きく影響しているためであると考えられるのである。

JACKSON ら (1952)[20]は支那の土壌中の粘土鉱物風化をあげているのによると，ラトゾル化土およびラトゾル中に多量のカオリナイトおよびハロイサイト，かなり多量の赤鉄鉱とギブサイトが存在することが認められる。また前掲の川村ら(1960)[25]の著書のなかに，米国における土壌型とその粘土鉱物について表示されているが，それによると赤橙色ポドゾル化土の主要粘土鉱物はカオリナイトで，ラテライトのそれはカオリナイト(ハロイサイト？)となっている。MOHR の著書[86]によれば，熱帯土壌（特に東印度諸島の土壌）でラテライトおよび赤色土中の粘土鉱物はカオリン鉱物と含水酸化鉄を含んでいると述べている。

ところで，北海道の赤色土のB層（各地ともに）は，いずれも 2.5YR もしくは 10R の色相を呈し，この色相から既述のように（第9表参照）赤鉄鉱ないしは含水赤鉄鉱の存在が予測されるのであるが，X線分析によっても，またその存在が認められたことは 22 ページに述べたとおりである。そのうえ，この地の赤色土に共通する主要粘土鉱物は加水ハロイサイト，ハロイサイトである。以上のことから本地方の赤色土は少なくとも粘土鉱物含有酸化鉄などの点では，ソ連の亜熱帯に存在する赤色土とほとんど同じものであるように考えられる。また JACKSON らの支那の土壌型と含有粘土鉱物の表で示されているラトゾル化土および米国の土壌型のラテライトに近いものであると考えられる。

以上諸氏の説を引用して北海道における岩石風化および粘土生成を通観したが，この地方の粘土成分が亜熱帯的気候の影響によって生成されたものとすれば，赤色土の出現様式から考えてそれは明らかに過去における気候の影響であるということができる。つぎに赤色砂礫層の堆積について検討を加えてみたい。

北海道において，赤色砂礫層がよく発達しているものは小樽の赤色土下のものなので，この断面（第5図参照）について考察をすすめることにする。

小樽の赤色砂礫層中の礫は赤色を呈するものが多いが，暗赤色なもの，暗緑色なもの，紅色なものもある。そして，少量ではあるが明らかに安山岩礫と思われる黝灰色を呈する礫が混入している。これらはいずれもともに著しく風化している。また礫層中の粘土は上部の赤色粘土層の粘土とほとんど同一である。このように色調の異なる礫が混入していることによって，これらの礫が現在の位置に運積されたときは，供給源地域が異なっていたことも考えられる。後述する岡崎の花崗岩上にある赤色礫層でも同じことが認められたのである。すなわち，ここでは花崗岩礫で，赤色なものと，白色なものとがあったが，両者の大きさには著しい差異は認められなかった。ただ粘土鉱物の種類が多少異なり，特に前者はギブサイトを多量に含有するが，後者はギブサイトの含有量が少量であった。

また北九州の早良村重留（後述）の巨礫層中にも赤色花崗岩礫を混じていたが，赤色礫が特に小さいという傾向は認められなかったので，赤色でない花崗岩礫とともに同じような堅さのものが運積されたとも見なすことができる。

福岡県粕屋郡久山町上久原池の周辺には，赤色砂礫層が分布し，それと接続して三郡変成岩が露呈しているが，この石英・緑泥石・白雲母・曹長石片岩は部分的に著しく赤色を呈していた。そこでは赤色な部分とそうでない部分とでは，固さがあまり異ならなかった。また上久原池より標高の高いところには，三郡変成岩の上に赤色土があるが，その下位の岩体も深さ 1～2m まで赤色な部分と，そうでない部分とがあった。しかも，赤色土の下層部には赤色の角礫が多かった。

北九州では上記のような赤色砂礫層と赤色を呈する岩体の露呈部とが接続しているところが，ほかにも見うけられた（後述）。

また広島県三次市西部，作本村大字大久保では，標高 480m のところに石英斑岩の露頭があって，深さ 2 m まで赤色を呈し，10～15cm 大のたまねぎ構造をもつ赤色な部分と，そうでない部分とがあった。その尾根つづきで標高 420m のところに赤色円礫層があって，その礫は赤色を呈する石英斑岩の亜円礫であった。また標高 460～300m には赤色円礫を混ずる礫層が基岩を被覆し，その礫層と整合的に重なり合って，上位には含赤色礫赤色砂，粘土層が分布していた。この大久保地区では，標高の高いところにある石英斑岩の赤色を呈する岩石と，そうでない岩石とがともに剝離され運ばれて，標高の低いところの赤色円礫層を形成しているように思われた。三次盆地の周縁部ではほかにもこのようなところが多いのである。

また，新潟県新発田市の東部菅谷では，標高 140m に赤色を呈する花崗岩の露呈があり，それより標高の低い五十公野山には花崗岩質赤色砂礫と，石英粗面岩の赤色亜円礫で構成する礫層があって，その礫層に重なり合って上位に赤色土が分布していた（後述）。

以上のように，赤色を呈する風化した岩石の露頭が標高の高いところにあり，それより標高の低いところに，その岩石の礫を多量に含有する赤色砂礫層があって，その赤色砂礫層に整合的に重なり合って赤色土が分布するという様相をもつことが，わが国の赤色土の産出状態の一般的特徴であると思われる。

北海道においては，本州および九州の各地方に分布する赤色土に比較して，その面積も狭く，かつ，点在的であるが，既述のように常呂，陸別，社名渕では，本州および九州における赤色土の産出状態の一般的特徴に符合するものがあると考えられる。小樽，士別では赤色を呈する岩層の露頭を発見できなかったが，これは赤色を呈する岩層がすでに表層侵蝕によって剝離流亡したためであると思われる。

小樽の赤色砂礫層は固結度があまり高くないが，亜円礫，円礫を主とし，層理があり，堆積層であることを否定することはできない。この層理は明らかに西南に傾いていて断層が認められた。

つぎに赤色土と下位層との関係についてまとめてみることにする。

陸別の赤色土の下層は赤色の亜角礫を多量に含み，基岩も赤色を呈し，社名渕では赤色土の下層は崖錐堆積物であることは前述のとおりである。小樽の赤色土および下位にある赤色砂層には 3～5mm 大の赤色の小礫を含んでいて，前者は後者に重なっていた。また，赤色砂層と下位の赤色砂礫層とは平行に重なり合っていた。

著者らはさきに北海道の赤色土は，高位段丘と同じように見うけられる平坦面または山麓緩斜面に，それらがあまり侵蝕され開析されないような地域にのみ分布していたことを指摘したが，この赤色土は，一般的にいえば，重粘土によって被覆されていたのである。

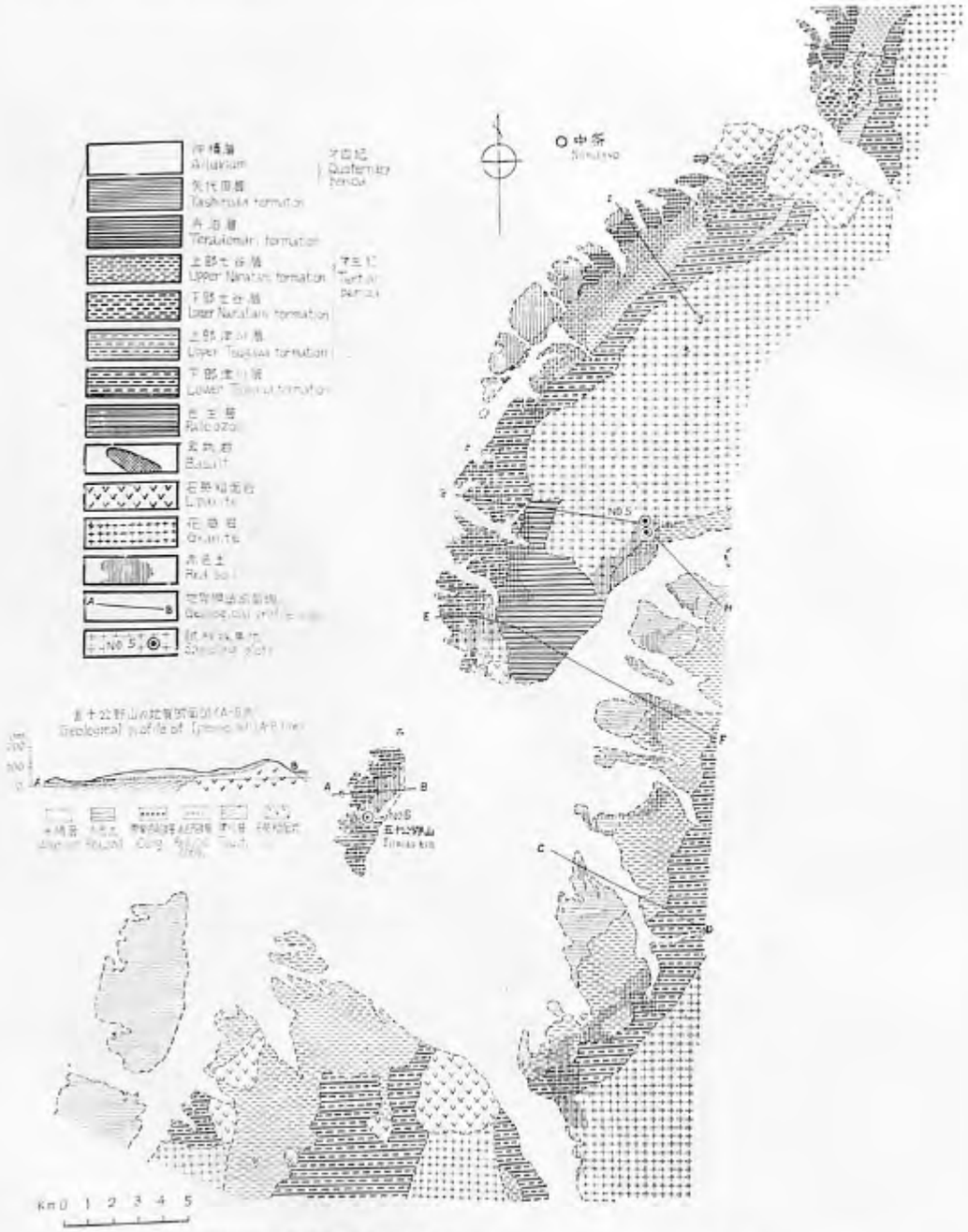
以上の列記したこと，さらには，古地形的にきわめて限られた平坦面に分布する事実（切峯面図資料による）なども含めて，北海道の赤色土の生成機構については目下検討中であるが，この赤色土は，下位の赤色砂層，赤色砂礫層の生成，あるいは岩層が赤色を呈するに至った時期と同時かそれ以後といっても，きわめて近い時期において，これはまた重粘土層の形成以前で，高位段丘，平坦面および山麓緩斜面の形成の末期かあるいはその後間もない時期において最初に形成されたものであると考えられる。

北海道の赤色土に含有される粘土鉱物は，さきに引用した JACKSON, POLYNOV, 加藤，須藤らによれば熱帯もしくは亜熱帯的気候環境下に生成されたものである。したがって，上記諸氏の所説からすれば，本地域の赤色土は含有粘土鉱物の観点からも古い時代の熱帯もしくは亜熱帯的気候の所産ということになる。

そこで，この地域の赤色土の生成を古気候の影響としてこの生成に対応する古気候を後述の各地域特に富山地方の赤色土の生成時期を参照して考えると，ギュンツ・ミンデル間氷期の１つの亜期が考えられる。

Ⅳ　新潟県における赤色土

筆者らは新潟県に分布する赤色土について，黒鳥とともに調査し，その分布，土壌の形態的性質および生成に関する地質学的研究を行なって，その結果をさきに報告(1957)[46]したが，その後さらに粘土鉱物な



第11図　新潟県北蒲原郡地区における赤色土の分布と地質図

Fig. 11　Distribution rocks and red soil in Kitakanbara county in Niigata prefecture.

らびに地質学的観点から，この地域の赤色土の生成に関する地質，古地形，地史との関連を究明した。

本報文では赤色土分布が比較的広く，まとまっている代表的地域として新発田市東方五十公野を含む北蒲原郡地域，長岡市東方の悠久山地域，村松の南部愛宕山地域，十日町，高田をとりあげた。

a．赤色土の分布と地質

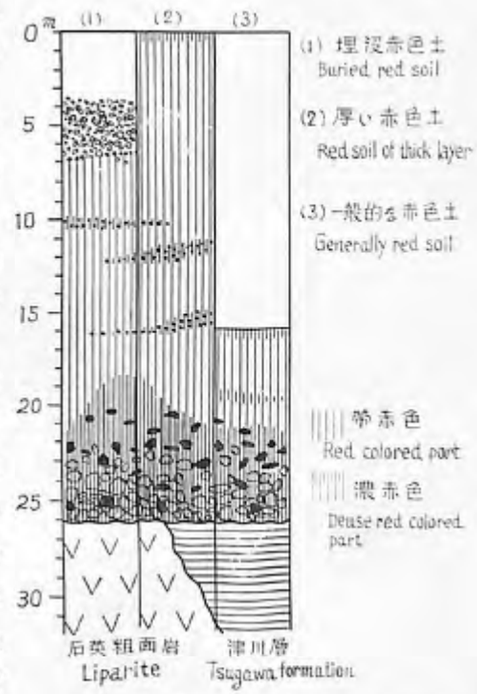
1.　北蒲原郡地域の地質と赤色土の分布

調査区域は新発田市を中心とするもので，北は中条町，南は神山村に至る北蒲原郡の西部一帯であって，標高 600m までの波状丘陵地およびそれにつづく低山地である。この地域の地質については，西田ら(1956)[43]の報告がある。これに菅谷村，川東村，米倉村の地域について行なった表層地質調査を加え，地域全体の地質図を示せば第11図のとおりである。

調査の結果，この地域では魚沼層（鮮新世新期～更新世古期*）およびそれに相当する地層の分布は認められず，魚沼層より古い地層を不整合に，矢代田層が堆積している。

赤色土は五十公野山一帯では標高 20～80 m のところに分布している。そこでは，津川層，七谷層，石英粗面岩体上に赤色円礫を混じた礫岩層を最下位層として，その上位に赤色な砂質ないし粘土質な堆積層があり，最表層が赤色土になっている。この状態は地質断面図A～B線で知ることができる（第 11 図参照）。また，五十公野山の赤色土をともなう赤色層は，この地域の標準断面として見ることができる。これを示すと第12図のとおりである。これによって赤色な礫層までの厚さを算定すると 10m をこすものと推定された。

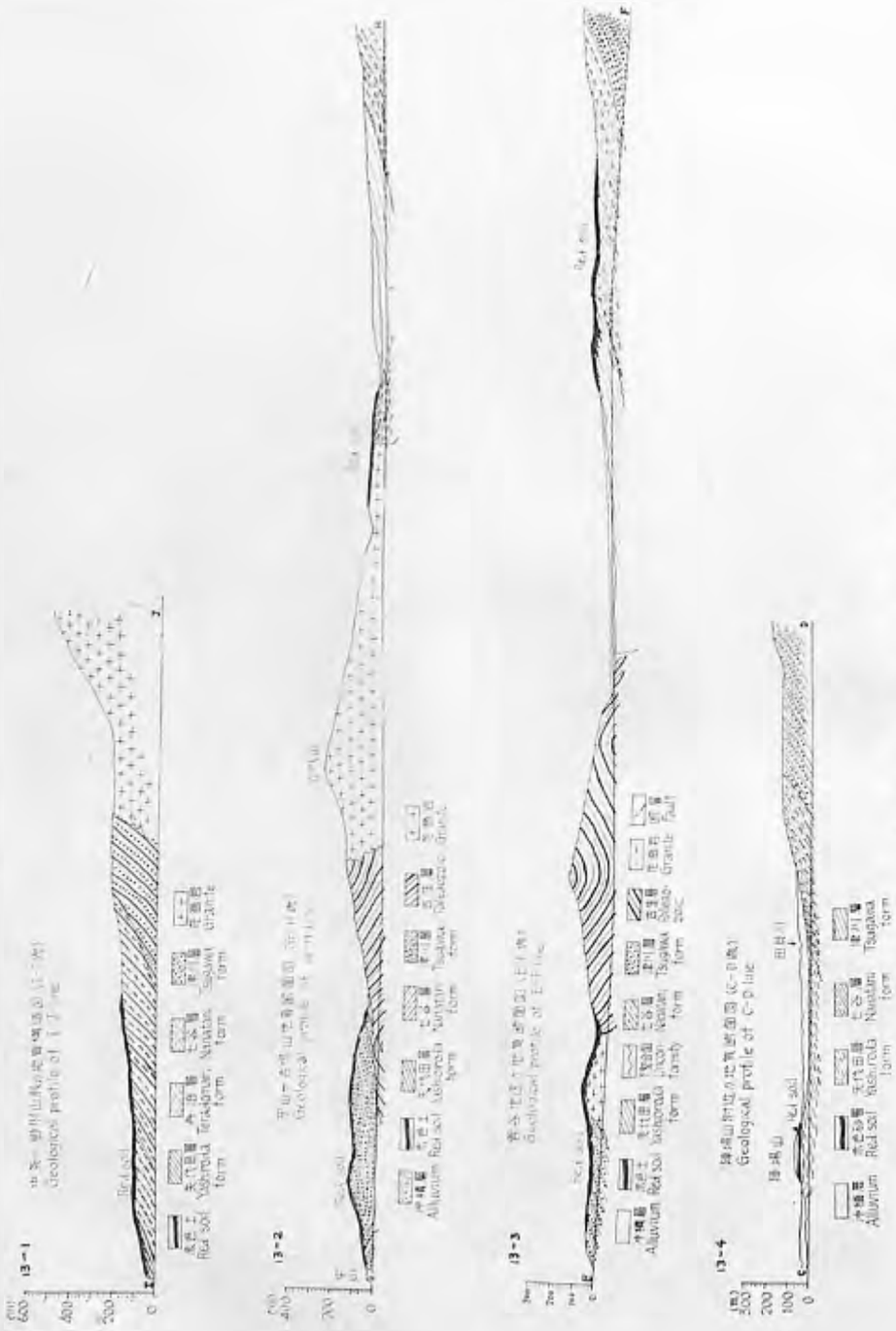
赤色土は菅谷村新保小路，加治村箱岩，下山田，平山，横岡を含む地域では赤色砂層および赤色粘土層は標高 30～200 m のところに分布し，花崗岩，古生層，津川層上に堆積が認められる。金塚村金山から中条町に至る低山地帯では，赤色土は標高 20～120 m の範囲に，津川層，七谷層，寺泊層，灰爪層上に分布し，この地域の矢代田層の１つの堆積層のような様相を呈している。赤色層の走向，傾斜はすべてが，N-E10～30°，約 20° 西に傾いていて矢代田層の一般走向，傾斜とほぼ等しい。川東村小戸，舟山，板山，菅谷村小出を含む盆地においては赤色土は，この盆地周縁部の標高 30～150 m のところに分布している。この分布上の特徴は盆地の形成における古地形，堆積層の地史と関連が深いことを物語っているところにある。以下にあげる地質断面について北から中条地区，平山地区，菅谷地区，陣場山付近のものを比較すると赤色土



第12図　五十公野山における地質断面図

Fig. 12　Geological profile of Ijimino hill.

* 新潟県下の更新世堆積物に関しては，e 項に述べるように，どこに更新世の下底を定めるかというところにまだ吟味の余地がある。したがって以下の記述における地質時代は，そこの地質を調べた人々に従い，そのつど人名を明かにしてある。そして対比に関する筆者らの見解は後述した。



第13図　北蒲原地区の地質断面図

Fig. 13 Geological profile of Kitakanbara county district in Niigata prefecture.

をともなう赤色砂礫層の分布的特徴が明らかとなる（第13図参照）。

調査区域の北部にあたる黒川村一帯では，矢代田層の分布がなく，赤色土は標高120mあたりまで分布している。しかしながら，五十公野山を除く加治川の左岸一帯，羽越本線の東南部の丘陵地域は，いままで述べた地域と，地質ならびに地形的に類似の様相をもっているにかかわらず，赤色土を発見することがきわめて困難であって，その存在を確かめることができなかった。このことは加治川の発達とその流域一帯の地史が，現地形から考えられるようなものではないことを意味するものであろう。

赤色土の生成環境を明らかにするには，これと関連性がきわめて大きい矢代田層について述べる必要がある。矢代田層は一般に魚沼層上部ないしは下部洪積層とされ，この地域では灰爪層（鮮新世新期）を不整合におおい，寺泊層，七谷層，椎谷層の一部に重なり，層厚は 20～110 m である。粗粒な砂岩，礫岩を主体とし，シルト岩を挾有する。礫は花崗岩，古生層から由来したものが多いが，七谷層，石英粗面岩に重なるときは，硬質頁岩，石英粗面岩，凝灰岩の角礫を混在している。これらの礫層は場所によりレンズ状を呈する。

赤色土をともなう赤色砂礫層は，赤色な円礫を混ずる礫層を基底としている。礫は硅岩，粘板岩，硬砂岩など古生層から由来した礫と，泥岩，頁岩，石英粗面岩の岩片とで構成され，赤色な円礫は黒色な物質で包まれている。礫層の上位は赤色な砂層に移行している。この砂の構成鉱物は花崗岩から由来したものと思われる石英が主体で，有色鉱物は風化が著しく，角閃石，雲母類，長石が少量認められるにすぎない。前述の赤色な円礫を混ずる礫層の礫の岩質は矢代田層と全く同じであるが，前述の地質断面図および地質図上に塗色した赤色土の分布状態からわかるように，矢代田層の堆積面より高い標高位置にまで存在し，また赤色円礫層を基底にしているところから，矢代田層（この地域では）とは平行不整合関係をもった高位段丘的堆積層であることが明らかである。

この地域の赤色土は断面の形態からつぎの2つの様式に別けられる。(1) 矢代田層より古い岩層上に重なって出現するもの，(2) 矢代田層と類似の堆積様式で，円礫層を基底とした赤色砂岩，赤色軟質頁岩層がありその上に赤色土層が存在するものとである。前者の代表的断面として菅谷村菅谷の花崗岩の赤色土を，後者の代表的断面としては五十公野山のものをあげることができるので，この2か所で試料を採集した。

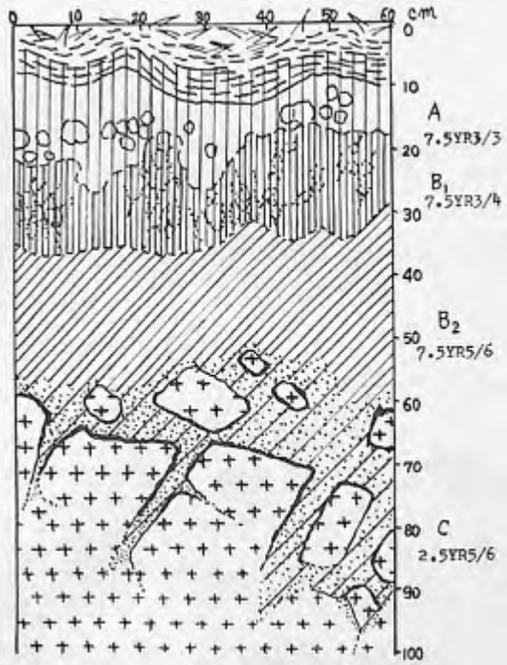
土壌断面 No. 5（第14図）

所在：北蒲原郡菅谷村菅谷内ケ沢国有林

地形：尾根に近い傾斜面，傾斜 15°，方位 ES。

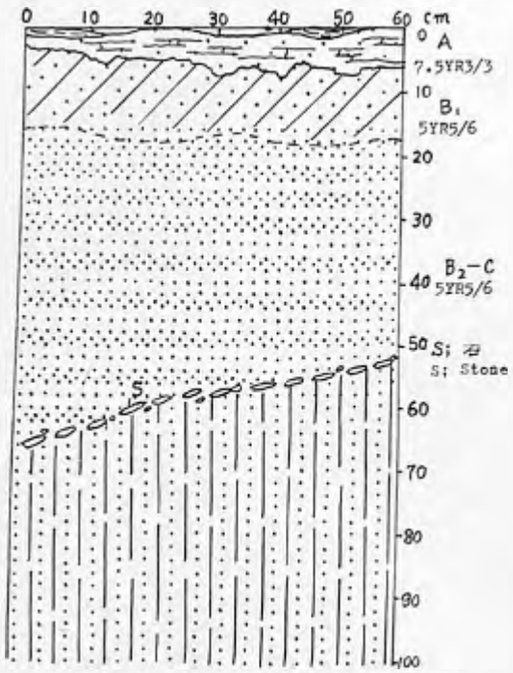
海抜高： 140 m

林分：アカマツ天然生林，アカマツ（44～30 cm，23 m）やや疎立し，スギわずかに混生，ミ



第14図　菅谷の赤色土断面模式図

Fig. 14 Schematic presentation of red soil at Sugatani (Niigata prefecture).



第15図　五十公野の赤色土断面模式図
Fig. 15 Schematic presentation of red soil at Ijimino (Niigata prefecture).

林分：アカマツ天然林。

L—F層：2cm，レンズ状に分布，アカマツ落葉。

A層：3～7cm，色；褐色，砂土やや板状構造，菌糸が蔓延。

B_1層：10～12cm，色；赤褐色（5 YR 5/6），砂土，僅少の腐植を含む，弱く結合した細粒状構造，菌糸が蔓延。

B_2—C層：50cm，色；赤褐色（5 YR 5/6），砂質，堅密，下部にやや扁平な小円礫が単列。

C層：色；明赤褐色（2.5 YR 5/6），砂質，堅密。

供試料

B_1層：10cm（深度），色；赤褐色 5 YR 5/6。

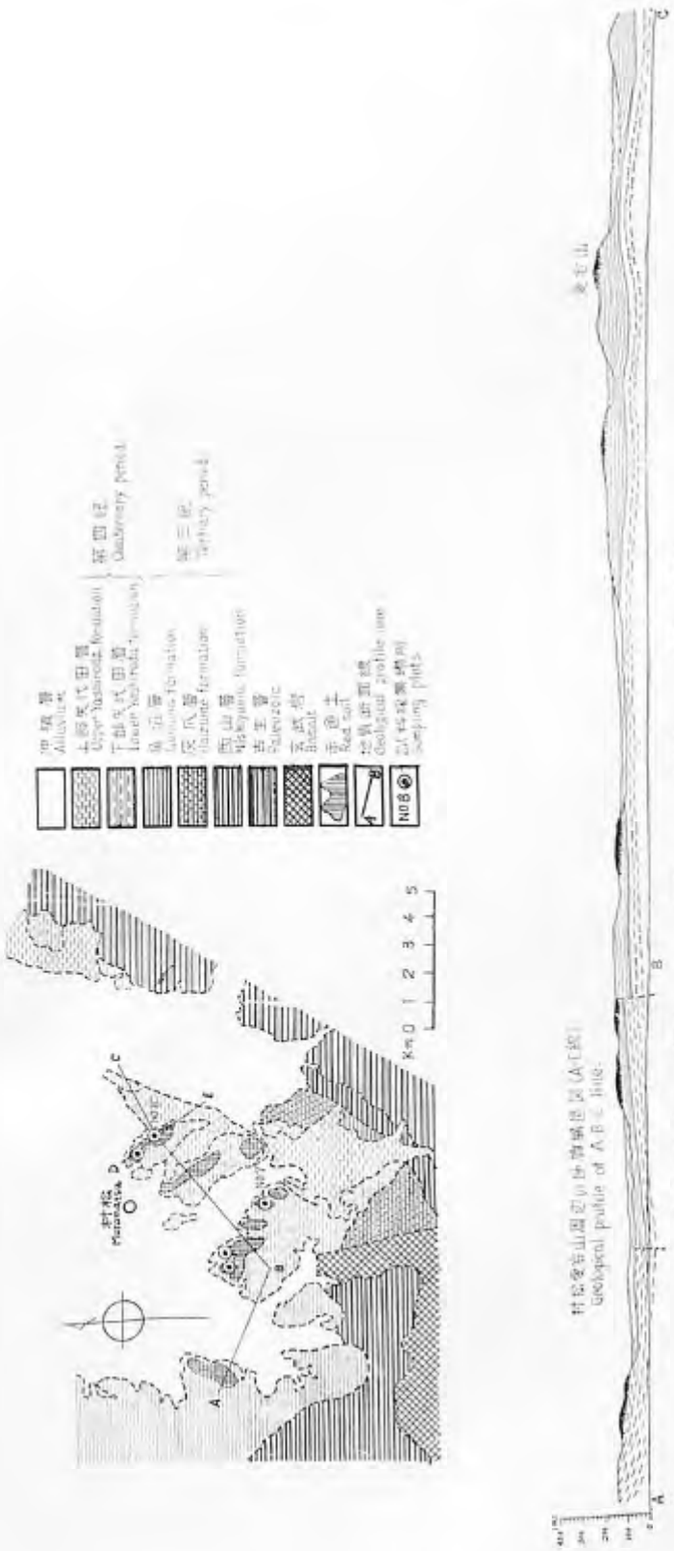
C層：100cm，色；明赤褐色 2.5 YR 5/6。

2.　村松地域の地質と赤色土の分布

中蒲原郡村松町地域の地質については，詳細な地質調査報告がなく，ただ西田らの編集による縮尺20万分の1新潟県地質図（1955）[41] があるにすぎない。これによると村松地域の地質の大略を知ることができる。この地域では矢代田層の下位に魚沼層（鮮新世新期～更新世古期）*があって，前述の北蒲原郡西部地域の地質とは異なる。

この地域の赤色土は，村松町の東南部の丘陵地帯，愛宕山では標高40～110mのところに，日枝神社，

* 西田彰一は鮮新世としている。



第16図　村松地区における赤色土の分布と地質図
Fig. 16 Distribution rocks and red soil in Muramatsu region (Niigata prefecture).

住吉神社付近では 30～90m のところに，村松町別所，安出部落付近では 40～80m のところに分布し，矢代田層下部層または魚沼層上に重なっている。また大蒲原村青橋～南田中の西部地帯では，赤色土は魚沼層で構成される丘陵地の標高 50～80m のところに存在する。

この地域の赤色土の出現様式は前述の五十公野山のものと同様，一般に赤色な円礫を混ずる礫岩層を基底にし，その上位に砂質な赤色層があり最上位が赤色土となっている。

矢代田層との関連を見いだすために特に精査したところ，村松町別所地域では矢代田層の一部と見なされる砂礫層が赤色砂礫層を被覆していた。そして本来の矢代田層の標式的分布地域である中蒲原郡矢代田一帯の調査を行なったが，赤色土および赤色な堆積層は発見できなかった。このことに注意を喚起されて精査すると，この地域の矢代田層は本来の矢代田層とは，岩質的には同類のものであるが，その固結度が著しく高く，しかも赤色な円礫層と赤色砂岩層をともなっているので，区別されるべきものと考えた。このような見方を取りいれて木立が従来矢代田層とされている地層について地質調査した結果，赤色土をともなう赤色砂礫層は矢代田層下部層と連続する平行不整合的堆積層であり，赤色砂礫層をともなわない矢代田層は，岩層の固結度が著しく低く，また地形的にも低位段丘堆積層と見なすことができるような平坦な低い扇状堆積物であることがわかった。したがって，前者は後者よりも古い堆積層で，これをかりに矢代田第Ⅰ層，後者を矢代田第Ⅱ層とし，本来の矢代田層に対比するのが妥当と考え，両者を区別した。その地質図および地質構造図は第 16 図のとおりである。愛宕山の北一南断面図を第 17 図に示したが，これによると赤色砂礫層までの層厚は約 30m と推定される。

赤色土の試料は村松町別所，愛宕山で採集した。その土壌断面はつぎのとおりである。

土壌断面 No. 7 （第 18 図）

所在：中蒲原郡村松町別所

地形：鈍頂の尾根肩部

傾斜：10°，方位 W，海抜高 80m。

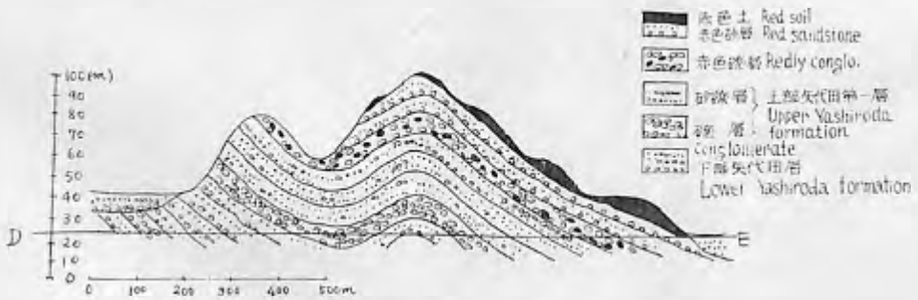
林分：アカマツ林，クリ，コナラ混在，ヤマウルシ，ツツジ，ワラビ。

L—F層：2 cm 厚，アカマツ落葉。

A層：7 cm，色；赤褐色（2.5 YR 4/6），堅果状構造著しい。

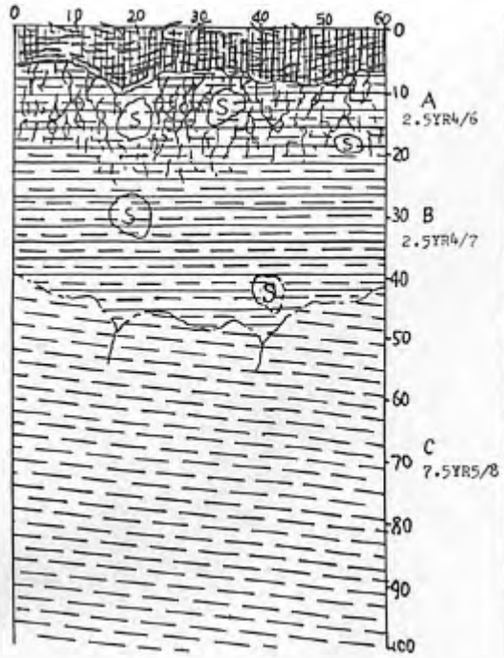
A—B層：12 cm，色；赤褐色（2.5 YR 4/8）。

B層：20 cm，砂質，色；橙色（2.5 YR 4/7）。



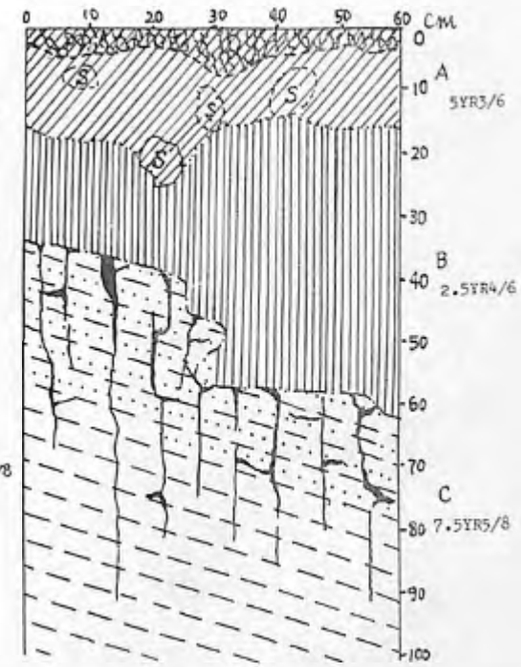
第 17 図　愛宕山の模式的地質断面図（D-E 線）

Fig. 17　Geological profile of Atagoyama (D-E line).



第 18 図　村松の赤色土断面模式図

Fig. 18　Schematic presentation of red soil at Muramatsu (Niigata prefecture).



第 19 図　愛宕山の赤色土断面模式図

Fig. 19　Schematic presentation of red soil at Atagoyama (Niigata prefecture).

C層：60 cm＋，砂質頁岩層，色；明褐色（7.5 YR 5/8），B層と接する部分に黒色の 縞状沈積物あり。これはまたB層中の礫の周囲にも認められる。

供 試 料

A層：5 cm（深度）

A—B層：15 cm

C層：80 cm

土壌断面 No. 8 （第 19 図）

所在：中蒲原郡村松町愛宕山

地形：鈍頂の尾根肩部，傾斜 10°，方位 NE。

海抜高：100 m

林分：アカマツ天然生林。

L—F層：1 cm 厚，レンズ状に分布，アカマツ落葉。

A層：15 cm，色；黒赤褐色（5 YR 3/6），わずかに腐植を含む埴土，細粒状ないし細かい堅果状構造が発達。

B層：40 cm，色；赤褐色（2.5 YR 4/6），重粘な埴土，上部に堅果状構造が発達。

C層：50 cm＋，色；明褐色（7.5 YR 5/8），固結，頁岩層，割れ目（立方状）があり特に濃赤色に染まり光沢がある。本土壌層断面の形態的特徴は，砂質な土壌の場合と同様に，表層に有機物による汚染と退色が認められるほか，C層ははなはだしく固い。

供 試 料

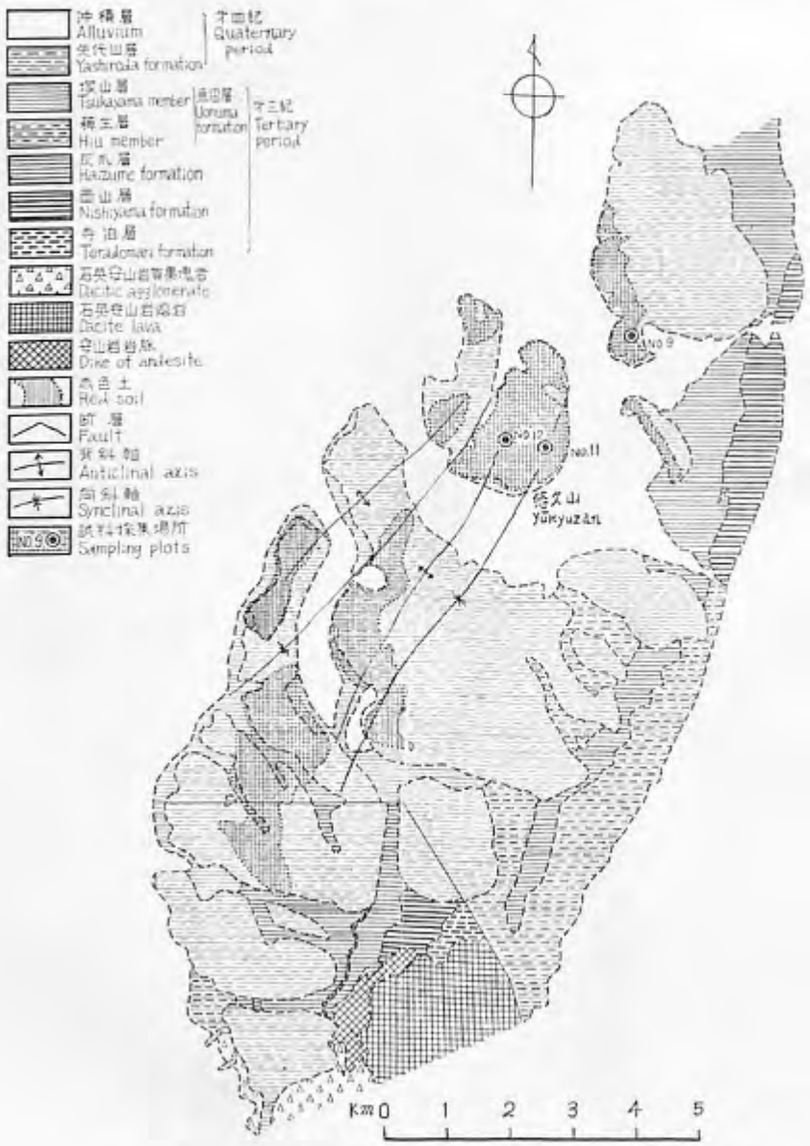
A層：15 cm（深度）

B層：40 cm

C層：95 cm

3.　長岡悠久山地域の地質と赤色土の分布

調査地域は長岡市東方悠久山（標高 114.5m）を中心として，栖吉村東片貝，西片貝，栖吉，宮内村鉢伏山，柿，釜沢，広道を含む地域および小千谷市片貝町の西部丘陵地帯である。この地域の地質について



第 20 図　長岡地区における赤色土の分布と地質図

Fig. 20　Distribution rocks and red soil in Nagaoka region (Niigata prefecture).

（福本・赤堀　1957）

層名		層厚	柱状図	化石	岩質的特徴	水平変化	対比 東山南部 油田、柿井 1950
矢代田層（陣ケ峯層）		(m) 80+		×Lignite.	石英安山岩質巨礫（マトリックス少ない）		矢代田層
魚沼層群	塚山層	200 ～ 500		Fugus.	上部：石英安山岩質中～小礫に青色粘土，中～細粒砂の互層。 中部：中～細粒砂を主とし少量の小礫を挟む，南部地域では中～大礫となり偽層発達す。 下部：石英安山岩質小礫と細粒砂の互層。（凝灰質砂岩層を包蔵するところもある）	悠久山周辺より柿の沢に向って（北から南に向って）砂の含量を増し，また礫も多い。これに反し柿の沢の粒土層に植物化石が多いことは，各所に岩相を異にする堆積層はその陸成の環境に大差がないことを示していることを物語るものと思われる。	
				×Lignite. Plant. Ostrea. Fugus.			
	栖吉層	50 ～ 450		×Lignite. Fugus. ×Lignite. Sequoia.	凝灰質砂岩粗～中粒砂にごく少量の細礫を介在し，理木の破片，水片を多量に産するほか，植物化石，植物質痕跡がきわめて多い。	柿の沢で最大層厚 300m となり，その南北に向って薄化する。悠久山では本層の露呈部分は少ないが岩相に著しい変化はない。しかし村松付近では層厚に著しい変化がある。	
				非整合的	魚沼層群の基底礫岩，石英安山岩質大礫。	長岡市大字十日町字村松，柿の沢では厚い。	
灰爪層		100 ～ 550		Acila. Acila. Acila. Acila.	砂岩と凝灰質岩の互層　下部に二枚合化石を含む。 砂岩層，二枚合化石多し。 凝灰質砂岩層	北部では山麓部低山地に，南部では河床部に露呈し，層厚 100m を越す。	

第 21 図　長 岡 地 区 の 層 序

Fig. 21　Stratigraphy of Nagaoka district in Niigata prefecture (by FUKUMOTO, AKAHORI).

は，福本ら（1957）[5]の報告がある。それには，塚山層（魚沼層群）の上位の地層は，一応陣ケ峯層（更新世前期）に対比できるが，この地層はわずかながら下位層の反映構造をもっているので，これを若ケ谷層，小国層（いずれも鮮新更新世）に対比することも考えられると述べてある。木立の調査結果では矢代田層下部層と類似の堆積様相が認められ，小国層と岩質的に同一であることから，前述の村松地域における矢代田層第Ⅰ層かあるいは小国層上部層に対比するのが妥当であると考えられる。その地質図は第 20 図のとおりであり，灰爪層上部層より上位の地層の層序は第 21 図のとおりである。

赤色土は東片貝では標高 40～80 m のところに，悠久山一帯では 50～114 m のところに，宮内町柿，青木，釜沢地区では 40～140 m のところに分布している。砂質，埴質なものが多く，矢代田下部層（小国層上部層？）の上に直接重なっていて，赤色な円礫層は認められない。赤色土と下位層との関係は第 20 図に示した地質断面図でもわかるように，赤色土層は下位層と反映構造をもって湾曲している。これらの地域に隣接する東山油田地帯には，赤色土の存在が認められなかった。したがって，栃尾市周辺一帯に広く分布する矢代田層の上には赤色な砂礫層の堆積が行なわれなかったと考えられる。

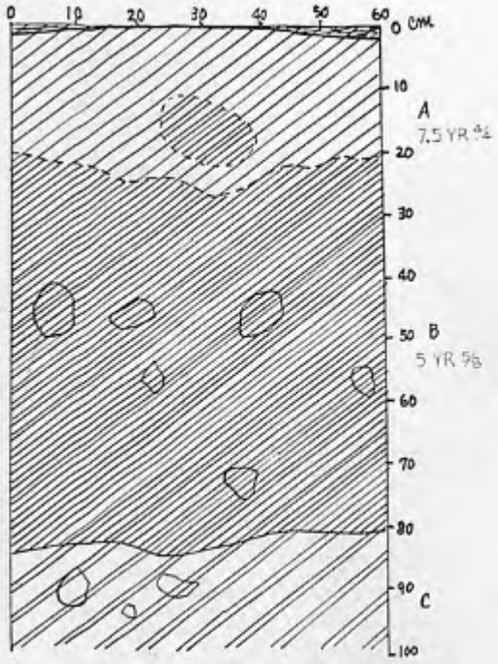
なお，悠久山周辺地域の赤色土が最も鮮明な赤色を呈するのに反し，これより南あるいは北に向かって遠ざかるにしたがって色は淡くなる。また，標高 200 m あたりからより高い位置には赤色土は全く認められなかった。

赤色土の試料は栖吉村東片貝，片貝町栃尾沢，悠久山のものを採集した。

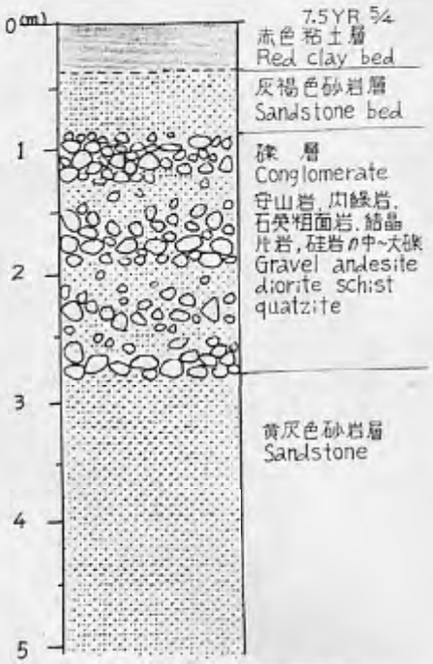
土壌断面 No. 9（第 22 図）

所在：長岡市栖吉字東片貝

地形：丘陵地の鈍頂の尾根肩部，傾斜 12°，方位 N。



第22図　東片貝の赤色土断面模式図
Fig. 22 Schematic presentation of red soil at Higashikatagai (Niigata prefecture).



第23図　片貝の地質断面模式図
Fig. 23 Schematic presentation of geological profile in Katagai (Niigata prefecture).

海抜高：80m

林分：アカマツ天然生林。

A層：20 cm 厚，色；灰褐色（7.5 YR 4/4），埴土。

B層：60 cm，色；赤褐色（5 YR 5/8），埴壌土。

C層：礫混り砂岩層，色；灰黄色。

供 試 料

A層：15 cm（深度）

B層：70 cm

土壌断面 No. 10（第 23 図）

所在：小千谷市片貝町栃尾沢

地形：丘陵地鈍頂な尾根，方位 N。

海抜高：40m

林分：アカマツ天然生林

供 試 料

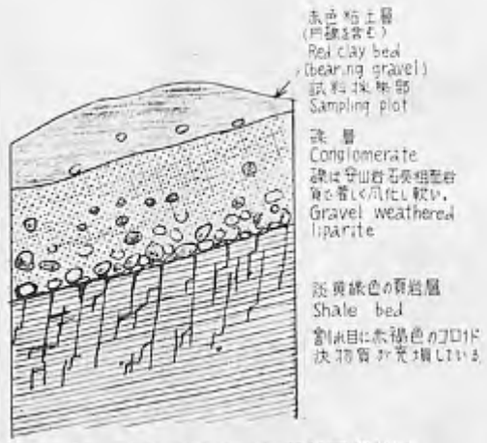
A—B層：30 cm（深度），色；灰橙色（7.5 YR 5/4）。

土壌断面 No. 11（第 24 図）

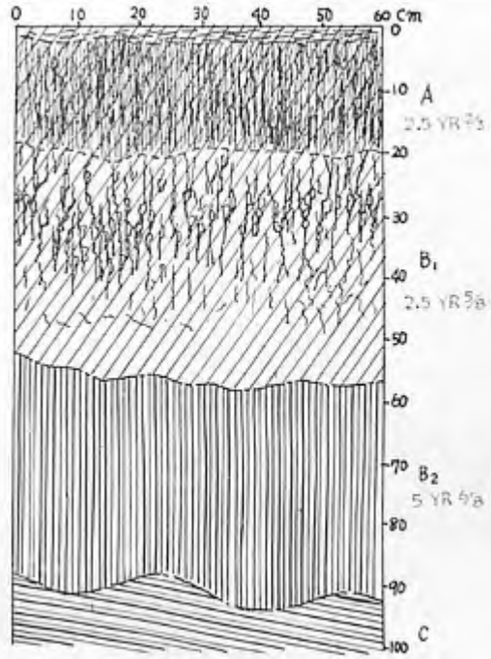
所在：長岡市悠久山

地形：丘陵地鈍頂の尾根肩部，傾斜 10°，方位 NE。

海抜高：95m



第24図　悠久山の地質断面模式図
Fig. 24 Schematic presentation of geological profile in Yūkyuzan (Niigata prefecture).



第25図　悠久山の赤色土断面模式図
Fig. 25 Schematic presentation of red soil at Yūkyuzan (Niigata prefecture).

林分：アカマツ林伐跡地，ワラビ，ササ，オカトラノオ。

土壌断面 No. 12（第 25 図）

所在：長岡市悠久山公園

地形：丘陵地緩斜面，方位 W，傾斜 12°。

海抜高：110m

林分：アカマツ天然生林，コナラ，ヤマザクラ混生，ヤマハゼ，カヤ，ニゴノキ，ヤマツツジ。

A層：20 cm 厚，腐植に富む，色；褐色。

B_1層：35 cm，堅果状構造，埴質，色；赤褐色（2.5 YR 5/8）。

B_2層：35 cm，堅果状構造，埴質，固い，色；赤褐色（5 YR 6/8）。

C層：斑状ないし割れ目の多い頁岩層，赤色縞状模様あり。

供 試 料

A層：15 cm（深度）

B_1層：40 cm

B_2層：85 cm

4. 十日町市東方地域の地質と赤色土の分布

十日町東方の低山地山脚部の標高 200～250m のところに赤色土が存在する。この地域の地質については，福本ら（1958）[9]の報告がある。それを示せば第 26 図のとおりである。

赤色土はこの地域の小国層（鮮新・更新世古期）の上に非整合的に，礫混りの赤色の微砂岩層として堆積している。

試料採集地点を含めた地質断面を示せば，第 26 図のとおりである。

土壌断面 No. 13（第 27 図）

所在：十日町市スキー場

地形：低山地山脚部尾根，方位 W，傾斜 10°。

海抜高：230m

林分：無立木地（アカマツ天然林伐跡地）

A層：10 cm 厚，堅果状構造きわめてよく発達，色；赤褐色（5 YR 4/6）。

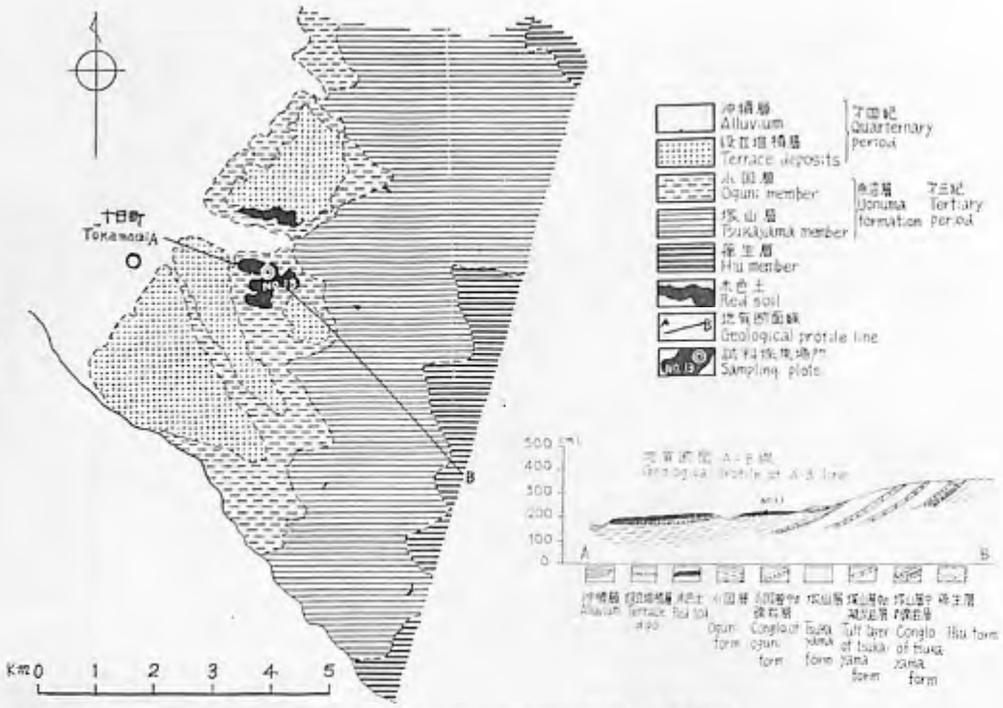
B層：50 cm，堅果状構造がやや発達し，固い。色；明橙色（2.5 YR 5/6）。

C層：淡黄灰色砂岩と礫岩の互層

供 試 料

A層：7 cm（深度）

B層：50 cm



第 26 図　十日町地区の赤色土の分布と地質図

Fig. 26 Distribution rocks and red soil in Tōkamachi region (Niigata prefecture).

5.　高田周辺地域の赤色土の分布

高田盆地の周辺の赤色土は，柏崎市高田，中頸城郡吉川町顕法寺，高田市金谷，中頸城郡妙高村岡新田に存在し，これらは矢代田層より古い地層の上に重なる赤色砂質な堆積の最上位を占める。このような赤色土を代表するものとして，高田市金谷のものを採集した。その土壌断面は下記のとおりである。なお，図中金谷の赤色土は寺泊層に重なっていた。

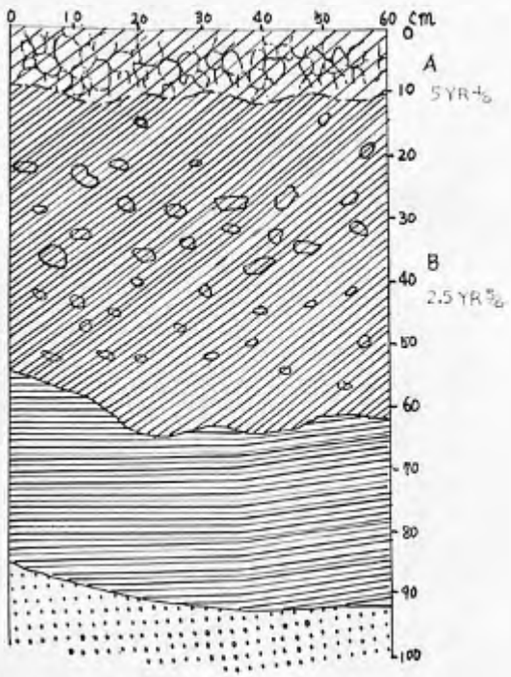
土壌断面 No. 14 （第 28 図）

所在：高田市金谷スキー場

地形：低山地山脚部尾根部，方位 SW，傾斜 20°。

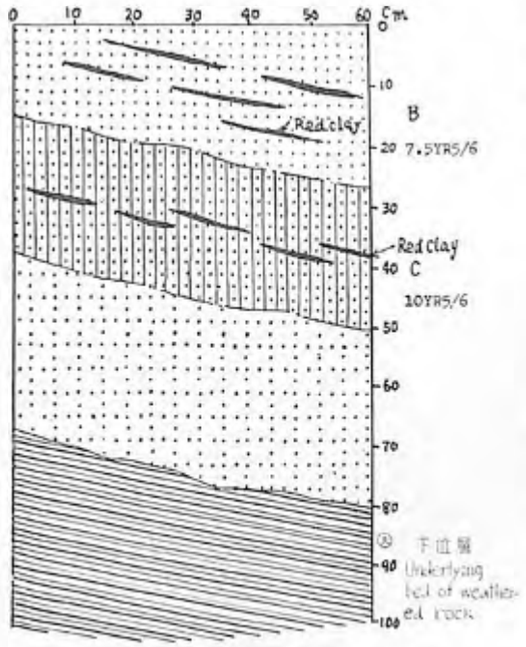
海抜高：100 m

B層：20 cm 厚，色；明橙褐色（7.5 YR 5/6），砂質。



第 27 図　十日町の赤色土断面模式図 ↗

Fig. 27 Schematic presentation of red soil at Tōkamachi (Niigata prefecture).



第 28 図　高田の赤色土断面模式図

Fig. 28 Schematic presentation of red soil profile at Takada (Niigata prefecture).

C層：20 cm，色；赤橙色(10 R 5/6)，B層，C層中には黒色の物質が縞状にはいっている。下位は花崗岩，石英粗面岩由来の砂岩層（NE に傾斜）。

供 試 料

B層：10 cm（深度）

C層：40 cm，黒色物質。

b．赤色土の分布と古地形との関連

新潟県の調査地域の地質と赤色土の分布は前述のとおりであるが，この地域の赤色土分布箇所以外は他の土壌で占められ，森林下には現在環境下に生成されたと思われる褐色森林土が広く分布していた。また，低位段丘堆積層，沖積層などの上には，これらの層に被覆された赤色土が認められたにすぎない。

以上の事実から赤色土生成に関して地史学的検討をする必要を感じ，その 1 つの方法として，切峯面図上に赤色土の分布を描き古地形との関連性を見いだすことにした。

切峯面は現地形の細谷，浸蝕崖を薄い紙で被覆し，大地形の様相を仮想等高線で示し，地形発達の過程を考究するものである。切峯面図の作製には，まず，5 万分の 1 の地形図をタテ 7 等分，ヨコ 9 等分し，63 個のわくを作り，わくの中の最高点を見いだす。つぎにこの最高地点の標高と位置を 20 万分の 1 地形図に転写し，各点と，それと隣り合う地点の標高および地形を加味して，仮想の等高線を引くのである。こうして作製した切峯面図* は岡山のものと大差なかった。

新潟県の赤色土と，矢代田層の分布を切峯面図に入れたものが第 29 図である。この図で明らかなように，北蒲原郡の地域に分布する赤色土は，切峯面仮想等高線 300m を上限として，それ以下の地域に存在し，また矢代田層の分布地域もこれと同じような傾向を示している。この地域で最も注目すべきことは，現在の阿賀野川の流路である。現在の阿賀野川は津川町から新津市を結ぶ線のほぼ中央部に露呈する花崗岩体を嵌入蛇行して西に流下しているが，切峯面図ではこの花崗岩体が聚止丘陵の形をとっているので，古い阿賀野川は，むしろ現在の加治川と同じ流路をとり，新発田市の東部にある盆地帯に流入していた可能性が大である。したがって，五十公野山を含む北蒲原郡の地域に分布する矢代田層および赤色土をともなう赤色砂礫層は古阿賀野川かあるいは古加治川の搬積物で，その堆積形態は河岸段丘と異なり，河口沈積層かあるいは高位海岸段丘の一部であると考えられる。そして赤色砂礫層の堆積は古い河川の流入によるものと考えられる。この仮定が正しければ，新発田市から五泉市に至る東部地域の丘陵地を構成する純然たる海岸段丘上に赤色砂礫層が認められなかったことも矛盾なく説明されうるように思われる。

* 岡山俊男の資料による。本資料は日本全国にわたってすでに完成され，近く印刷されると聞いている。

第29図　新潟県の切峯面図と赤色土および矢代田層の分布

Fig. 29 Map of summit-plain (Gipfelflur) and the distribution of red soil and Yashiroda formation in Niigata prefecture.

第9表　赤色土B層の細砂（0.2～0.1 mm）

Table 9. Mineralogical composition of the fine sand fractions (0.2～0.1 mm)

地名 Location	地点番号 Plot No.	土壌層位 Horizon	石英 Quartz	長石 Feldspar	角閃石 Hornblende	輝石 Pyroxene	黒雲母 Biotite
菅谷 Sugatani	5	B_2	23	21	5		16
五十公野 Ijimino	6	B	31	27	6	9	
村松町別所 Muramatsu	7	A—B	53	5			8
愛宕山 Atagoyama	8	B	22	40			
東片貝 Higashikatagai	9	B	65	26	5		
片貝町 Katagai	10	A—B	32	44			
悠久山 Yukyuzan	12	B	38	42			5
十日町 Tokamachi	13	B	41	58			
高田 Takada	14	B	18	67			5

第10表　示差熱分析による赤色土の

Table 10. Clay minerals present in red soil by

場所 Location	地点番号 Plot No.	層位 Horizon	標高 Altitude (m)	土性 Soil texture
菅谷 Sugatani	5	A—B	140	粘土 Clay
〃	〃	B_2		〃
〃	〃	C		〃
五十公野 Ijimino	6	B	55	〃
〃	〃	C		〃
村松町別所 Muramatsu	7	A	80	〃
〃	〃	A—B		〃
〃	〃	C		〃
〃	〃			黒色物質 Black colored substance
愛宕山 Atagoyama	8	A	100	粘土 Clay
〃	〃	B		〃
〃	〃	C		〃
東片貝 Higashikatagai	9	A	80	〃
〃	〃	B		〃

の鉱物組成（新潟県地方）（細砂百分比）

of B-horizons of red soil (Niigata prefecture region) (Results expressed in parts of 100).

絹雲母 Sericite	磁鉄鉱 Magnetite	火山ガラス Volcanic glass	水成岩細片 Fragments of sedimentary rocks	備考 Remarks
22		13		花崗岩質母材＋火山ガラスから生成されたと思われるもの Derived from soil supposed to be Granitic parent materials＋Volcanic
8	16	3		〃
24	9		1	花崗岩質母材＋堆積岩 Granitic parent materials＋Sedimentary rocks
	14		24	堆積岩 Sedimentary rocks
	3		1	〃
18	6			花崗岩質母材＋堆積岩 Granitic parent materials＋Sedimentary rocks
13			2	〃
	1			堆積岩 Sedimentary rocks
6			4	〃

含有粘土鉱物（新潟県地方）

differential thermal analysis (Niigata prefecture region).

ギブサイト Gibbsite	加水ハロイサイト Hydrated halloysite	ハロイサイト Halloysite	カオリナイト Kaolinite	イライト Illite	モンモリロナイト Montmorillonite	アタパルジャイト Attapulgite
×	×		×	×××		
×	××		×	××		
×	×		××	×		
×××	×	×		××		
×××××		××	××	×		
×××	×	××		×		
××		××		×		
×××	××	××		×		
×	×	×	×			
×	××					
×	××					
××	×××					
×	××	×	×	×		
×	×	××	××	×		

場所 Location	地点番号 Plot No.	層位 Horizon	標高 Altitude (m)	土性 Soil texture	ギブサイト Gibbsite	加水ハロイサイト Hydrated halloysite	ハロイサイト Halloysite	カオリナイト Kaolinite	イライト Illite	モンモリロナイト Montmorillonite	アタパルジャイト Attapulgite
片貝町 Katagai	10	A—B	40	粘土 Clay	×××	××××	×	×	×		
悠久山 Yukyuzan	11	A	95	〃	×		×				
〃	12	A	110	〃	×	××	×	××			
〃	〃	〃		細砂 Fine sand		××		×	××		
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand		××	××	×	×		
〃	〃	B_1		粘土 Clay	×	××	××				
〃	〃	〃		微砂 Silt		××	××		×		
〃	〃	〃		細砂 Fine sand		××	××	×			
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand		×	××				
〃	〃	B_2		粘土 Clay	×	××	××				
〃	〃	〃		微砂 Silt	×	×	××		×		
〃	〃	〃		細砂 Fine sand	×	××	××	××	×		
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand		××	××	×××			
〃	〃	〃		礫 Gravel		×	×				
十日町市 Tokamachi	13	A	230	粘土 Clay	×	××	××				
〃	〃	〃		微砂 Silt	×	××	××		×		
〃	〃	〃		細砂 Fine sand	×		××				
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand	×		×	××			
〃	〃	〃		礫 Gravel			×	×			
〃	〃	B		粘土 Clay	×		××	×			
〃	〃	〃		微砂 Silt	×		××				
〃	〃	〃		細砂 Fine sand	××		××	××	×		
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand	×		×××	×	×		
〃	〃	〃		礫 Gravel			×				
高田 Takada	14	B	100	粘土 Clay	××		××		×		
〃	〃	〃		微砂 Silt	×		××				
〃	〃	〃		細砂 Fine sand	×	×				×	
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand	×	×				×	
〃	〃	〃		黒色物質 Black colored substance		×				××	
〃	〃	C		粘土 Clay		××					
〃	〃	〃		微砂 Silt		××					
〃	〃	〃		細砂 Fine sand		××				×	
〃	〃	〃		粗砂 Coarse sand		××				×	
〃	〃	〃		礫 Gravel		×				××	
豊実村赤色土壌 Toyomi, Red soil		B		〃	×	××	×		×		

鉱物の示差熱曲線　低い ⟶ 高い
D. T. A curves of minerals.　low ⟶ high　×　××　×××　××××　×××××

村松町，加茂市，南蒲原郡下田村島川原，中野原地域の赤色土の分布上限は仮想等高線 100～200 m である。いまその 200 m 線を巨視的に観察すれば，村松では大きく湾入し，下田村では潟の様相を示しているので，矢代田層堆積当時は多島海であったか，あるいは入江，潟であったもので，したがって河水と海水が接触する部分が多かったものと考えられる。

長岡市悠久山一帯，片貝町の地域に分布する矢代田層は古信濃川の搬積物で，赤色の砂礫，粘土層は，その当時の河口かあるいは浅海性の静かな環境で形成された堆積層である可能性が大きく，その分布上限は仮想等高線 100～300 m の間にはいる。

十日町市，六日町のものは，分布上限が仮想等高線 300～400 m で他の地域より高い。この地域の魚沼層群の層厚は，その地質柱状図で見てもわかるとおり，他の地域よりもはるかに厚く，800 m を算し，盆地形を形成していたものと考えられる。したがって古信濃川がこれに流入し，その後地塊の上昇にともなって形成された矢代田層 および 赤色砂層は古信濃川の 成長過程に形成された 高位河岸段丘堆積層であるか，あるいはこの地域に湾入した浅海性湾口の周縁部に形成された沈積層であると考えられる。

高田および柏崎の赤色土も，村松地域のものと全く同様な堆積環境にあったことが示されるが，これは多少海流の影響を受けているかもしれない。

以上述べたところを総括すれば，赤色土をともなう赤色砂礫，粘土層は仮想等高線 100 m 以上のところに存在し，地塊上昇の著しかった盆地帯における高位河岸段丘，古い湾，古い河口などに接続する高位海岸段丘が形成されるような環境下で生成されたことが想定される。

c．赤色土母材の鉱物鑑定

赤色土のB層から試料をとって，母材の鉱物鑑定を行なった。試料の調製および鑑定の方法は次のとおりである。

まず細土を 80 mesh 以下， 150 mesh 以上（0.1～0.2 mm）のものを篩い別けし，ハイドロサルファイト法で除鉄した。取り出された鉱物細粒をそのままカナダバルサムで封じ薄片を作った。この薄片中の細粒を光学的に鑑別し，鉱物を同定した。同定は少なくとも 200 粒以上行ないその粒数で百分比を求めた。各赤色土の鉱物組成百分比を表示したのが第 13 表である。顕微鏡下における細粒は写真 10～18 の示すとおりである。

除鉄しない細粒は顕微鏡下では，その表面が赤色の物質で汚染されているか，あるいは，おおわれていた。除鉄した細粒を顕微鏡で観察しても，長石類は風化が特に著しく，その判別が困難であった。第 9 表に示されているとおり，土壌母材中には石英，絹雲母が残存しているのみであって，これは岩石の風化が著しくすすんでいることを物語っている。

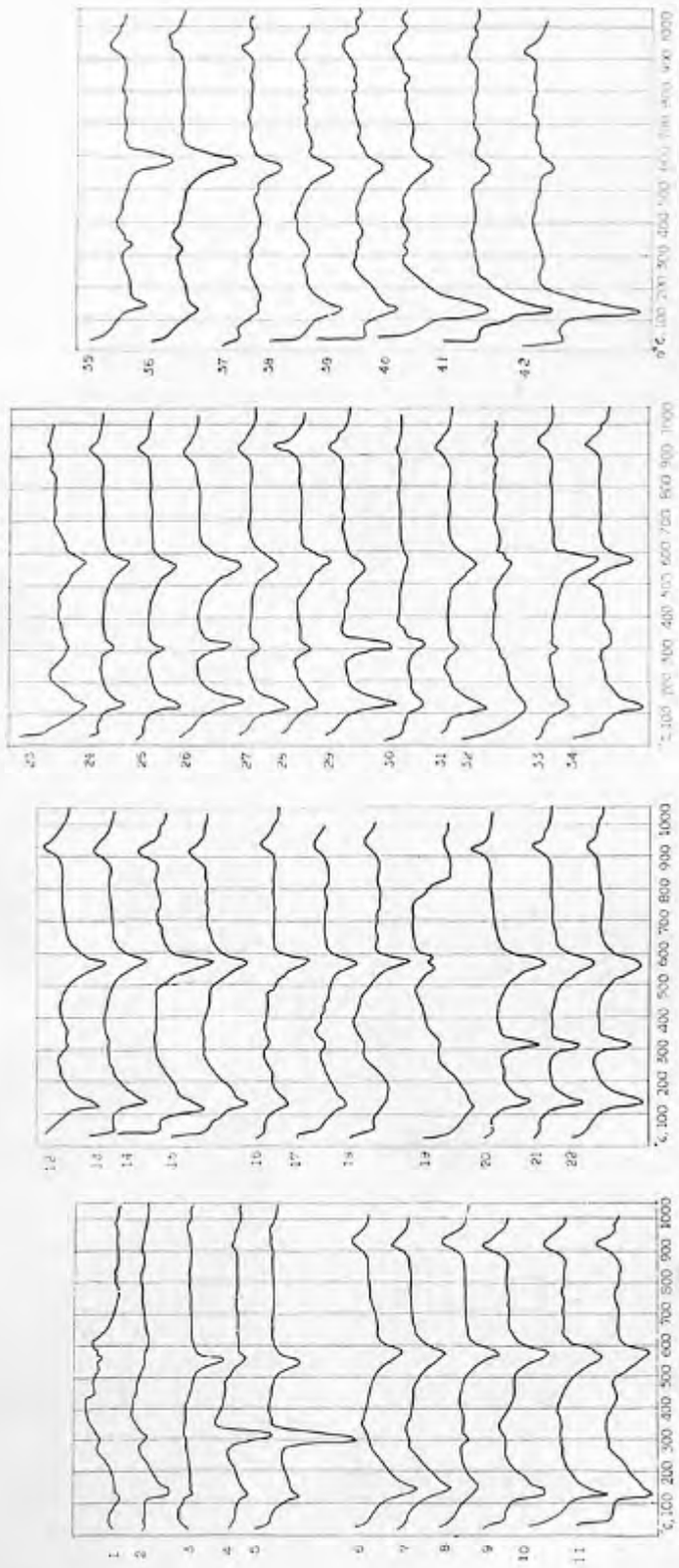
d．示差熱分析，X 線分析および化学分析

1.　示差熱分析

新潟県における赤色土の各層位の試料について既述の方法にしたがって示差熱分析を行なった結果は，第 30 図のとおりである。この結果から粘土鉱物の同定を行なって，その含有量の多少を比較して表示したのが第 10 表である。赤色土の粘土鉱物と比較する意味で，魚沼層，灰爪層，西山層，椎谷層（いずれも新鮮部分）の各層の粘土の示差熱分析の結果はつぎのとおりである。

魚沼層；ギブサイト　×，加水ハロイサイト　××

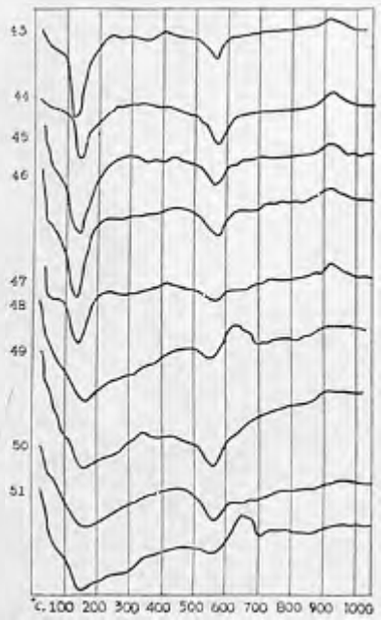
灰爪層；加水ハロイサイト　××，モンモリロナイト　×

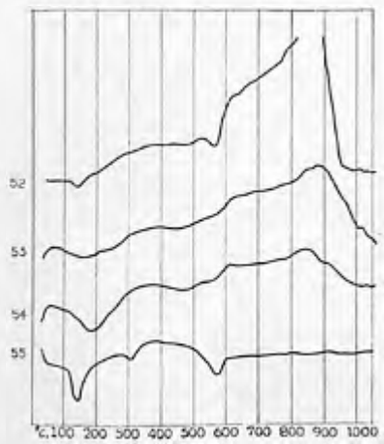


(1) A—B層，(2) B_2層，(3) C層，(4) B層，(5) C層，五十公野；(6) A層（細砂），(7) A層（粗砂），(8) B_1層（粘土），(9) B_1層（微砂），(10) B_1層（細砂），(11) B_1層（粗砂），(12) B_2層（粘土），(13) B_2層（微砂），(14) B_2層（粗砂），(15) B_2層（礫），悠久山；(16) A層（粘土），(17) A層（微砂），(18) A層（細砂），(19) A層（粗砂），十日町；(20) A層，(21) A—B層，(22) C層，村松町；
(12) B_2 horizon (clay), (13) B_2 horizon (fine sand), (14) B_2 horizon (coarse sand), (15) B_2 horizon (gravel), Yukyuzan; (16) A horizon (clay), (17) A horizon (fine sand), (18) A horizon (coarse sand), (19) A horizon (gravel), Tokamachi; (20) A horizon, (21) A-B horizon, (22) C horizon, Muramatsu;

(23) 黒色堆積物，村松；(24) A層，(25) B層，(26) C層，愛宕山；(27) A層，(28) B層，(29) A—B層，片貝；(30) A層，(31) A層（粘土），(22) A層（礫），(33) B層（粘土），(34) B層（微砂），十日町；
(23) Black colored substance, Muramatsu; (24) A horizon, (25) B horizon, (26) C horizon, Atagoyama; (27) A horizon, (28) B horizon, Higashikatagai; (29) A—B horizon, Katagai; (30) A horizon, (31) A horizon, (32) A horizon (gravel), Yukyuzan; (33) B horizon (clay), (34) B horizon (silt), Tokamachi;

(35) B層（細砂），(36) B層（礫），十日町；(38) B層（粘土），(39) B層（微砂），(40) B層（細砂），(41) B層（粗砂），(42) B層（黒色沈積物），高田
(35) B horizon (fine sand), (36) B horizon (coarse sand), (37) B horizon (gravel), Tokamachi; (38) B horizon (clay), (39) B horizon (fine sand), (40) B horizon (coarse sand), (41) B horizon (gravel), (42) B horizon (black colored substance), Takada.





(43)C層(粘土), (44)C層(微砂), (45)C層(細砂), (46)C層(粗砂), (47)C層(礫), 高田; (48) 魚沼層(頁岩), (49) 灰爪層(頁岩), (50) 西山層(頁岩), (51)椎谷層(頁岩);
(43) C horizon (clay); (44) C horizon (silt); (45) C horizon (fine sand); (46) C horizon (coarse sand), (47) C horizon (gravel), Takada; (48) Uonuma formation (shale); (49) Haizume formation (shale), (50) Nishiyama formation (shale); (51) Shiiya formation (shale);

(52) A_1—A_2層(ポドゾル), (53) A_2—B_1層(ポドゾル), (54) B_1層(ポドゾル), (55) B層, 豊実;
(52) A_1–A_2 horizon (Podzols), (53) A_2–B_1 horizon (podzols), (54) B_1 horizon (podzols), (55) B horizon, Toyomi.

第 30 図　新潟県の赤色土各層および下位層の示差熱分析曲線
Fig. 30 Differential thermal curves of red soil in Niigata prefecture.

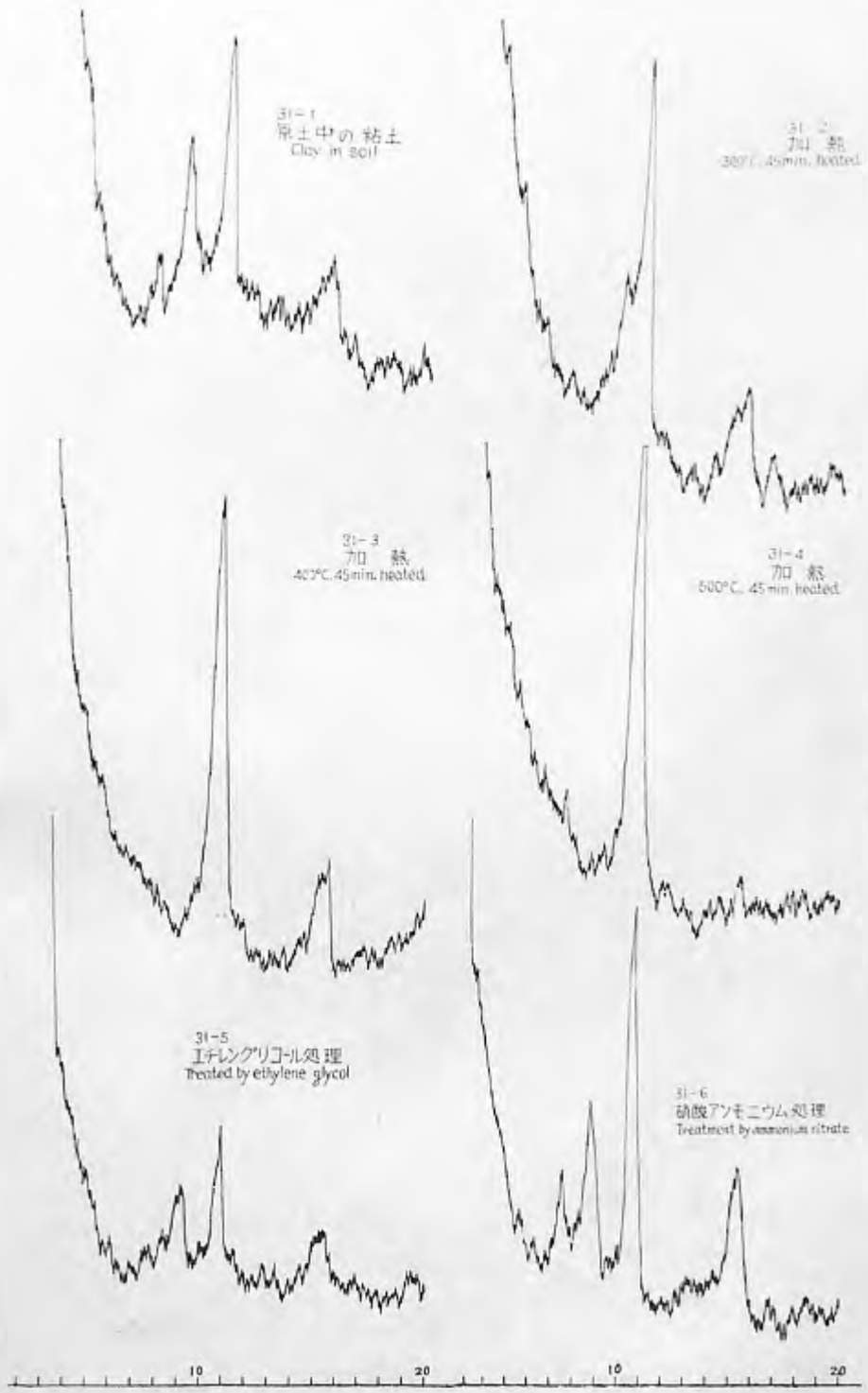
西山層; 加水ハロイサイト　××, モンモリロトナイト　×
椎谷層; 加水ハロイサイト　×, モンモリロナイト　××

2. X線分析

X線分析の方法は既述のとおりである。その結果は第 11 表に示した。

さらに精査の目的をもって菅谷の赤色土C層 (Fig. 31-1) の試料についてそれぞれ 300°C (Fig. 31-2), 400°C (Fig. 31-3), 500°C (Fig. 31-4) 45 分加熱処理したもの, およびエチレングライコール (Fig. 31-5) および硝酸アンモニウム(Fig. 31-6) 処理したものにつきX線分析を行なった。この実験で, 加熱処理によって 12Å の回折線は 10Å へ移行し, 7Å の回折線は弱くなった。そしてエチレングライコール処理および硝酸アンモニウム処理のものでは 14 Å および 10 Å の回折線は変化しなかったので, この 12 Å の回折線は Al-バーミキュライトとイライトの random complex の回折線であると考えた。さらに椎谷層の試料をエチレングライコール, 500°C 加熱処理し X 線分析を行なったが, 前者のものは 14.5 Å の回折線が 16 Å に移行し, 後者のものは 14.5 Å の回折線が消失した (第 33 図参照)。したがって, 椎谷層中には少量ではあるがモンモリロナイト様鉱物が含まれていると考えられる。

新潟県の赤色土の母材中の鉱物は, 前述のように含有鉱物の組成に著しい差異が認められないので, 上記の菅谷の赤色土の粘土鉱物の同定結果は, 他の試料の粘土鉱物の同定にも用いることができるものと考



第 31 図　菅谷の赤色土C層のX線回折曲線図
Fig. 31 X-ray diffraction curves of red soil C-horizon at Sugatani (granite origin) in Niigata prefecture.

第11表　X線分析によって同定した粘土成分中の鉱物（新潟県地方）

Table 11. Minerals in clay fraction (<2 μ) of red soil and sedimentary rocks identified by X-ray diffraction (Niigata prefecture region).

地名 Location	地点番号 Plot No.	土壌の層位と下部の地層 Soil Horizon and underlying rock layer	標高 Altitude (m)	n (Å) 粘土鉱物 n (Å) clay minerals									
				14～15	12±	10	7	ギブサイト Gibbsite	赤鉄鉱 Hematite	針鉄鉱 Goethite	褐鉄鉱 Lemonite	石英 Quartz	長石 Feldspar
菅谷 Sugatani	5	A—B	140				×	×	××		×	×××××	正長石 Orthoclase ×
		B_2				×	×	×	×××		××	××××	〃 ×
		C		×××	××××	×××××	×××	×	××		×××	×××	〃 ×
五十公野 Ijimino	6	B	55	××	×		××	×××	×××		×××	××××	中性長石 Andesine ×
		C				××	××	×××××	×××	×	×	××	〃 ××
村松町別所 Muramatsu	7	A	80		×			××	×××		××	××	正長石 Orthoclase ×
		A—B				××	×	××	××			××	〃 ×
		C				××	×		××		××	××	〃 ×
村松愛宕山 Atagoyama	8	A	100			×	×	×	××		××	×××	曹長石 Albite ×
		B				×	×	××	××			××	〃 ×
		C				××	×		×××		××	××	〃 ×
東片貝 Higashikatagai	9	A	80			××	××	×	××			××××	〃 ×
		B				×		×	××		××	××	〃 ×
片貝町 Katagai	10	A—B	40			××	×	××	××		×	××	正長石，曹長石 Orthoclase and albite ××
悠久山 Yukyuzan	11	A	95			××		×	×			××	曹長石 Albite ×
悠久山 Yukyuzan	12	A	110			×	××	×	××		×××	××	〃 ××
		B_1				×	×	×	×		×××	×	〃 ×
		B_2						×	×		××	××	〃 ××
十日町 Tokamachi	13	A	230		×		××	×	××	×	××	×××	〃 ×
		B				×	××	×	×		××	××	〃 ×
高田 Takada	14	B	100			××		×	×		×××	××	〃 ×
		C				×		×	×		××	××	〃 ×
出雲崎町 Izumosakimachi		魚沼層 Uonuma form.				×	××					××	〃 ×
		灰爪層 Haizume form.				×	×					××	〃 ××
脇野町 Wakinomachi		西山層 Nishiyama form.		×		×	××					××	〃 ×
		椎谷層 Shiiya form.		×		×	××					××	〃 ×

鉱物の示標回折線　低い ——→ 高い

X-ray diffraction curves of minerals.　low ——→ high

× ×× ××× ×××× ×××××

第 12 表　新潟県の赤色土の
Table 12. Chemical properties of red soil

所在 Location	地点番号 Plot No.	標高 Altitude m	層位 Soil horizon	風乾細土の色 Color of dry soil	土壌中の粘土の化学 Chemical composition of the clay separates (<2 μ) of SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %
菅　谷 Sugatani	5	140	A—B	7.5YR 4/4	38.5	31.9	12.7	0.91
〃	〃	〃	B_2	7.5YR 5/6	39.4	31.8	12.7	0.88
〃	〃	〃	C	2.5YR 5/6	33.2	35.5	13.7	1.04
五十公野山 Ijimino hill	6	55	B	5 YR 5/6	33.2	33.4	15.4	0.90
〃	〃	〃	C	2.5YR 5/6	30.7	35.3	15.4	0.90
村　松 Muramatsu	7	80	A	2.5YR 4/6	34.7	35.9	12.4	0.97
〃	〃	〃	A—B	2.5YR 4/8	35.7	34.7	12.9	1.02
〃	〃	〃	C	7.5YR 5/8	36.3	34.9	11.6	0.98
愛宕山 Atagoyama	8	100	A	5 YR 4/8	37.5	33.4	12.1	0.96
〃	〃	〃	B	2.5YR 4/6	37.2	33.9	12.7	0.93
〃	〃	〃	C	7.5YR 4/4	41.9	33.7	8.40	0.91
東片貝 Higashikatagai	9	80	A	5 YR 5/8	42.5	36.0	8.85	0.82
〃	〃	〃	B	7.5YR 5/4	37.5	35.4	10.3	0.98
片　貝 Katagai	10	40	A—B	5 YR 5/8	36.5	33.6	12.8	0.91
悠久山 Yukyuzan	11	95	A	7.5YR 4/3	43.9	30.8	11.5	0.79
〃	12	110	A_1	2.5YR 5/8	41.8	29.9	12.7	0.73
〃	〃	〃	B_1	5 YR 6/8	42.3	29.4	13.3	0.78
〃	〃	〃	B_2	5 YR 4/6	38.5	32.1	12.6	0.39
高　田 Takada	14	100	B	2.5YR 5/6	36.8	34.1	13.7	0.31
〃	〃	〃	C	7.5YR 5/6	41.2	21.9	24.1	0.49

えられる。

3.　化学分析

赤色土粘土の SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2 pH（水），置換容量，置換性 Ca，Mg は第 12 表のとおりである[46]。この表によれば新潟県の赤色土B層の粘土分の珪礬比は 1.69～2.44，珪鉄礬比は 1.30～1.89 であって，1：1 型のカオリナイト，ハロイサイトを含むことが想定される。また Al_2O_3, Fe_2O_3 の量が土壌層の下層ほど多い。さらに菅谷，五十公野，悠久山の赤色土の下層ほど，置換性 Mg 量が増加している。

以上のことは，鉱物の風化のすすんでいることおよび赤色土の特性を示すものと思われる。

e．赤色土層の粘土風化ならびに堆積環境の地質的考察

赤色砂礫，赤色粘土層は北蒲原郡地域では，現在標高 320 m まで分布し，村松では 110 m，長岡では 130 m，十日町では 200 m，高田では 100 m のところまで存在している。赤色土と地層との関連を見る

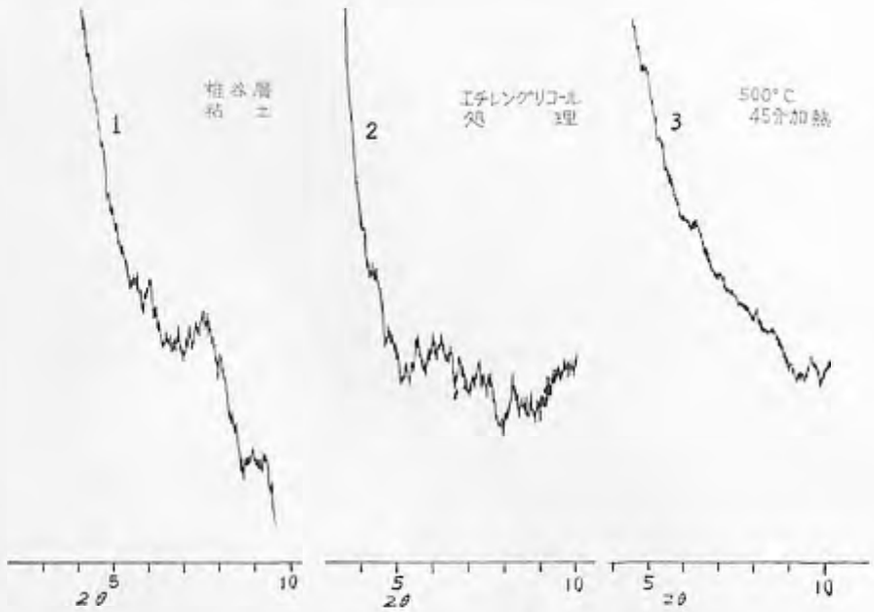
化学的性質
occurred in Niigata prefecture.

組成 red soil 灼熱減量 Ignition loss	SiO_2/Al_2O_3	SiO_2/Fe_2O_3	$SiO_2/Al_2O_3Fe_2O_3$	Fe_2O_3/Al_2O_3	pH 水 (1：25)	置換容量 Exchange capacity mg・e/100g	置換性塩基 Exchangeable base (Dry basis) Ca mg・e/100g	Mg mg・e/100g	Ca/置換容量 (%) Ca/Exchange capacity	Ca+Mg/置換容量 (%) Ca+Mg/Exchange capacity
12.9	2.05	8.06	1.63	0.25	4.5	21.46	0.36	0.65	1.68	4.71
12.0	2.10	8.25	1.67	0.25	3.7	15.72	0.26	0.25	1.65	3.24
	1.59	6.44	1.27	0.25	4.6	7.39	0.30	0.25	4.06	7.44
	1.69	5.73	1.30	0.29	4.5	6.78	0.31	0.14	4.57	6.65
16.2	1.47	5.30	1.15	0.28	4.6	4.59	0.22	0.25	4.79	10.23
14.6	1.64	7.44	1.34	0.22						
13.3	1.74	7.36	1.41	0.24						
13.7	1.76	8.32	1.46	0.21						
13.6	1.90	8.25	1.55	0.23	4.4	24.36	0.75	1.46	3.08	8.95
13.4	1.86	7.79	1.50	0.24	4.6	20.90	0.42	0.88	2.01	6.22
12.9	2.11	13.3	1.82	0.16						
13.5	2.00	12.8	1.73	0.16						
15.5	1.80	9.68	1.52	0.19						
14.5	1.84	7.58	1.48	0.24						
13.6	2.42	10.2	1.95	0.24						
13.3	2.37	8.75	1.87	0.27	4.5	33.15	0.20	0.68	0.60	2.65
13.1	2.44	8.45	1.89	0.29	4.6	34.02	0.24	0.77	0.71	2.97
	2.03	8.12	1.63	0.25	4.8	19.50	0.33	1.41	1.09	5.73
13.8	1.83	7.14	1.46	0.26						
14.1	3.19	4.55	1.87	0.70						

と，本土壌は北蒲原郡では西田ら(1956)[48]の矢代田層およびそれより古い地層および火成岩体上に，村松では西田ら(1955)[41]の魚沼層および矢代田層の下部層の上に，長岡市悠久山では福本ら（1957)[8]の塚山層上の矢代田層上に，十日町では福本ら（1958)[9]の小国層上に，そして高田では西田ら(1955)[41]の寺泊層上に重なって分布している。

西田らは北蒲原郡地域の矢代田層を更新世とし，村松地域の魚沼層を鮮新世，矢代田層を更新世としている。福本ら（1957)[8]は長岡地域の魚沼層群を小国層，塚山層に別け，この小国層，塚山層を矢代田層に対比し，また十日町地域の魚沼層群を小国層，塚山層，薄生層に別け，塚山層を稲倉層に，薄生層を和南津層に対比している。したがって，矢代田層は一般には更新世の地層であると考えられているが，層序および詳細な地質時代が調査者によって異なっている。

なお，地層名辞典(1952)[48]には，次のような記載がある。すなわち，小国階は現在のところ古生物学的には正確に定義することは不可能に近いものであるが，一応鮮新・更新世古期のものであると述べられて



第 32 図　椎谷層の粘土のX線回折曲線図

Fig. 32 X-ray diffraction curves of clay in Shiiya formation.
(1) Clay in Shiiya form. (2) Treated by ethylene glycol.
(3) 500°C, 45 min. heated.

いる。この説明のなかで，窪田は小国層の下部層である塚山層は中越統に属させるべきで，魚沼統は小国階1階だけからなるものとし，鮮新統と更新統の境を改訂された意味で中越統と魚沼統との境界すなわち，塚山層と小国層との境界に引かるべきであるという意見を記載し，かつこれは金原や池辺の説である小国，塚山両階を一括して魚沼階とすることが無難かもしれないと述べている。

以上の諸氏の説を参照して，赤色土をともなう赤色砂礫，粘土層の分布，これらの層と，下位層との関係を検討すると，赤色土は矢代田層というよりはむしろ小国層およびその相当層に整合的に重なって堆積したものと考えられる。したがって，新潟県の赤色土層の堆積は現世のものではなく，更新世古期のものであると考えられるのである。

新潟地方の地史について，高橋(1958)[65]が新潟の新生界の灰爪，魚沼両層について述べたところによれば，前者は有孔虫，貝介石を含有する海成相を示すが，後者は含有化石に乏しく，陸成相を示し，この期の堆積小溝地は前期のそれらと斜交関係を結ぶことが多く，西山，灰爪の両期と異なった堆積相や運動を示し，魚沼層の堆積期は，かなりの陸地上昇の行なわれたときのものであることを指摘している。また，地層名辞典(1952)[46]には魚沼層の上部にあたる小国階（粘土，砂礫の互層）は，がいして汽水成層が多いと考えられていると述べている。そして，また，大塚(1952)[40]は奥羽地方から新潟地方へかけての地史がどこでも共通にすすめられたことを述べ，魚沼海浸のなかで，(1)：海底の一部が乾陸となった時代，(2)：(1) について陸上堆積から浅海底堆積へと移過したことがある（鮮新・更新世）と述べている。これらの説を総合すると鮮新世から更新世古期の間には1回の海退現象とそれにつづいて海浸現象があったと見なすことができるようである。

以上のように新潟地方の更新世以後の地史については，まだ研究の予地が残されているけれども，切峯

面図上の矢代田層の分布，岩質，堆積状態から，矢代田層の一部および小国層は上記の更新世古期の海退，海浸現象にきわめて密接な関連をもった堆積層であると考えられるようである。

赤色土の各層位およびその下部堆積層中の粘土はギブサイト，カオリン鉱物に富み，イライトを混ずるが，これに反し明らかに海成相である灰爪，西山層中の粘土はギブサイトを含有せず，カオリン鉱物と少量のモンモリロナイト様粘土鉱物を含んでいる。

ここに注意すべきは，赤色土の各層中の粘土鉱物の種類およびそれらの含有量が層によって異なっていることである。ことにギブサイトはその差が大きい。菅谷の標高 140 m 地点の赤色土C層ではギブサイトが比較的少なく，その近くの五十公野山の標高 55m のもののC層中にはきわめて多量のギブサイトが存在している。これは示差熱分析およびX線分析で明らかにされているところである。赤色土B層のギブサイトの含有量を示差熱分析の結果を参照して標高別に示せば，つぎのとおりである（前掲第 10 表示差熱分析結果参照）。

標高の高いところのものから

(1) 十日町の 230 m のものでは，少ない。
(2) 菅谷の 140 m のものでは，少ない。
(3) 悠久山の 110 m のものでは，少ない。
(4) 高田の 100 m のものでは，少ない。
(5) 村松の 100 m のものでは，多い。
(6) 東片貝の 80 m のものでは，多い。
(7) 五十公野の 55 m のものでは，多い。
(8) 片貝町の 40 m のものでは，きわめて多い。

以上のように現在の標高 100 m 付近を境にして，ギブサイトの含有量に差異がある。また各地点ともに赤色土層の下位層ほどギブサイトの含有量が多い（第 10 表参照）。

坂本(1950)[51]は深層風化が行なわれる場合，酸性あるいは弱酸性環境では酸性白土およびカオリナイトを生成し，浅所の酸性，アルカリ性が交互するところにギブサイト鉱床を生ずると述べている。

前述のように赤色土をともなう赤色砂礫，粘土層は，切峯面図による古地形の解析，地質調査報告書から見て，海辺，湾，潟および盆地の周縁部に堆積したものと見られるので，このことを坂本の説と考えあわせると，大胆のそしりをうけることはまぬかれないが，上記のギブサイトの地域的，高度的分布の差異から見て，赤色土層の分布する地域の標高 100 m 付近のところは，更新世古期の汀線の1つを示すものと考えられなくもない。

新潟県の赤色土は一般に赤色砂礫層の上に重なっていること，その分布が丘陵の表層部分で，1つの地域では一定の標高のところに存在し，低山地では山脚部緩斜面にのみ分布することおよび標高 40m 以下のところまたは更新世新期の堆積層の分布するところには生成後さらに運積されたと見なされるもの以外の赤色土は存在しないということなどから，新潟県の赤色土，赤色砂礫層の赤色風化は，その堆積層形成時から，その地域が陸化した当初に行なわれたものであると考えられる。

赤色土母材中の細粒には，石英，珪岩など風化されにくい一次鉱物の含量が多く，長石，角閃石，輝石，雲母類はかなり風化していること，土壌層各層の粘土が，カオリン鉱物を主体とし，イライトを混ずること，および礬土，鉄成分に富むものであることなどから考えて，赤色土の生成はかなりはげしい風化に起因しているものと考えられる。

この赤色土生成の地質時代を決定するには，さらに多くの検討を要するが，古赤色土の生因が古気候にありとすれば，本研究によって明らかになった上記の諸事実を考えあわせて，筆者らは現在のところ北海道の赤色土と同様に，その時代は更新世古期のギュンツ・ミンデル間氷期にはいるものと考えている。こ

のことは富山県の赤色土壌の項において詳述する。なお，菅野一郎(1959)* はギブサイトが下層に多い例は，一般に脱珪，脱塩基作用のすすんだ強酸性土壌にみられると述べているが，ギブサイトが赤色土の下位につづく層に多いという事実は新潟県の赤色砂礫層のほかに，岡崎市百々および明大寺の赤色砂礫層，渥美半島地域では二川町の赤色砂礫層，富山市呉羽山の赤色砂礫層においても認められた。

V　富山県および岐阜県高山の赤色土

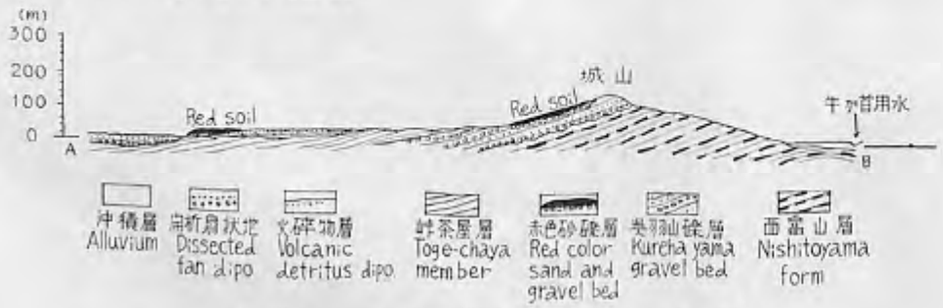
富山県の赤色土の分布を調査した結果，赤色土は黒部市栃屋，魚津市稗畠，中新川郡立山町岩峅寺，上新川郡大山町福沢，樹ヶ原，日尾，牧野，馬瀬，婦負郡八尾町岩屋，水谷，高善寺，富山市西方呉羽山丘陵，射水郡小杉町浄土寺，高津峰山，青井谷，野手，高岡市荒屋および渡りなどの地域に分布することを確認した。また神通川の支流宮川，大八賀川の流域にあたる岐阜県高山市山下，一ノ宮および美女峠にも赤色土が点在することを確認した。これらの分布は後述の切峯面図上に塗色した赤色土の分布図に示した(第 36 図)。本報文では，富山県の赤色土の代表的なものとして，呉羽山とそれに接続する八尾町水谷，大山町福沢を含む地域のものについて述べる。

a．地質と赤色土の分布

富山県の地質については，中部日本鉱業所編 (1957)[20] の 20 万分の1，富山県地質図があり，また坂本ら(1960)[32]の5万分の1，八尾図幅，富山図幅（資料）がある。八尾図幅と呉羽山の地質との相互関係を検討し，取りまとめたのが第 33 図である。

本地方における赤色土の分布は前述のとおりであるが，これをその堆積形態から大別するとつぎの2つになる。すなわち，(1) 赤色円礫層または赤色円礫を混ずる礫岩層を基底とし，その上位に赤色砂質ないしは粘土質な堆積層があるもの。(2) 赤色円礫層をともなわず，その代わりに下位層として赤色粘土層をともなうもの，とである。第 33 図では前者を赤色に塗色し，後者を赤い点で示してその分布を明らかにした。赤色土をともなう赤色砂礫層，粘土層の堆積形態をさらに明らかにするために，地質断面図を作った。すなわち，呉羽山地域のものは第 34 図で，八尾町水谷地域のものは第35—1 図，大山町福沢地域のものは第35—2 図である。

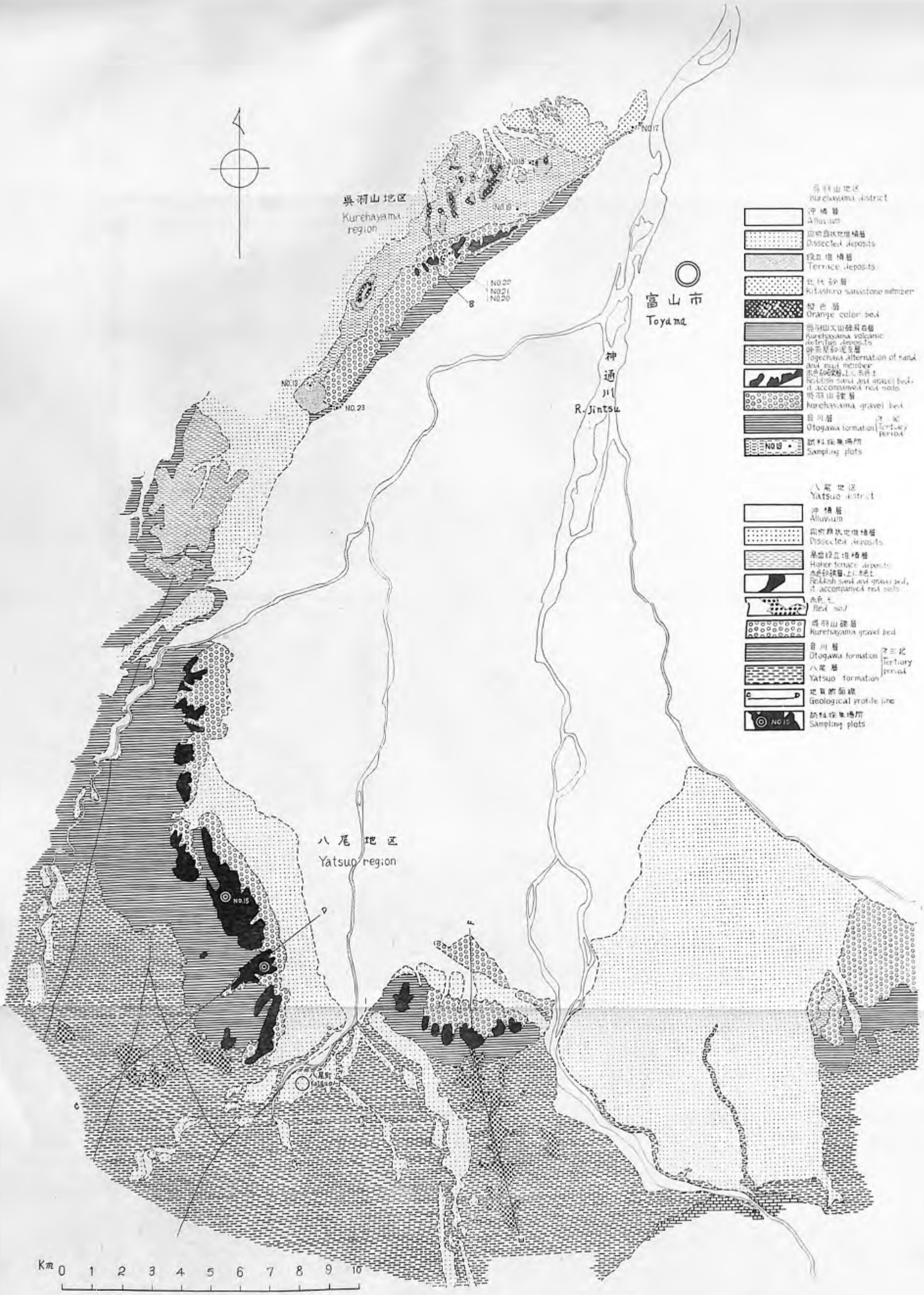
呉羽山礫層上の赤色砂礫層の形態は写真 19 のとおりであり，呉羽山地域のものも八尾町地域のものもほとんど同一であるため，この層の標準断面としては八尾町上新田と平林に至る中央部の道路切取面のものをとった。それはつぎのとおりである。



第 34 図　呉羽山の地質断面図（A—B線）
Fig. 34 Geological profile of A—B line in Kurehayama (Toyama prefecture).

* 日本火山灰土および軽石類の粘土鉱物—粘土科学の進歩(1)に記載している。

第 33 図　富山・八尾地区の赤色土の分布と地質図
Fig. 33 Distribtion rocks and red soil in Toyama—Yatsuo region (Toyama prefecture).



第33図　富山・八尾地区の赤色土の分布と地質図

Fig. 33　Distribtion rocks and red soil in Toyama—Yatsuo region (Toyama prefecture).

第 35—1 図　高瀬断層 — 水谷の地質断面図（C—D 線）

Fig. 35—1 Geological profile of C—D line in Yatsuo region (Toyama prefecture).

第 35—2 図　八尾東部地域の地質断面図（E—F 線）

Fig. 35—2 Geological profile of E—F line in Yatsuo region.

赤色砂礫層標準断面（写真 20）

所在：婦負郡八尾町平林，地点番号 15

海抜高：130 m

赤色土層：厚さ 30～40 cm

赤色粘土層：厚さ 1.5 m，上新田部落に向かうにしたがって，厚さを増し約 3 m となる。

赤色砂礫層：上位部ほど赤色円礫が多く，下位部は少ない。礫の径は上位部で 3～5 cm，下位部は巨礫となり 20～30 cm，岩質は花崗岩・石英粗面岩（ともに赤色），閃緑岩・安山岩（ともに暗緑色），硬砂岩・硅岩（ともに周縁部が赤色膠質物で包まれている）。上位部赤色円礫層の厚さ 5 m，下位部露頭面で 3m。

呉羽山礫層：赤色砂礫層の下位層は，礫混じりの淡橙色凝灰質ないしは砂質な岩層である。

富山県の赤色土およびこれをともなう赤色砂礫層は，その分布状態，地層断面図，地層断面写真などからもわかるように低位段丘堆積層よりも古い堆積層の一部の上に堆積していて，新潟県の赤色土層と同様に，現在の気候環境下において生成されたものと考えることが困難である。したがって，赤色層の形成来歴（地史）をさらに詳細に究明するとともに，赤色砂礫層の分布地域における下層から上層までの地層の試料をとり，その粘土鉱物および鉱物の同定を行なった。試料採集地点および層位の上下関係は第 13 表のとおりである。

富山県の中央部を貫流する神通川の上流部は岐阜県高山市に到達しているが，この地域には石英斑岩上および古生層上に赤色土の存在が認められた。これは神通川流域の標高の高いところのものであると見なされるので，呉羽山および八尾町の赤色土と一連のものと考えて，ここに併記した。

第 13 表　試料採集地点表
Table 13. Sampling plots of red soil and rock.

地層名または土壌層名	下層からの層序	試料採集所在	標高 (m)	地質番号	赤色な地層および土壌細土の色
低位段丘堆積層	8	富山県婦負郡呉羽町友坂	50	16	
北代層（砂岩層）	7	同上町 針原新	20	17	
〃（凝灰岩層）	7	〃	〃	〃	
黄橙色層	6	同上町 小竹	〃	18	淡赤褐色　5 YR 4/8
呉羽山火山砕屑物堆積層	5	〃	〃	〃	
峠茶屋砂泥層	4	同上町 峠茶屋	23	19	
呉羽山礫層上の黒色土壌	3	同上町 城山	80	22	
呉羽山赤色土C層（I）	3	〃	110	20	赤橙色　5 YR 7/8
呉羽山礫層中の赤色粘土層	3	〃	〃	〃	淡橙色　5 YR 8/3
同上層中の白色粘土層	2	〃	〃	〃	
呉羽山赤色砂礫層	2	〃	100	21	明橙色　2.5 YR 6/8
八尾赤色土B層	3	富山県婦負郡八尾町平林	130	15	橙色　5 YR 6/8
同上C層	3	〃	〃	〃	赤褐色　5 YR 4/8
西富山層（音川累層）	1	同上郡 呉羽町友坂	30	23	
石英斑岩上の黄色土		岐阜県高山市山下	700	24	淡黄橙色　10 YR 8/6
同　岩上の赤色土		〃	〃	〃	明赤橙色　10R 7/6
〃		〃	690	25	灰赤褐色　10R 5/4
古生層上の赤色土B層		同上市 美女峠	985	26	淡橙色　7.5 YR 7/6
〃　C層		〃	〃	〃	明赤橙色　10R 6/6

第 36 図　富山—高山地域の切峯面図と赤色土および洪積層（古期）の分布
Fig. 36 Map of summit-plain (Gipfelflur) and the distribution of red soil and Older diluvium in Toyama-Takayama districts.

b．切峯面図上の赤色土の分布

この地域の切峯面図には岡山俊雄による縮尺百万分の1の図がある。これを80万分の1の縮尺に拡大したのが第36図である。これに赤色土をともなう赤色砂礫層および粘土層の分布を書きいれた。この図に富山県地質図（前掲書）[22]による古期段丘堆積層の分布を書きいれると，赤色砂礫層の分布は，古期段丘堆積の分布上限よりわずかに高い位置に分布していることが示された。赤色土層は，富山地域では，黒部市，魚津市，大沢野町，八尾町のものは仮想等高線100～300mの間に分布するが，呉羽山丘陵および射水丘陵地域ではこれより低い位置に分布することになる。しかしながら，現在標高によって呉羽山のものを見ると，その分布は標高70～130mの間に存在する。切峯面図によってもわかるように，古期段丘堆積層は一種の海岸段丘的堆積層と推察される。

高山地域では切峯面図は湖盆地的凹地形を示し，仮想等高線1,100mと1,000mの間隔は著しく広い。この地域の赤色の層は，この湖盆地的地形の最高部周縁に存在していて，その位置は，もし湖盆地的凹地の停滞水が流出するときは，直ちに減水していくと思われる箇所にあたっている。

富山市周辺の地史について，富山県地質図説明書[22]，洪積期に地塊の隆起があり，この期において段丘の形成が行なわれたことが記載されているところで，黒部川の三角州，常願寺川，神通川流域の開析扇状地などの堆積層中には赤色層の分布が見られない。赤色層の分布状態から推してこのような河川の流域に発達した河岸段丘的堆積層とは考えられず，したがって，呉羽山礫層の堆積と一連の関連性をもった海岸段丘的堆積層と赤色層の形成とが密接な関連をもつものと考えられるのである。これについては後述する。

c．鉱物同定

赤色土類母材および各地層の含有鉱物の組成を知るために，試料中の0.1～0.2mmの細粒につき鉱物同定を行なった。試料のとりかたならびに薄片の作り方は前述のとおりである。同定の結果は第14表のとおりである。

赤色土の細粒を顕微鏡で観察すれば，長石は著しく風化していて，その種類を判別するのが困難であった。あまり風化していない長石について検討すると，呉羽山礫層上の赤色土および高山の赤色土のものは曹長石～灰曹長石であった。また細雲母はすべて稜角がとれた丸みをもったものであった。角閃石，輝石類は見られなかった。

呉羽山礫層の上位層である峠茶屋層以上の各地層の長石は中性長石が多かった。細雲母は赤色土のものと同様に丸みをもっていたが，他の鉱物粒は比較的風化していなかった。呉羽山地域で標高80mを上限として，表層侵蝕の著しくないところでは，黒色土壌が見られるが，この黒色土壌の細粒中には，火山ガラスが50%程度含まれていたが，呉羽山礫層上の赤色土中には火山ガラスがきわめて少量であった。この火山ガラスは火山噴出の影響によるものと思われるから，赤色土層の堆積当時は少なくとも，火山噴出がきほど激しいものではなかったものと考えられる。これはまた赤色土層をともなう呉羽山礫層の堆積は，火山噴出の激しくなった時期以前の堆積層であると考えられる。

d．示差熱分析

富山の赤色土および各地層と，高山の赤色土の試料について，示差熱分析を行なった。その結果は第37図のとおりである。また粘土鉱物の同定を行なって，見かけの含有量を比較したのが第15表である。第15表に示されているとおり富山，高山の赤色土壌層中の粘土鉱物は，新潟県のものと同様に，カオ

第14表　赤色土B層の細砂（0.2～0.1mm）の鉱物組成　細砂百分比（富山—高山地方）

Table 14. Mineralogical composition of the fine sand fractions (0.2～0.1 mm) of B-horizons of red soil. (Results expressed in parts of 100) (Toyama—Takayama regions)

地名 Location	地点番号 Plot No.	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and underlying rock layer	石英 Quartz	長石 Feldspar	輝石，角閃石 Pyroxene, Hornblende	黒雲母 Biotite	絹雲母 Sericite	火山ガラス Volcanic glass	磁鉄鉱 Magnetite	備考 Remarks
友坂 Tomosaka	16	低位段丘堆積層 Lower terrace depo.	65	18		2	12	3		中性長石 Andesine
針原新 Hariharashin	17	北代層砂層 Kitashiro member sandstone	59	21	5		13		2	〃
〃	〃	北代層凝灰岩 Kitashiro member tuff	32	44			5	19		〃
小竹 Kotake	18	黄橙色層 Orange color bed	11	37		5	42		5	〃
〃	〃	火山砕屑物堆積層 Volca-detri, depo.	32	21	9		41			〃
峠茶屋 Togechaya	19	峠茶屋層 Togechaya member	14	56		5	23	2		〃
呉羽山 Kurehayama	22	呉羽山礫層上の黒色土 Black soil	12	31			10	47		火山ガラス豊富 Rich in Volcanic glasses
〃	20	赤色土 Red soil	57	6		3	29	5		曹長石—灰曹長石 Albite—Oligoclase
八尾 Yatsuo	15	〃	62	35			3			〃
呉羽町 Kurehamachi	23	西富山層 Nishitoyama member	58	20	7		12	3		花崗岩質母材 Granitic parent materials
高山 Takayama	24	赤色土 Red soil	16	79			3		2	灰曹長石 Oligoclase
〃	25	〃	14	81			5			〃
美女峠 Bijotoge	26	赤色土，B Red soil, B	21	60		3	16			〃

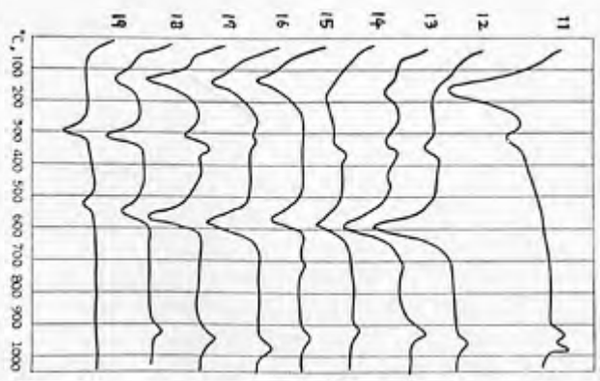
第 15 表　示差熱分析による試料中の含有粘土鉱物（富山—高山地方）

Table 15. Clay minerals present in samples identified by differential thermal analysis (Toyama—Takayama regions).

地名 Location	地点番号 Plot No.	試料 Sample	標高 Altitude (m)	ギブサイト Gibbsite	ハロイサイト Halloysite	カオリナイト Kaolinite	イライト Illite	モンモリロナイト Montmorillonite	アロフェン Allophane
友坂 Tomosaka	16	低位段丘堆積層 Lower terrace deposits	50	×		×			
針原新 Hariharashin	17	北代層砂岩 Kitashiro member sandstone	20	××	××		×		
〃	〃	北代層凝灰岩 〃 tuff	〃						××
小竹 Kotake	18	黄橙色層 Orange color bed	〃	×		××			
〃	〃	火山砕屑岩堆積層 Volcanic detritus deposits	〃	×					××××
峠茶屋 Togechaya	19	峠茶屋層 Togechaya member	23	×		××××			
呉羽山 Kurehayama	22	黒色土 Black soil	80	×		××		×	××
〃	20	赤色土 Red soil	110	××			×		
〃	21	赤色砂礫層 Reddish sand gravel member	100	×××			×		
〃	20	赤色砂礫層中の赤色粘土層 Red clay in the reddish sand gravel member	110			×××			
〃	〃	呉羽山礫層中の白色粘土層 White clay in the Kurehayama gravel bed	〃	×		×××			
八尾 Yatsuo	15	赤土色B層 Red soil (B horizon)	130	×	××				
〃	〃	〃 C層 〃 (C horizon)	〃	×		×	×		
呉羽町 Kurehamachi	23	西富山層 Nishitoyama member	30	×	×	×	×	×	
高山 Takayama	24	黄色土 Yellow soil	700		××	××			
〃	〃	赤色土 Red soil	〃		×	××			
〃	25	〃	690	××	××				
美女峠 Bijotoge	26	赤色土B層 Red soil (B horizon)	985	×××	×	××			
〃	〃	〃 C層 〃 (C horizon)	〃	××	×	×			

鉱物の示差熱曲線
D. T. A. curves of minerals.

低い ——→ 高い
low ——→ high
× ×× ××× ×××× ×××××



(1) 赤色土C層, (2) 赤色砂礫層, (3) 赤色, 砂礫層中の赤色粘土, 呉羽山産; (4) 赤色土B層, (5) 赤色土C層, 八尾; (6) 黒色土壌, 呉羽山; (7) 段丘堆積層, (8) 北代砂層, (9) (8)と同じ, (10) 黄橙色土壌, (11) 火砕物堆積層, (12) 峠茶屋層, (13) 呉羽山礫層, (14) 西富山層, (15) 黄色土壌C層, (16) 赤色土C層, (17) 赤色土C層, 高山; (18) 赤色土B層, (19) 赤色土C層, 美女峠
(1) Red soil C horizon, (2) Reddish sand and gravel bed, (3) Red clay in (2), Kurehayama; (4) Red soil B horizon, (5) Red soil C horizon, Yatsuo; (6) Black soil, Kurehayama; (7) Terrace diposits, (8) Kitashiro sandstone member, (9) Kitashiro sandstone member, clay in its; (10) Yellow-orange soil, (11) Volcanic detritus deposits, (12) Togechaya member, (13) Kurehayama gravel bed, clay in its; (14) Nishitoyama member, (15) Yellow soil C horizon, (16) Red soil C horizon, (17) Red soil C horizon, Takayama; (18) Red soil B horizon, (19) Red soil C horizon, Bijotoge.

第 37 図　富山，高山の赤色土の示差熱分析曲線図

Fig. 37 Differential thermal curves of red soil in Toyama and Takayama districts.

リン鉱物を含み，呉羽山，八尾町のものはイライトを混じている。またギブサイトは呉羽山赤色砂礫層中に多量に含有していることが認められた。

e. X 線 分 析

富山，高山の赤色土層および各地層の試料について，新潟県の赤色土の場合と同じ方法でX線分析を行なった。その結果から，鉱物の同定を行なって表示したのが第 16 表である。

第 16 表に示されているとおり，赤色土層中にはカオリン鉱物が多く，それにイライトが混じていた。これは新潟県の赤色土中の含有粘土鉱物の組成と同様である。またギブサイトは呉羽山赤色砂礫層および高山美女峠の赤色土層C層（砂礫質）に多量に認められた。

含水酸化鉄鉱は赤色土のものはおもに赤鉄鉱であった。黄色土では褐鉄鉱が多かった。このことは，すでに述べたように赤色土，黄色土の色と酸化鉄鉱の種類とが密接な関連をもっていることを示すものである。

f. 赤色砂礫層の粘土風化と堆積作用の地質的考察

呉羽山礫層は，今村(1932)[13]によれば，鮮新更新統の下部層で，鮮新世の西富山層を不整合におおい，

第 16 表　X線分析によって同定した粘土成分中の鉱物（富山—高山地方）

Table 16. Minerals in clay fraction ($<2\mu$) of red soil and sedimentary rocks identified by X-ray diffraction (Toyama—Takayama regions).

地名 Location	地点番号 Plot No.	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and underlying rock layer	標高 Altitude (m)	n(Å) 粘土鉱物 n(Å) clay minerals 14～15	12±	10	7	ギブサイト Gibbsite	赤鉄鉱 Hematite	針鉄鉱 Goethite	褐鉄鉱 Limonite	石英 Quartz	長石 Feldspar
友坂 Tomosaka	16	低位段丘堆積層 Lower terrace deposits	50	×			××	×				××××	×× 中性長石 Andesine
針原新 Hariharashin	17	凝灰岩北代砂層 Kitashiro member tuff	20	×		××	×	×				×××	×× 〃
〃	〃	砂岩北代砂層 〃 sandstone	〃			×						××	××× 〃
小竹 Kotake	18	火山砕屑岩堆積層 Volcanic detritus deposit	20				×	×				××	××× 〃
〃	〃	黄橙色層 Orange color bed	〃				××	×	×	×	×	×	× 〃
峠茶屋 Togechaya	19	峠茶屋層 Togechaya member	23				××					×	×××× 〃
呉羽山 Kurehayama	20	赤色土 Red soil	110			×	××	×××	××××			××	×× 曹長石，正長石 Albite, Orthoclase
〃	21	赤色礫層 Red gravel member	100		×	×	××	×××××	×××		×	××	×× 〃
八尾 Yatsuo	15	B Red soil	130	×	××	××		×	××		×	××××	××× 〃
〃	〃	C 〃	〃		××		×	×	×××		×	×××	××× 〃
呉羽山 Kurehayama	20	赤色礫層 Red gravel member	110		×	××	×××	×	××			××××	××× 〃
〃	〃	礫層中の灰白色粘土 White clay in gravel bed	〃	×		×	××					×××	××× 〃
〃	22	黒色土 Black soil	80				×					×	×× 中性長石 Andesine
呉羽山 Kurehamachi	23	西富山層 Nishitoyama member	30	×		×	×					××××	×
高山 Takayama	24	黄色土 Yellow soil	700			××	××				××	××	×××× 曹長石，灰曹長石 Albite, Oligoclase
〃	〃	赤色土 Red soil	〃	×		×	×××		××			×	×××× 〃
〃	25	赤色土 〃	690			×××		××	×××			×	××× 〃
美女峠 Bijotoge	26	B	985		×	×	××	××××	×		××	××	×× 〃
〃	〃	C	〃		×	×	××	××××	××			××	××× 〃

鉱物の示標回折線　低い ——→ 高い
X-ray diffraction curves of minerals.　low ——→ high
× ×× ××× ×××× ×××××

赤土層（筆者らの赤色砂礫，粘土層）に不整合におおわれている。藤田ら（1949）[7]はこの赤色砂礫，粘土層を含む礫層を呉羽山累層と命名されているものに対比している。同氏によれば，この層の生成時代は鮮新更新世で，三角州，扇状地および潟湖の堆積地層である。

富山県地質図説明書（1957，前掲書）[70]は，呉羽山層群および古期段丘礫層を一括した地層としている。そして，この一括して示される地層は各地の丘陵に孤立して分布し，岩相も一様でないが，つぎの共通点があると述べている。すなわち，(1) 下位層に比べていちじるしく粗粒であること，(2) 下位層が海成層であるのに，これは主として淡水成層であること，(3) 堆積の原表面を部分的に残していること，などをあげている。また同書には，呉羽山丘陵地域ではこの層は厚さ 50m 以上の礫層を主体とし，礫は石英斑岩の 5～30 cm 大の円礫が多く，花崗岩，砂岩，安山岩などを混じ，チャートの細礫も含み，基底部から上に向かって礫はしだいに小さくなり，一般には雑然として方向性を示さず，下位の音川累層とは緩い傾斜不整合の関係があるとも述べている。

これら呉羽山層群および古期段丘堆積の分布と赤色砂礫，粘土層の分布を切峯面図に塗色したものが第 36 図である。この図は赤色層が明らかに呉羽山層群および古期段丘堆積と一連の関連性があることを示している。また高山の赤色土が内陸地の盆地帯の周縁部に堆積したものであることを示している。

本研究によって，呉羽山丘陵地帯と，八尾町につづく低山地域で，赤色土層，赤色砂礫層は呉羽山礫層上に重なること，赤色土層をともなう赤色粘土層は八尾累層を被覆し，一部は音川累層上に重なることが明らかになった。

上記諸氏の説と本研究の結果を総合して赤色土層の層序的位置を示せば第 17 表のとおりである。

この表で示されているとおり，富山地域では，赤色土をともなう赤色砂礫層と各地層との層位的関係が，特に整然とした姿で示されている。

表によれば赤色砂礫層は呉羽山礫層上に直接重なる層かあるいは，その上部層であると見なすことができる。また赤色土は呉羽山礫層とそれより古い地層の上に存在していて，高位段丘堆積層の上には存在していない*。これらの事実は赤色土の生成期が高位段丘面の形成期以前のものであることを示しているものと考えられる。

呉羽山礫層は更新・鮮新世で，いまのところ地質時代はそれより詳しくはきまっていないが，堆積環境が，三角州，扇状地および潟湖成であると考えられるところから，地史的観点から見て高位段丘堆積物より古いものであると考えられる。

ここで注目したいことは，赤色砂礫層の礫が著しく軟化していて，クサリ礫または死に石とよばれるもの，またはそれに近いものであるということである。そして，このクサリ礫層の下位の呉羽山礫層中にも，赤色の円礫および亜角礫を含んでいることである。クサリ礫は更新世古期の砂礫層中に認められるものであって，名古屋の八事層，九州の高良台礫層などはクサリ礫層であるが，これらの中にも赤色の円礫および亜角礫を含んでいることを確認しているのである。

呉羽山礫層とその上位にある赤色砂礫層とは，礫の岩質，大きさおよび形状と堆積状態が酷似しているなどの事実からみて，呉羽山礫層のクサリ礫層の風化の際に，差別的風化が行なわれたと見るには差別風

* 松井ら（1962）[44]は北陸地方における地形図と土壌との関係を示す予察図において，高位段上に古赤色土（風化殻）が存在するとしているが，筆者らの調査では赤色土の存在は認められなかった。

第 17 表　呉羽山および八尾地域の赤色土と層序との関係

Table 17. Geological stratification in Kurehayama and Yatsuo regions indicating the strata on which redly colored deposits.

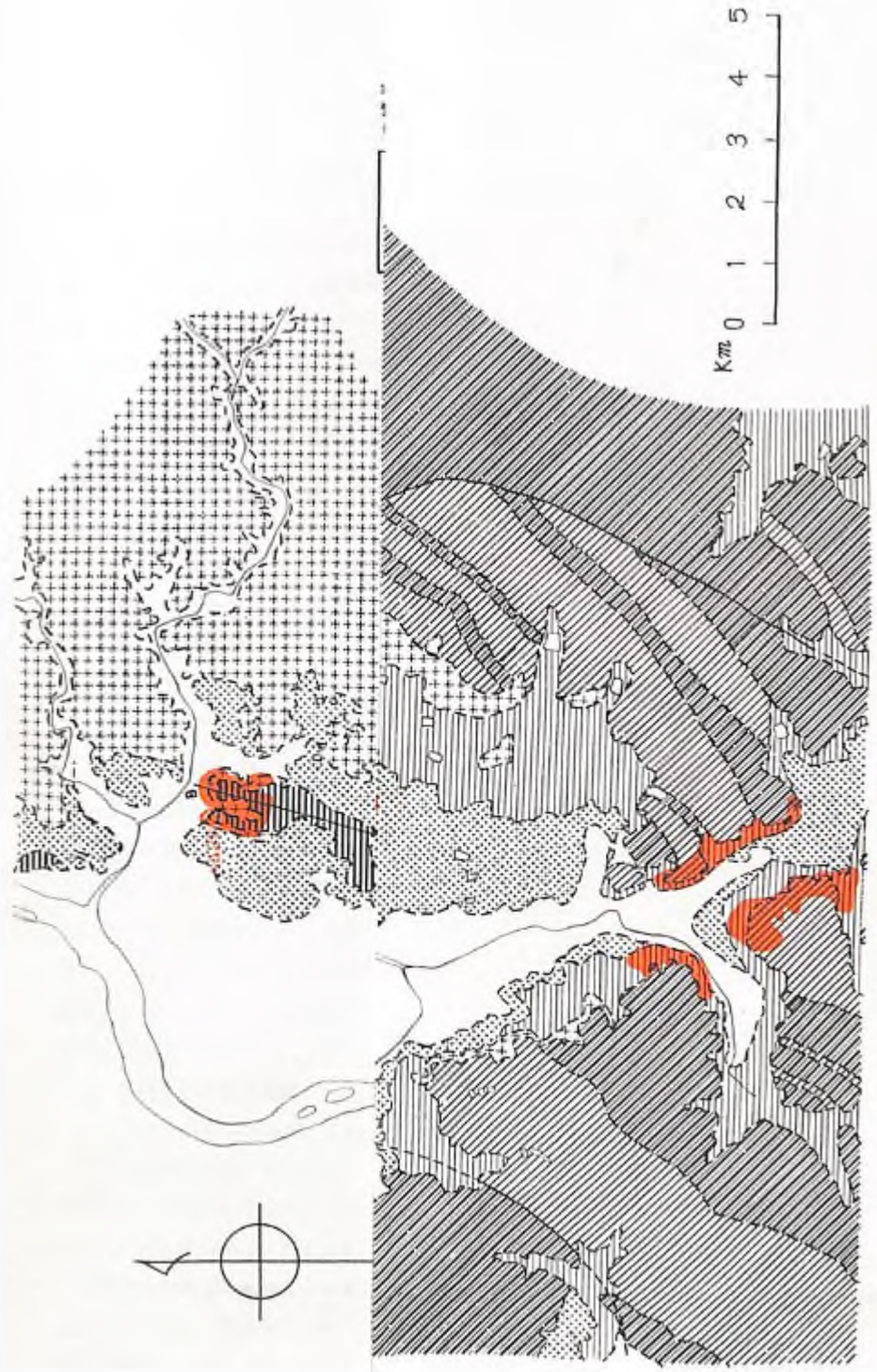
		八尾町地域 Yatsuo region	呉羽山地域 Kurehayama region
第四紀 Quaternary	現世 Recent	沖積層 Alluvial deposits	沖積層 Alluvial deposits
		扇状地堆積層 Fan deposits	
	更新世 Pleistocene	開析扇状地堆積層 Dissected deposits	開析扇状地堆積層 Dissected deposits
			段丘堆積層 Terrace deposits
			北代砂層 Kitasiro sandstone member
			橙色層 Orange color bed
		高位段丘堆積層 Higher terrace deposits	呉羽山火山砕屑物堆積層 Kurehayama volcanic detritus deposits
			峠茶屋砂泥互層 Togechaya alternation of sand and mud member
	更新・鮮新世 Pleist-Pliocene	赤色土をともなう赤色砂礫層 Red sand and gravel bed accompaning red soil	赤色土をともなう赤色砂礫層 Rddish sand and gravel bed accompanying red soil
		呉羽山礫層 Kurehayama gravel bed	呉羽山礫層 Kurehayama gravel bed
新第三紀 Neogene Tertiary	鮮新世 Plio-lower	青井谷泥岩層 Aoidani mudstone member	長願寺砂層 Chokeiji sandstone member
	中新世 Mio-upper	三田砂岩層 Mita sandstone member	安養坊砂泥層 Anyobo sandstone member
	古期	三田凝灰岩層 Mita tuff member	凝灰岩層 Tuff member
		平林砂岩層 Hirabayashi sandstone member	西富山細砂岩層 Nishitoyama fine-sandstone member
		城生砂岩礫岩層・ Jono sandstone conglomerate member	
		上滝砂岩層 Kamidaki sandstone member	
	中新世 Miocene	城山泥岩層・ Joyama mudstone member	
		凝灰岩層 Tuff member	
		聞名寺砂岩泥岩互層・ Monmyoji sandstone and mudstone alternation member	
		黒瀬谷礫砂泥岩層・ Kurosedani conglomerate sandstone mudstone member	
		樫ノ木礫岩層 Kashinoki conglomerate member	
		岩稲累層 Iwaine formation	

音川累層 Otogawa formation

八尾累層 Yatsuo formation

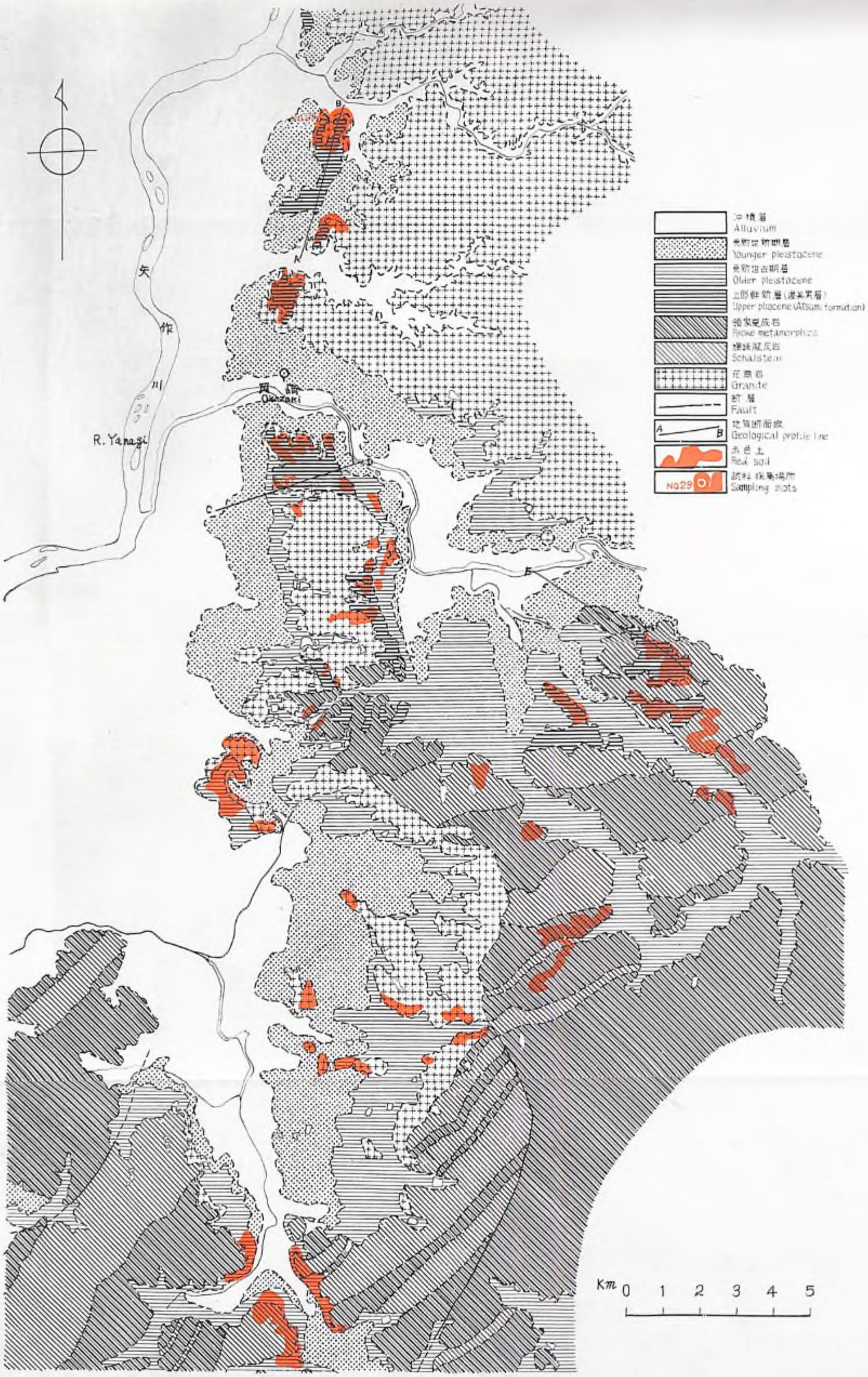
注　・は赤色土をともなう赤色粘土層がその上に重なっている地層

Strata overlain by a redly colored clay layer which accompanies red soil.



第 38 図　岡崎地区の赤色土の分布と地質図

Fig. 38 Distribution rocks and red soil in Okazaki region (Tokai district).



第38図　岡崎地区の赤色土の分布と地質図
Fig. 38　Distribution rocks and red soil in Okazaki region (Tokai district).

化の条件が考えられないので，むしろすでにかなり風化していて，赤色になる状態のものが，運積されたものとする方が妥当のように考えられる。前記の八事礫層，高良台礫層についても同様のことがいえる。

クサリ礫は地下水の影響があると考えられるが，小樽，新潟，山形および瀬戸内地方の赤色砂礫層の礫は黒色物質（多量の鉄成分含有物）で含まれている。この黒色物質の生成は，酸化，還元の反覆する環境をへて酸化作用を強く受けたことに基因するものと考えられる。上記のクサリ礫と赤色砂礫層との生成環境は，きわめて類似しているものと推定される。

以上のことから，これまで述べた各地方の赤色土をともなう赤色砂礫層形成は，かなり風化した岩石砕屑物が，運積され，それが陸上でさらに著しく風化したものであって，赤色砂礫層の堆積と赤色風化皮殻の生成および赤色土の生成などは，地質時代的には，きわめて接続した時期に行なわれたものと考えられるのである。そして，この生成時期の地質時代は，先下末吉期の間氷期，これはギュンツ・ミンデル間氷期にあたるものであるという推定は大過ないものと考えられるのである。

高山の赤色土については詳述を避けたが，これも富山のものと同時期に生成されたものと考えられる。

富山，高山の赤色土の粘土鉱物は新潟の赤色土中のものと等しい。また呉羽山礫層の分布地域に接続する地域では，同層より古い地質時代の地層である音川累層および八尾累層上に標高 200～270m の範囲にわたって分布している。これらのことは，かなりはげしい岩石風化が古地形的に広い範囲にわたり行なわれたのを示すものと考えられる。そしてその生成物である赤色土，赤色風化皮殻層および赤色砂礫層（赤色土をともなう）が，現在まで残存しているものであると考えられる。

Ⅵ 岡崎市周辺および渥美半島地域の赤色土

東海地方の赤色土については，古くから農学部門の土壌研究者によって土壌学的研究がなされてきたが，その取り扱う土壌層は地表下 1m 程度までであるために，地層の堆積と関連する堆積層であるということはもちろんのこと，その分布調査および成因に対する検討も局部的であった。したがって，研究内容もおのずから限定されていた。

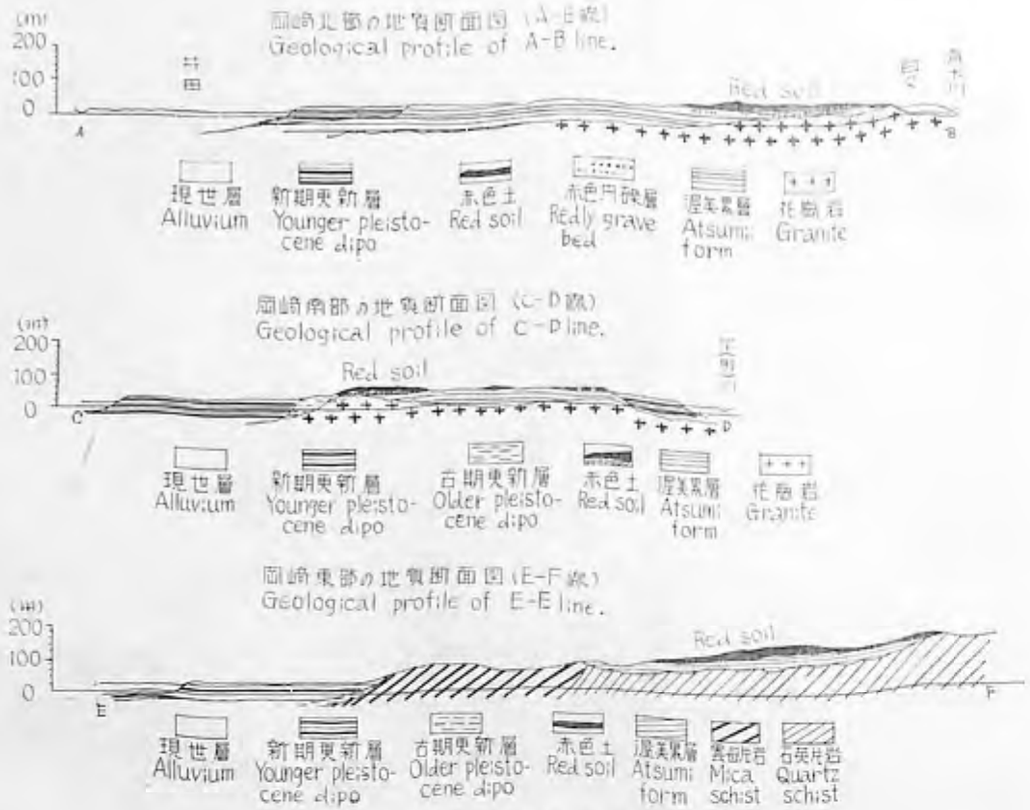
筆者らは黒島とともに東海地方と紀伊半島，渥美半島の赤色土を地質学的ならびに土壌学的観点から踏査したが，紀伊半島特に三重県のものは，低位段丘堆積層および扇状地堆積層の形成時に侵蝕されるかあるいはそれら堆積層によって被覆されているため，出現様式が散在的かつ複雑であった。岐阜県のものは著しく侵蝕され，赤色粘土層がきわめて断片的に残存しているにすぎなかった。そして岡崎市周辺および豊橋市東部二川町一帯，天伯原，渥美町一帯に，比較的整然とした姿で赤色土をともなう赤色砂礫層および粘土層が存在していた。本報文では，この地域に主点を置いて述べることとする。

a．赤色土の分布と地質

1. 岡崎市周辺の地質と赤色土の分布

岡崎市周辺の地質については，石井（1924）[12]の 75,000 分の 1，豊橋図幅（地質調査所）がある。その他卒論でこの地域が多少はいっているものがあるが，一応豊橋図幅を採用した。その地質図に赤色土の分布を示したものが第 38 図である。

赤色土は最高 150m のところまで分布し，上部鮮新世の地層ならびに更新世古期の地層上に赤色の円礫を混ずる堆積層（礫岩層）があり，その上位部が赤色粘土層と赤色土となっているものと，古期岩層および火成岩上に，赤色円礫を混ずる赤色砂層の堆積を見るものの 2 つに大別される。そして更新世新期の地



第 39 図　岡崎地区の地質断面図

Fig. 39 Geological profile of Okazaki region (Tokai district).

層および沖積層上にはこのような赤色層の一次堆積は認められなかった。このような堆積状態を明らかにするために，地層断面図を作り第 39 図に示した。

この地域の赤色土および下位層岩層の試料は岡崎市百々と岡崎市明大寺で採集したが，岩層の風化過程を考究するために地域外ではあるが，愛知県西加茂郡猿投村上伊保で確認された花崗岩上の赤色土，および豊田市一色で発見された渥美累層上部層中の赤色粘土層およびその下層の試料もあわせて実験に供した。

土壌断面 No. 27 (写真 21)

所在：愛知県西加茂郡猿投村上伊保

海抜高：120m

実験試料採集位置

赤色土B層：20 cm (深度)，色；明橙色 (2.5 YR 5/6)。

赤色土B—C層：40 cm，赤色砂層 (花崗岩質)。

花崗岩： 3m，深層風化した白色で脆い花崗岩。

地層断面 No. 28 (写真 22)

所在：豊田市一色 (挙母街道一色と筋生の中間，道路切取面)。

海抜高：70m

渥美累層上部層：軟質頁岩，頁岩と礫混り砂岩との互層であるが，その上位部は赤色粘土層 (20～30 cm 厚) を挟む淡橙色岩層で，下位部は青灰色または灰白色岩層である。また上位部と下位部岩層の接するところに 2～3 cm 大の礫層 (40 cm 厚) があるのでこの面で上下層は非整合と見なすこともできる。

実験に供した試料採集位置

渥美累層中の赤色粘土層：70 cm (深度)，色；明橙色 (2.5 YR 6/6)。

灰白色粘土層： 4m (深度)

土壌断面 No. 29 (写真 23)

所在：岡崎市百々

海抜高：50m

林分：アカマツ天然生林，ネズミサシ多し。

花崗岩上に赤色円礫層 (渥美累層) が被覆し，その上位は砂質な赤色土壌層となる。礫は花崗岩，雲母片岩。

A層：10 cm 厚，砂質，色；灰橙色 (2.5 YR 6/6)。

B層：10 cm 厚，色；明橙色 (2.5 YR 5/6)，絹雲母きわめて多い。

B—C層：50 cm，色；明橙色 (2.5 YR 6/6)，赤色の円礫 2～5 cm (径)。絹雲母，石英の粗粒がきわめて多い。

C層：花崗岩，雲母片岩，粘板岩の小礫は特に赤色を呈しているが，また着色しない灰色な花崗岩，粗面岩 (乳白色) の礫を混じた砂礫層，色；明橙褐色 (7.5 YR 6/8)。

C層の下位は花崗岩体となるので，上位層は渥美累層と見なすことができる。赤色砂礫層と接する花崗岩体表層部は赤褐色に着色している。その厚さは場所により異なるが 5～15m である。露頭面の基部から約 2～3m までのところは灰白色の深層風化した花崗岩で，部分的に風化しない塊状で新鮮な花崗岩がある。

試料は土壌層の各層と花崗岩の帯赤色部分 (表層部)，深層風化部分 (帯灰白色) および深層風化帯のなかで特に風化が著しく，粘土化している部分などを採集した。花崗岩の赤色風化の状態は写真 24 のとおりである。

地層断面 No. 30

所在：岡崎市明大寺

海抜高：90m

林分：アカマツ天然生林にクロマツ混生。

花崗岩体を被覆した渥美累層上に赤色土をともなった赤色円礫層，赤色円礫を混ずる礫岩層，最下部は花崗岩由来の砂で構成される灰白色砂岩層である。赤色円礫を混ずる砂礫層の厚さは場所により異なるが，明大寺一帯では 4～7m である。

土壌断面 No. 30 (写真 25)

A層：きわめて薄く厚さ 2～3 cm，色；赤褐色 (5 YR 5/6)，埴土。2～3 cm の礫混入。

B層：40 cm，砂質壌土層，色；明橙色 (2.5 YR 5/8)。

C層：赤色砂礫層，色；灰赤褐色 (5 YR 5/4)，多量の硅岩礫 (径 3～5 cm) と砂および赤色粘土で構成された砂礫層で，その厚さ 70 cm。

C層の下位層は礫岩層となり，特に赤色の度合が高い（厚さ約 50 cm）。これはおもに雲母片岩礫が赤色を呈したものである。花崗岩の赤色なものおよび灰白色の礫を含む。礫の径は上位層と異なり大きく，10～20cm となる（写真 26 参照）。この特に赤色な礫層の下位は，赤色円礫を混ずる淡赤橙色の砂礫層となり，この礫の組成を概数で算定すると，結晶片岩礫；70%，花崗岩礫；20%，その他古生層から由来した硅岩，粘板岩の礫が 10% である。礫の大きさは上位層ほど大きく径 10～15 cm で下位部では径 10～5 cm となり，砂が多くなる。この状態は写真 26 に示した。

また花崗岩体を被覆する，赤色土をともなう赤色礫層（渥美累層）の状態は写真 27 に示した。

試料は赤色土層の各層と，赤色円礫層の雲母類片岩，赤い花崗岩礫および灰白色花崗岩礫から採集した。

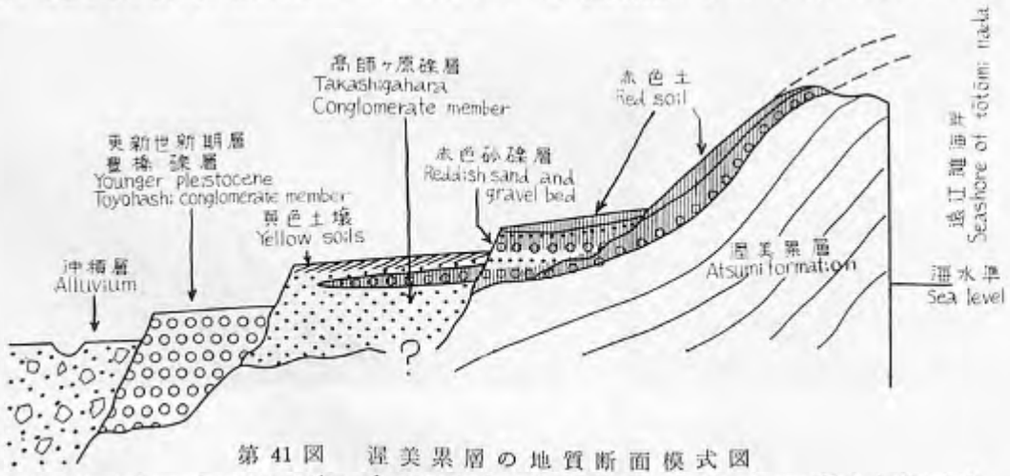
2.　渥美半島地域の地質と赤色土の分布

渥美半島の地質については，石井(1924)[17]の 75,000 分の 1 豊橋図幅，石井(1927)[16]の伊良湖岬図幅がある。地形については辻村(1919)[73]，今村(1925)[14]のほか多くの報告がある。辻村はその報文のなかで，天伯原は南方へ外側海岸に向かって逆傾斜する特異な地貌を呈することを指摘し，土(1960)[71]はこの地域の層序学的知見および貝化石群の古生態学的特徴を述べ，洪積世初期以降，この地域に分布するそれぞれの地層が生成した 4 回の海侵を考え，その間には削剥期，侵蝕期をあらわす海退期が存在したもので，これら海侵，海退は，この地方一帯の海面に対する相対的昇降のくり返しであろうと推論している。

本報告ではこの地域の地質については，その全域を調査し報告した石井の豊橋，伊良湖岬図幅を採用し，赤色土の分布をそれに示した。それが第 40 図である。

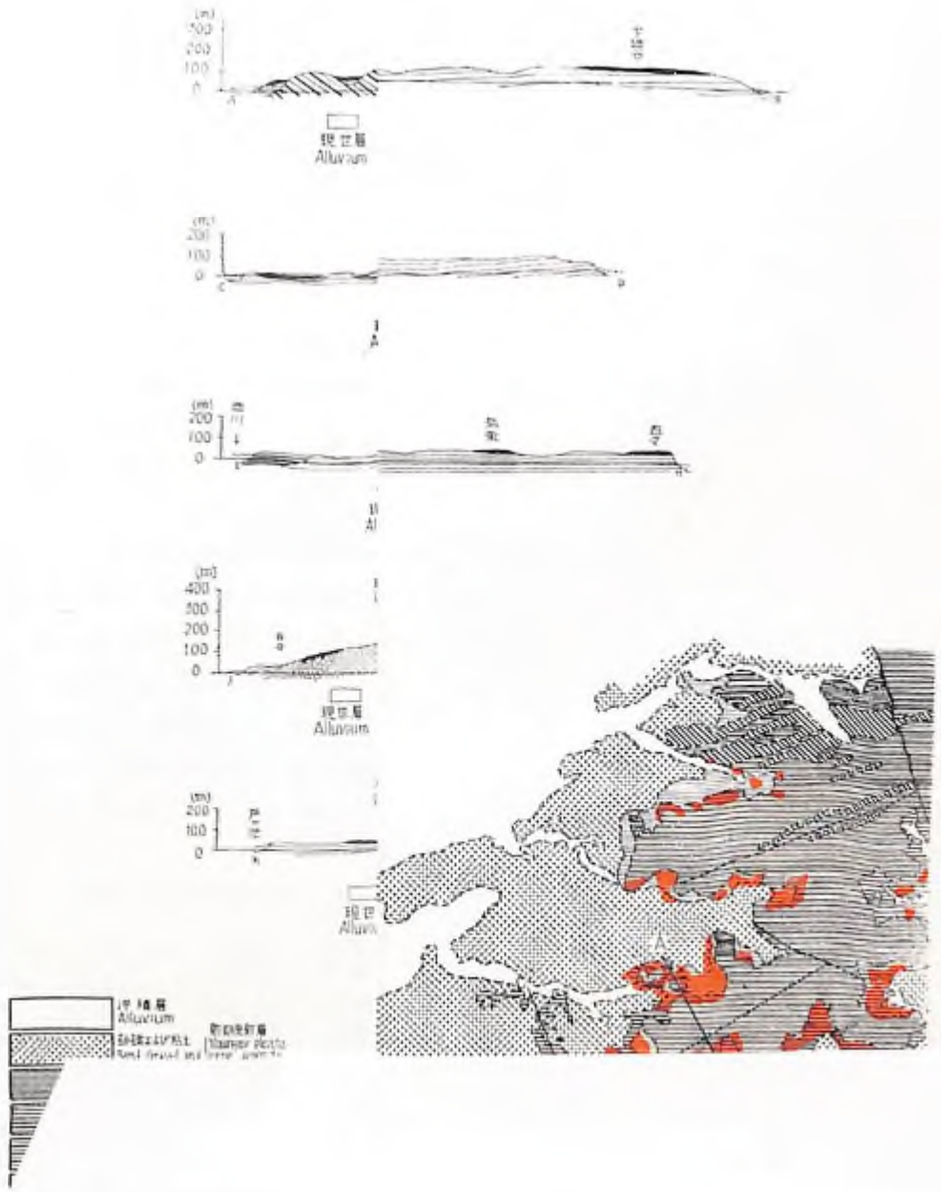
赤色土の分布は豊橋市多米町では標高 150m のところまで存在し，古生層上に重なって堆積している。岩崎町，二川町を含む地域では，最高標高 80m あたりに達し，前者と同様古生層上に存在するが，これらの地域では古生層を被覆している更新世古期の地層およびその下位層である渥美累層上に直接堆積しているものが多い。渥美半島地域においては，渥美累層の上部層上に重なって分布し，その上限は標高 80m，下限 40m で，この範囲にはいる鈍頂な丘陵地帯に広く分布している。この分布状態は地質図に赤色土の分布区域として示したが，さらに地質断面図で示せば第 41 図のとおりである。

赤色土は遠州灘に面する海岸近くでは，標高 80m のところに，また，二川町，天伯原を含む地域で標高 40m のところにそれぞれ渥美累層上に接して分布している。渥美累層はそれより地質時代の新しい更新



第 41 図　渥美累層の地質断面模式図

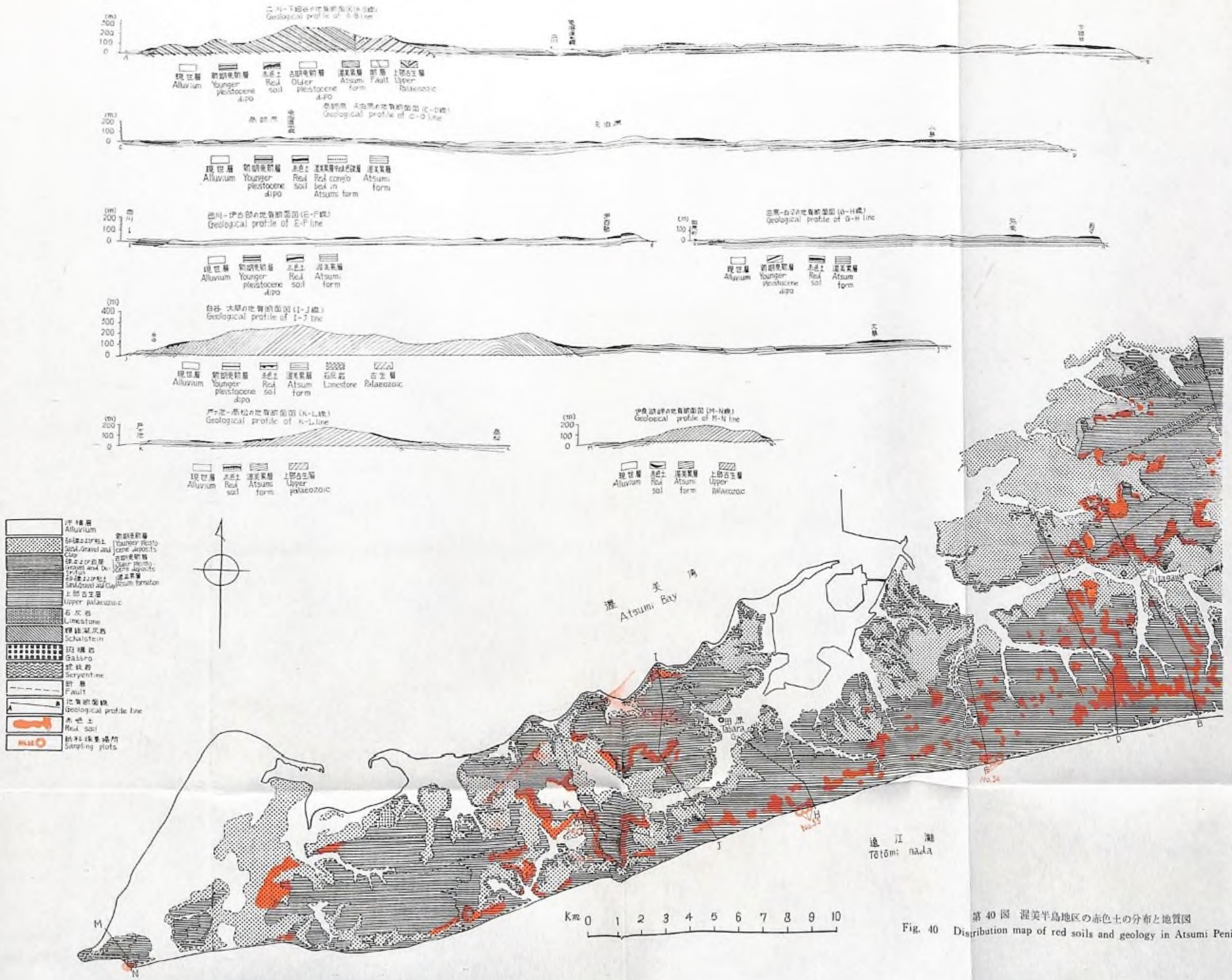
Fig. 41　Schematic presentation of geological profile in Atsumi formation (Tokai district).



bara.　seashore.　seashore.

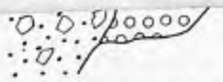
第 42 図　渥美累層の地質柱状模式図

Fig. 42　Schematic presentation of geological profile in Atsumi formation.



第 40 図　渥美半島地区の赤色土の分布と地質図

Fig. 40　Distribution map of red soils and geology in Atsumi Peninsula



第 41 図　渥美累層の地質断面模式図

Fig. 41 Schematic presentation of geological profile in Atsumi formation (Tokai district).

世新期の地層とも接しているが，赤色な砂礫層はその両層中に存在していなかった。したがって，赤色土層をともなう赤色砂礫層は渥美累層上に重なった堆積層で，赤色土層の堆積後に，渥美累層が曲隆したことを示すものである。

渥美累層上の赤色砂礫層は侵蝕されたところがある。このような関係を模式図で示せば第 42 図のとおりである。

赤色土および赤色砂礫層の粘土鉱物と渥美累層各層の粘土鉱物を検出するために，これら各層から試料を採集した。各地点の渥美累層の柱状図で，赤色層の関係位置を図示したのが第 43 図である。この図を見ても渥美累層および赤色層の堆積後，累層全体が曲隆したことが明らかに示されている。

地層断面 No. 31

所在：渥美郡田原町，芦ヶ池

海抜高：30m

林分：アカマツ天然生林，クロマツ混生。

渥美累層上位に重なる赤色砂礫上に赤色土層が形成されている。この状態を示せば写真 27 のとおりである。この部分から試料をとった。

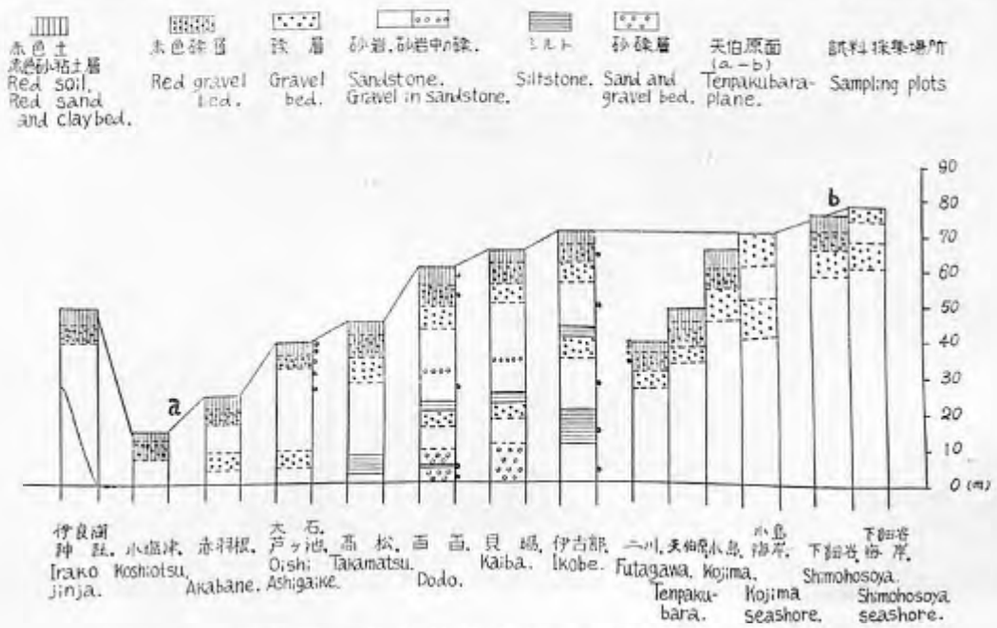
土壌断面（写真 27）

A層：砂，小礫混じりで，腐植少なし。色；灰橙色（7.5 YR 6/4）。

B層：古生層の角礫多し。色；赤褐色（5 YR 5/8）。

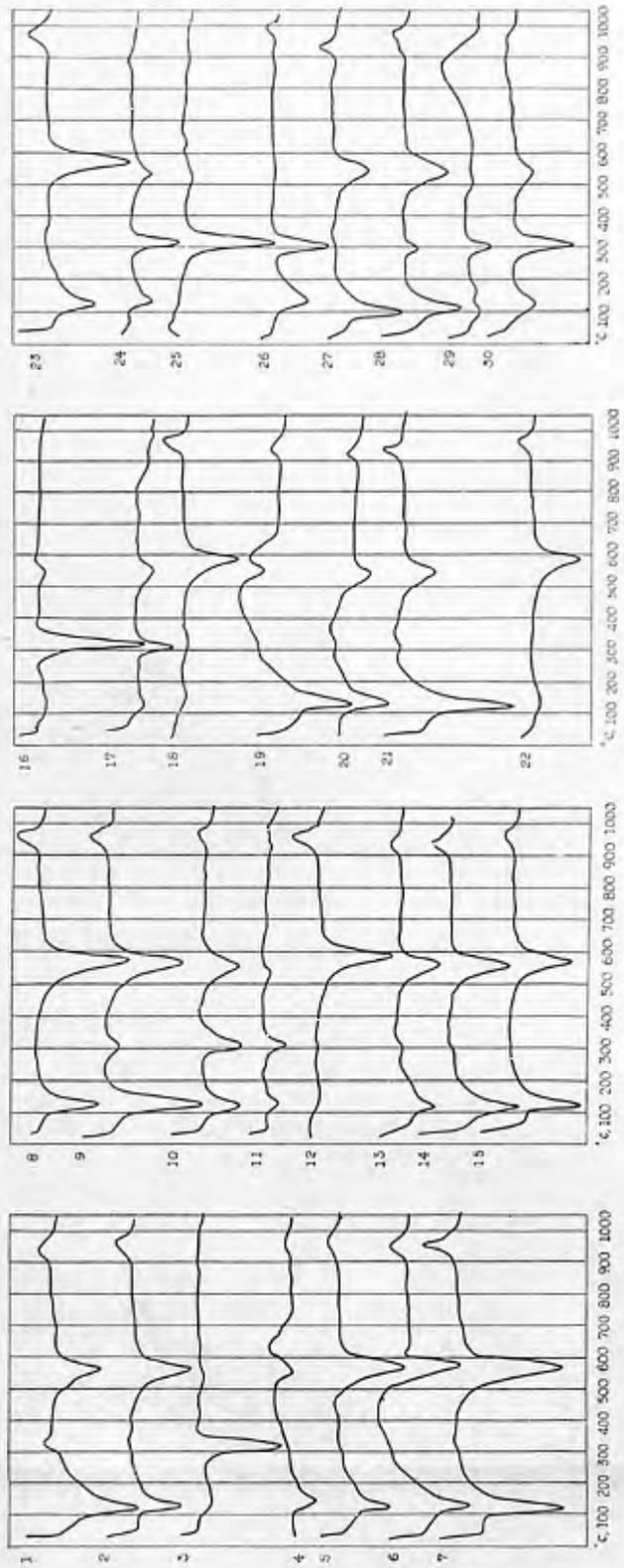
C層：礫の径が小となり，砂質。色；赤褐色（5 YR 5/8）。礫は雲母片岩を含み，これは特に赤褐色を呈する。

地層断面 31 の付近において古生層が赤褐色になっている切取面がある。この山体では中腹部まで赤色



第 42 図　渥美累層の地質柱状模式図

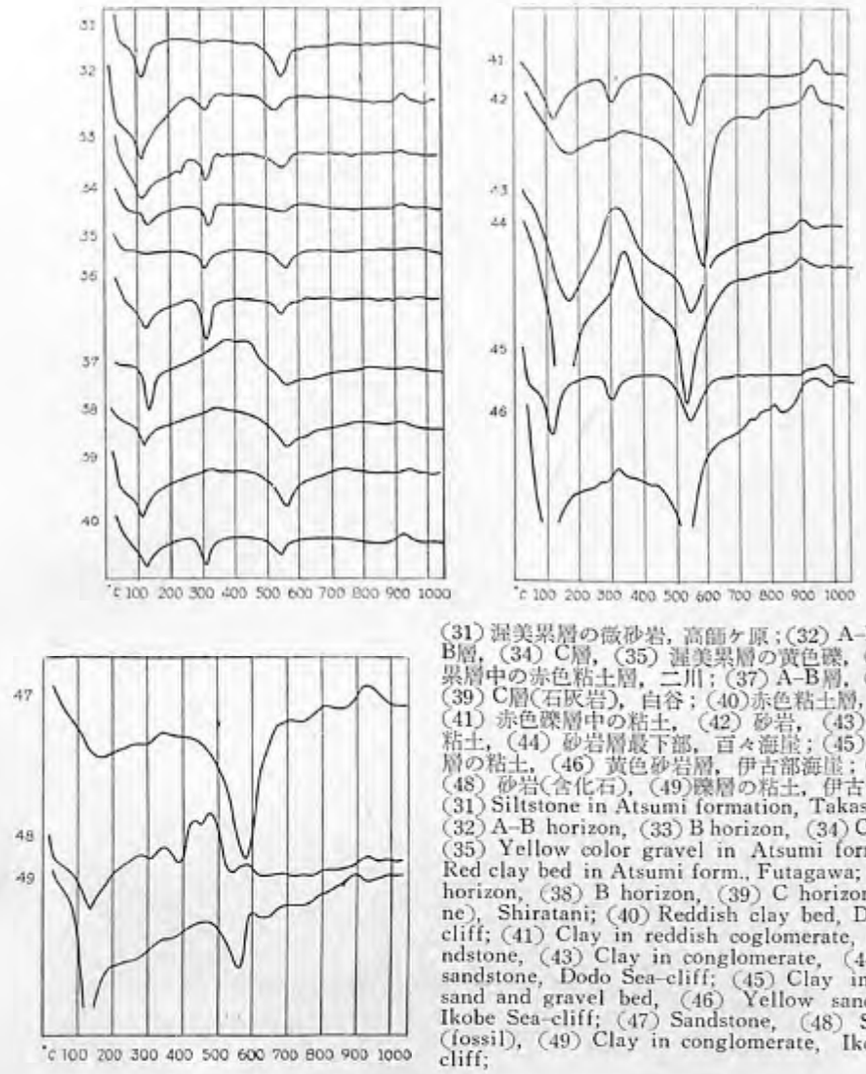
Fig. 42 Schematic presentation of geological profile in Atsumi formation.



(1) B層，(2) B-C層，(3) 深層風化した花崗岩，上伊保；(4) 渥美累層，一色；(5) 渥美累層中の赤色粘土層，百々；(6) A層，(7) B層，岡崎—Okazaki-dodo; (8) B-C 層，(9) C 層，(10) 赤色土層下の花崗岩，(11) 花崗岩，(12) 花崗岩中の粘土化した部分，岡崎—百々；(13) A層，(14) B層，(15) C層，岡崎—大寺；(16) 雲母片岩礫，(17) 赤色花崗岩礫，(18) 赤色層中の花崗岩礫，岡崎—明大寺，(19) A層，(20) B層，(21) C層，(22) 雲母片岩礫，芦ヶ池；(23) 古生層，芦ヶ池；(24) 赤色砂岩，(25) 砂岩中の黒色物，(26) 砂岩，大石；(27) 黄橙色土，(28) 赤色礫，(29) 黒色礫，(30) 渥美累層中の礫，高師原；

(23) Palaeozoic rock, in C horizon, Ashigaike; (24) Reddish sandstone, (25) A part of black in sandstone, (26) Sandstone, Oishi; (27) Yellow-red soil, (28) Reddish gravel, (29) Black color gravel (30) Gravel, in Astumi formation, Takashigahara;

(1) B horizon, (2) B-C horizon, (3) Weathered granite, Kamiiho; (4) Atsumi formation, (5) Red clay in Atsumi formation, Isshiki; (6) A horizon, (7) B horizon, Okazaki-dodo; (8) B-C horizon, (9) C horizon, (10) Red colored granite, (11) Granite, (12) Clay in weathered granite, Okazaki-dodo; (13) A horizon, (14) B horizon, (15) C horizon, Okazaki-myodaiji; (16) Mica-schist gravel, (17) Reddish granite gravel, (18) Granite gravel, in red color bed, Okazaki-myodaiji; (19) A horizon, (20) B horizon, (21) C horizon, (22) Mica-schist gravel, Ashigaike;



(31) 渥美累層の微砂岩，高師ヶ原；(32) A-B層，(33) B層，(34) C層，(35) 渥美累層の黄色礫，(36) 渥美累層中の赤色粘土層，二川；(37) A-B層，(38) B層，(39) C層(石灰岩)，白谷；(40) 赤色粘土層，百々海崖；(41) 赤色礫層中の粘土，(42) 砂岩，(43) 礫岩中の粘土，(44) 砂岩層最下部，百々海崖；(45) 赤色砂礫層の粘土，(46) 黄色砂岩層，伊古部海崖；(47) 砂岩，(48) 砂岩(含化石)，(49) 礫層の粘土，伊古部海崖；

(31) Siltstone in Atsumi formation, Takashigahara; (32) A-B horizon, (33) B horizon, (34) C horizon, (35) Yellow color gravel in Atsumi form., (36) Red clay bed in Atsumi form., Futagawa; (37) A-B horizon, (38) B horizon, (39) C horizon (limstone), Shiratani; (40) Reddish clay bed, Dodo Sea-cliff; (41) Clay in reddish coglomerate, (42) Sandstone, (43) Clay in conglomerate, (44) Lower sandstone, Dodo Sea-cliff; (45) Clay in reddish sand and gravel bed, (46) Yellow sandstone, Ikobe Sea-cliff; (47) Sandstone, (48) Sandstone (fossil), (49) Clay in conglomerate, Ikobe Sea-cliff;

第 43 図　岡崎，渥美半島地区の赤色土粘土の示差熱分析曲線

Fig. 43 Differential thermal curves of red soil in Okazaki and Atsumi peninsula districts.

層が古生層を被覆している。

この地点の試料は風化した赤い雲母片岩および古生層（角岩）の赤色なものをとった。

地層断面 No. 32 （写真 28）

所在：赤羽根村大石

海抜高：40m

渥美累層微砂岩上に赤色砂礫層の堆積がある。赤色砂礫層の礫の堆積は下位層と平行であるが断層で傾動したところは赤色砂礫および微砂岩も傾いている。これは写真 29 のとおりである。この砂岩層の層理に添って黒色沈積物の薄層 0.3～0.5 cm が幾層にもはいっている。ここでは赤色砂岩，灰白色砂岩および黒色薄層の試料を採集した。

地層断面 No. 33

所在：渥美郡田原町百々

この海岸は急崖をもって海に接し，渥美累層の層序がよく現われている。この 58.4m の高さをもつ断崖の最上部層は赤色粘土層をともなう赤色砂礫層（露頭面の厚さ 2.5m）がある。この柱状図を第 43 図に示し，急崖での赤色砂礫層の状態は写真 37 に示した。最上部の赤色砂礫層はよく淘汰作用を受けた1～3cm の円礫層と赤色微砂層との互層である。この状態は写真 30 によって見ることができる。礫の組成は硬砂岩，硅岩，黒色硅質岩を主とし，花崗岩，粗面岩，片麻岩，泥岩を混じえている。この地域では，試料は露頭面の最下部から順次上層までの各層からとった。すなわち，最下部の砂，礫の互層中の軟質砂岩，その上位の砂礫層中の粘土層（厚さ 1.5～2m），さらにその上位の灰白色砂岩（この層は海抜高 30m のところにある），最上位の赤色砂礫層中の赤色微砂岩，表層の赤色粘土層（赤色土層のC層）などである。

地層断面 No. 34

所在：豊橋市伊古部

この海岸でも標高 70m から海崖となり，最上位に赤色砂礫層（厚さ 15～17m）があり，表層は赤色土である。赤色砂礫層の礫の岩質は百々のものと全く同質であるが大きさが少し大きく，多くは直径5～6cm である。その下位層である渥美累層の状態を示せば写真 30 のとおりである。

試料は最下部から砂礫の互層，青色含化石（介化石）層，微砂質粘土層，灰白色砂層，赤色砂礫層の赤色砂層と各層からとった。赤丸印の地層はその位置である。

渥美累層の上位層赤色砂礫層を構成する礫の直径をそれぞれ百々海岸のもの，伊古部海岸のもの，西長谷海岸のものについて測定すると，それぞれ 3～5cm，7～10cm，10～15cm と渥美半島の基部，すなわち陸塊に近づくにしたがって大きくなっている。このことは，その礫の供給は陸塊からなされたことを物語るものである。

地層断面 No. 35（写真 31）

所在：豊橋市二川町岩屋

海抜高：32m

この地点は高師原の北東部にあたり，赤色円礫を混ずる砂礫層が厚い。露頭では4m に達していて，その表層には黄橙色土が重なっている。礫層の状態は写真 32 に示した。

赤色砂礫層の下位には淡黄橙色の微砂岩層があり，この微砂岩層中には絹雲母がきわめて多量に含まれているほか，いわゆる高師小僧（径 2～3cm，長さ 5～12cm）が包蔵されている。

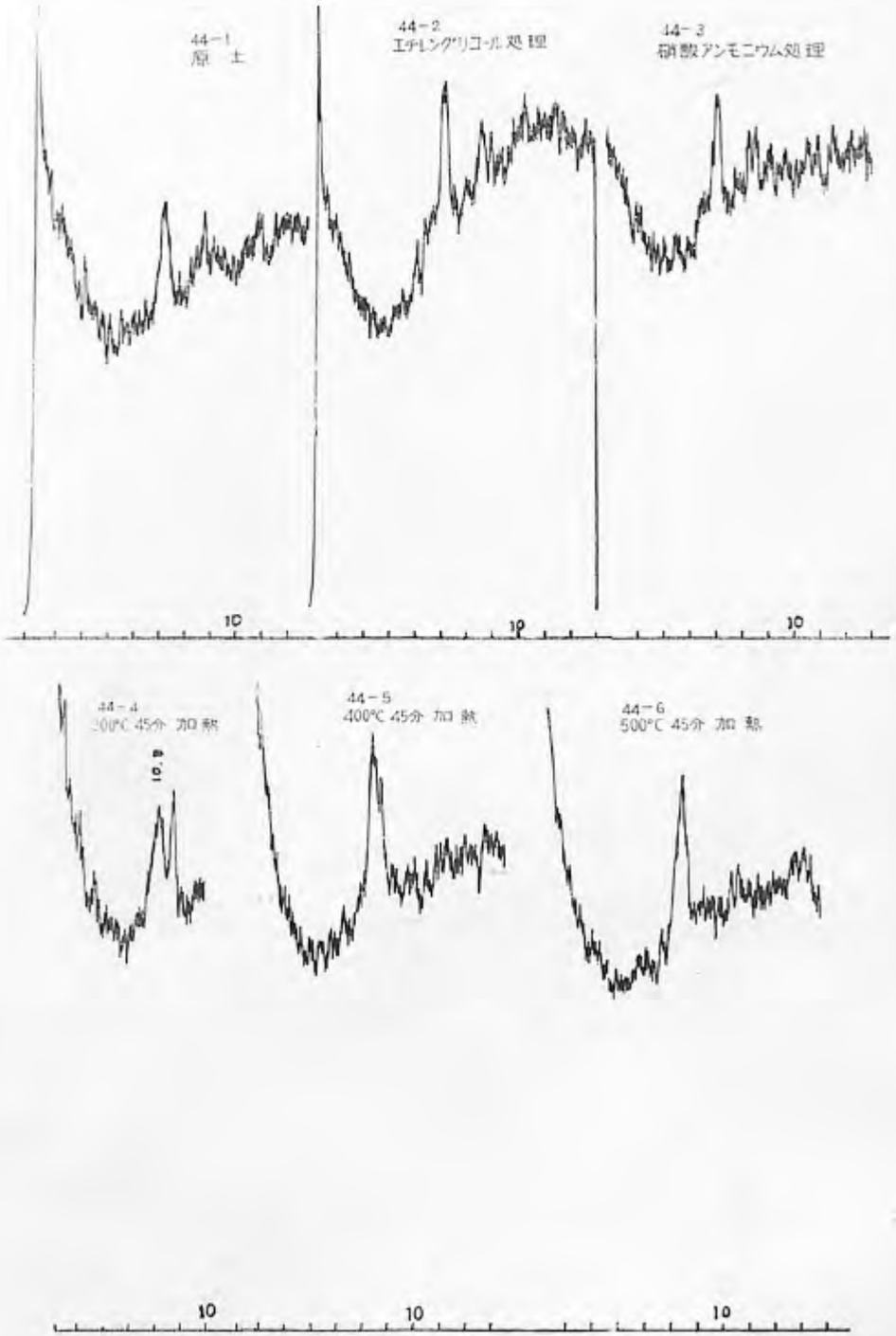
この断面での試料は，上から黄橙色土，赤色砂礫層中の赤色礫（粗面岩），黒色礫（黒色頁岩），白色礫（花崗岩）および最下位の微砂岩層からとった。写真 32 を見ると暗灰色の円・亜円礫はすべて鮮明な帯紅赤色を呈している。

地層断面 No. 36（写真 33）

所在：豊橋市二川町

海抜高：45m

この地点は渥美累層上に赤色土がある。その厚さは場所により異なる。土壌層は一般に礫混じりである。その下位置に赤色砂礫層で明らかに堆積層であることを示す層理がある。赤色砂礫層の下位部は黄橙色あ



第 44 図　岡崎明大寺の赤色土C層の粘土のX線回折曲線図

Fig. 44 X-ray diffraction curves of clay in red soil C horizon at Okazaki-myodaiji. (1) soil, (2) treated by ethyline glycol, (3) treatment by ammonium nitrate (1N) solutions, (4) 300 °C, 45 min. heated, (5) 400 °C, 45 min. heated, (6) 500 °C, 45 min. heated.

るいは赤褐色砂岩層で，そのなかには鉄盤層の薄層が幾層もはいっている。写真 33 はこの状態を示すもので，露頭面で水平に盛りあがっているところが鉄盤層である。

試料は赤色土のA—B層（色；明褐色，7.5 YR 5/8），B層（色；明赤褐色，2.5 YR 5/6），C層（色；明赤褐色，2.5 YR 5/8），砂礫層中の礫（色；灰橙色 5 YR 6/6），および粘土層（色；赤橙色 10 YR 5/6）からとった。

渥美累層上には前述のように赤色土層をともなう赤色砂礫層があるが，そのほかに古生層および古生代の石灰岩体の上にも赤色土（テラ・ロッサ的）がある。前者と比較するため田原町白谷の石灰岩上のものから試料をとった。

地層断面 No. 37

海抜高：80m

石灰岩の風化物を母材とする赤色土。

A—B層：色　灰橙色；(7.5 YR 6/4)。

B層：色；灰橙色（5 YR 6/6)。

C層：色；明赤褐色（2.5 YR 5/6)。

試料はこれら各層からとった。

b．赤色土の母材の鉱物鑑定

赤色土のB層および赤色粘土層中の 0.1～0.2 mm の細粒の鉱物の同定を行なった。すなわち前章と同じ方法で細粒の薄片を作り，偏光顕微鏡で鉱物の同定を行なった。含有鉱物の粒数百分比を示せば，第 18 表のとおりである。

第 18 表の示すとおり，本地域の赤色土中には一般に絹雲母が多く含有されていた。これは花崗岩および雲母片岩の風化砕屑物が，赤色土および赤色層の母材として供給されているためであると考えられる。

第 18 表　赤色土 B 層の細砂 (0.2～0.1 mm) の

Table 18. Mineralogical composition of the fine sand fractions (0.2～0.1 mm) of

地名 Location	地点番号 Plot No.	土壌層位 Horizon	標高 Altitude (m)	石英 Quartz	長石 Feldspar	黒雲母 Biotite	絹雲母 Sericite
上伊保 Kamiiho	27	B	120	21	43	5	22
岡崎百々 Okazaki-dodo	29	B	50	39	27	2	28
岡崎明大寺 Okazaki-myodaiji	30	B	60	81	8	2	6
田原芦ケ池 Ashigaike	31	B	30	74	19		7
田原町百々 Tabaramachi-dodo	33	赤色粘土層 Red clay bed	55	21	20		48
伊古部 Ikobe	34	赤色砂土層 Bed of red sand gravel member	68	76	8		7
二川町 Futagawa	36	B	45	44	51		

また火山ガラスは少数ではあるが，岡崎明大寺，伊古部の試料のなかに認められた。これについては火山噴出の激しかったときに河川によって運ばれた火山放出物が，その地域に沈積したものであると考えるのが妥当であると思われる。長石類は著しく風化していることが認められた。これは，赤色土がかなりはげしい風化を受けたことを示すものと考えられる。

c．示差熱分析

岡崎，渥美半島地域の赤色土の各層および赤色土層の下位層の試料について示差熱分析を行なった。その結果は第 43 図（78, 79 ページ）のとおりである。示差熱分析曲線から粘土鉱物の同定を行なって，見かけの含有量の比較を行なって表示したのが第 19 表である。

第 19 表の示すとおり岡崎，渥美半島の赤色土中には，カオリン鉱物が多く，これにイライトが混じっていた。これは新潟，富山，高山および北海道の赤色土の場合と同様である。

ギブサイトの含有量を各堆積層（基岩を含む）別に比較した結果では，上伊保および岡崎百々の赤色土層と接する花崗岩の風化物，岡崎明大寺の赤色砂礫層および渥美半島赤羽根村大石の赤色砂層および白色砂層中にギブサイトが多量に含まれていた。これは新潟県の赤色土の下部および下位層にギブサイトが多く認められたことに類似した現象である。

d．X 線 分 析

既述の方法と同じ方法で，岡崎，渥美半島の試料についてX線分析を行なった。また岡崎明大寺の赤色を呈する雲母片岩礫の試料について，それぞれ硝酸アンモニア処理，エチレングライコール処理，300°C，400°C，500°C 45 分間加熱処理をしたもののX線分析を行なった。その結果を示すと第 44 図のとおりである。この図の示すとおり，12Å の回折線は，硝酸アンモニウム処理，エチレングライコール処理をしたものでは変化がなかったが，300°C，400°C，500°C と加熱温度を高めるにしたがって，10 Å の回折線と一緒になることが確かめられた。これはおもに Al-バーミキュライトとイライトの random complex

鉱物組成（岡崎—渥美半島地方）　細砂百分比

B-horizons of red soil (Results experessed in parts of 100) (Okazaki—Atsumi peninsula regions).

緑泥岩 Chlorite	火山ガラス Volcanic glass	角閃石 Horn-blende	磁鉄鉱 Magnetite	変成岩片 Metamor-phic rocks	水成岩片 Sedimen-tary rocks	備考 Remark	
7		2				花崗岩質母材	Granitic parent materials
1		3				〃	〃
	3					〃	〃
						〃	〃
				5	6		
	9					花崗岩質母材	Granitic parent materials
				2	3		

第19表　示差熱分析による試料中の含有粘土鉱物（岡崎—渥美半島地方）

Table 19. Clay minerals present in samples identified by differential thermal analysis (Okazaki-Atsumi peninsula regions).

所在 Location	標高 Altitude (m)	地点番号 Plot No.	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and underlying rock layer	加水ハロイサイト Hydrated halloysite	ハロイサイト Halloysite	カオリナイト Kaolinite	ギブサイト Gibbsite	イライト Illite	アロフィン Allophane	絹雲母 Sericite	セラドナイト Celadonite
上伊保 Kamiiho	120	27	赤色土 Red soil B	×××	×						
			赤色土 Red soil B—C	××	××						
			風化花崗岩 Weathered granite				×××××				
一色 Isshiki	70	28	頁岩 Shale	×	×						
			赤色頁岩 Red shale	×	××		×				
岡崎—百々 Okazaki-dodo	50	29	赤色土 Red soil A	××	×××			××			
			赤色土 Red soil B	××××	××	×	×	×			
			赤色土 Red soil B—C	××	×××	×					
			赤色土 Red soil C	××××	×		××				
			赤色花崗岩 Red granite	×××	×	×	×××				
			花崗岩 Granite				×				
			花崗岩中の粘土 Clay in Granite			××××					
岡崎—明大寺 Okazaki-myodaiji	60	30	赤色土 Red soil A	×	××		×				
			赤色土 Red soil B	×××	××		×				
			赤色土 Red soil C	×××	××						
			赤色雲母片岩 Red mica schist				×××××			×××	
			赤色花崗岩礫 Red granite gravel	×	××		×××				
			花崗岩礫 Granite gravel	×		×××	×				
芦ケ池 Ashigaike	30	31	赤色土 Red soil A	×××	×		×				
			赤色土 Red soil B	××	×		××				
			赤色土 Red soil C	×××××	×		××				
			雲母片岩礫 Mica schist gravel			×××				××	
			古生層岩礫 Paleozoic rocks gravel	×	×××						
大石 Oishi	40	32	赤色砂岩 Red sandstone	×	×		××××				
			黒色物質 Black color substance				×××××				
			砂岩 Sandstone				××××		××		
百々海崖 Dodo Sea-cliff	50～59	33	赤色土 Red soil	××	×		××				
	50		赤色土層中の粘土 Clay in reddish conglo.	×	×××		××				
	30		砂岩 Sandstone		×	×××××	×				
	3～10		礫層中の粘土 Clay in conglo.	××	×××						
	0～3		砂岩 Sandstone	××××	××						
伊古部海崖 Ikobe Sea-cliff	68	34	赤色砂礫層 Red sand and gravel bed	××	×		××				
	50		黄色砂岩 Yellow sandstone	×××	××		×				
	30		砂岩 Sandstone		×	××××	×				
	15		砂岩(含化石) Sandstone (fossil exist)	××			×			××	××
	0～3		礫層中の粘土 Clay in coglo.	×××			×				
高師ケ原 Takashigahara	32	35	黄赤色土 Yellow-red soils	×××			×				
			赤色砂礫層 Reddish sand and gravel bed	××	××		××				
			黒色礫 Black color gravel	×			×××				
			礫 Gravel	××	×		××××				
			シルト岩 Siltstone		××		×				
天伯原 Tenpakubara	45	36	赤色土 Red soil A—B	×××	××		××				
			赤色土 Red soil B	×××	×		×××				
			赤色土 Red soil C		××		××				
			黄色礫 Yellow gravel		×		×				
			赤色粘土層 Red clay bed	××	×		×××				
白谷 Shiratani	80	37	テラ・ロッサ? Terra rossa? A—B	×××	×						
			テラ・ロッサ? Terra rossa? B		××						
			テラ・ロッサ? Terra rossa? C		××						
			(石灰岩)								

鉱物の示差熱曲線
D. T. A curves of minerals.

低い ——→ 高い
low ——→ high
× ×× ××× ×××× ×××××

第 46 図　北九州地域の切峯面図と赤色土および洪積層（古期）の分布

Fig. 46 Map of summit-plain (Gipfelflur) and the distribution of red soil and Older diluvium in North Kyushu.

第 47 図　北九州の赤色土と地層を示す断面図

Fig. 47 Profile illustrating the stratification of red soil and geologic strata in North Kyushu districts.

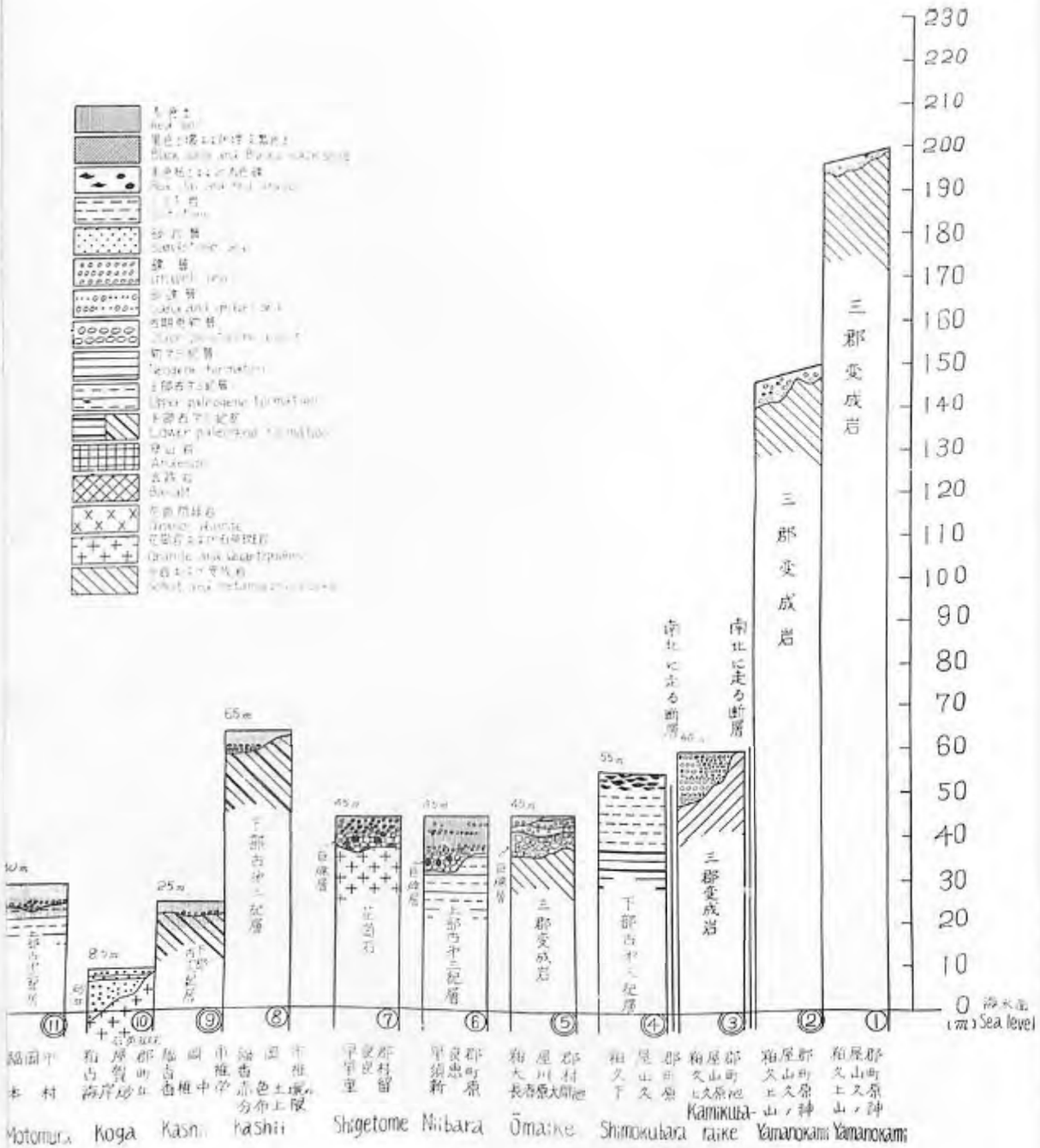


図
Kyushyu districts.

地方での研究結果と比較検討して，北九州地域の赤色土とその赤色下位層の生成について論及したものである。

a. 北九州地方の地質ならびに切峯面図上の赤色土の分布

この地域の地質については，赤木の 75,000 分の 1，豆田図幅 (1933)[1]，山鹿図幅 (1933)[2]，小城図幅 (1934)[3]，大牟田図幅 (1934)[4]および地質調査所編(1951)[10]の 50 万分の 1，福岡図幅がある。また鳥山 (1932)[68]は久留米，福岡南部地域の層序および造構史的考察ならびに地形について述べている。さらに矢部(1926)[76]の第三紀およびその直後における九州地史の大要を述べたものがある。

北九州の赤色土は，赤色円礫層または赤色円礫を混ずる礫層を基底とした赤色砂礫層および赤色粘土層表層部である。そして，場所によっては下部層は赤色巨礫を混ずる巨礫層あるいは岩層が赤色になっているものである。これらの赤色層は赤木の報告にある更新世古期層あるいは鳥山の久留米層（更新・鮮新期）の堆積後，後久留米変動にともなう地盤沈降時の堆積層（巨礫層およびその上位層）上に重なって堆積しているものである。赤色土層（赤色土の再堆積はのぞく）は更新世新期の堆積層および沖積期の堆積層中もしくはそれらの堆積層上には，分布していない。このことは赤色層が更新世古期の地層と関連が深いことを示すものと考えられる。したがって，北九州の赤色土の層位上の位置は，その出現様式から見れば，北九州以外の既述の各地方のそれと対比することができるものと考えられる。

第 48 図　地質柱状図（鳥山による）
Fig. 48 Geological profile (TORIYAMA).

赤色土の分布を切峯面図に入れて示したのが第 46 図である。この切峯面図の作製方法は岡山俊雄の方法に準じたものである（前述のとおり）。この図では，赤色土は一部を除いて仮想等高線 400m 以下のところで，多くは 100m 線の上下および 100～200m 線のところに在存している。また仮想等高線の 400m と 600m の間は著しく間隔が広く，これは平坦面すなわち準平原の存在を示している。もし現在の気候下で赤色土が生成されるとすれば，この平坦面と見なされる区域においても広く分布しているはずであるが，その発見はきわめて困難で，ただ 1 か所，仮想等高線 500m 線が通っているところに見いだされたが，これも現在の地形図の標高では 310m であった。

つぎに赤色土の分布地域の代表地点の柱状図を作り，これを第 47 図に示した。

以下試料の採集地について説明する。

地層断面 No. 38 （写真 34）

所在：粕屋郡久山町上久原山ノ神

海抜高：150m

林分：竹林

上久原山ノ神部落の東部山脚部に標高 200～120m にわたって岩石段丘的台地がある。この台地は三郡変成岩で構成されている。赤色土はこの台地の上限から基部にかけての緩傾斜面上に，角礫層あるいは変成岩上に重なって堆積している。変成岩体は赤色に着色し，岩石の風化が著しい部分が認められた。赤色土の上限の柱状図が柱状図番号 1 であり，台地の中段部のものが柱状図番号 2 である。試料採集は 2 の地点で行なった（第 47 図参照）。

A層：色　赤褐色（2.5 YR 4/8），埴質，角礫混り。

B層：5cm 程度で直ちに風化岩体となる。

C層：色　赤褐色（5 YR 5/6）。角礫（緑泥・角閃片岩）が多い。

実験に供した試料を採集した箇所はつぎのとおりである。すなわちA層，B—C層，赤色土下の新鮮岩石（緑泥・角閃片岩）およびその風化物である。

地層断面 No. 39 （柱状図番号 3）

所在：粕屋郡久山町上久原池

海抜高：60 m

この地点では赤色円礫（中礫）を混ずる円礫層が厚さ 5m であった。その下層部分は多少直径の大きい礫岩層になる。三郡変成岩は赤色円礫層と接する部分では赤色に着色しているので岩石風化を知るために，その岩層から試料をとった。すなわち新鮮岩（緑泥・滑石片岩）およびその風化物と，これが赤色に着色したものなどである。

地層断面 No. 40 （柱状図番号 4）

所在：粕屋郡久山町下久原

海抜高：55 m

地質柱状図番号 4 の地点であって，赤色粘土が小さいレンズ状（チリメン縞状）に堆積している。これは赤色土層の二次的堆積層と考えられるものである。

試料はこの赤色粘土からとった。

地表下 20cm のところから 100cm の間に粘土層のレンズ状堆積があり，そのおのおのの厚さは 5～7cm，長さ 10～20 cm で，ほぼ水平に（波状形ではあるが）堆積し，この層厚は約 4 m でその下部は淡黄橙色軟質頁岩層である。この下部層は地質図から判断して，古第三紀下部層の一部と見なされる。

地層断面 No. 41 （柱状図番号 5）

所在：粕屋郡大川村長者原大間池

海抜高：45 m

この柱状図は柱状図番号 5 に示した。赤色円礫（径 3～5 cm）を混ずる礫層は約 1.5 m あって，レンズ状または砂層と互層している。この層の表層部は，赤色な粘土質なものに移行し，さらに赤色土層となる。下部層には緑泥片岩の巨礫があり，その礫は赤褐色を呈するものが多い。巨礫層の下部は三郡変成岩層（緑泥片岩，緑泥，滑石片岩）の風化帯となる。土壌層はA層が部分的に存在するが薄い。B_1 層は約 20 cm の厚さがあり，色は明赤褐色（2.5 YR 5/8）である。C層は礫混りで色は明赤橙色（10 R 6/8）である。試料はA層を除いた各層と風化した緑泥片岩からとった。

地層断面 No. 42 （柱状図番号 6）

所在：粕屋郡須恵町新原

海抜高：45 m

この地点では上部古第三紀層の上に巨礫層が 3～4 m の厚さで堆積し，その上位は赤色円礫を混ずる砂礫および赤色粘土層である。表層部 1～2 m は特に赤褐色である。巨礫層中にも赤色円礫が混じている。

地層断面 No. 43 （写真 35）

所在：早良郡早良村重留

海抜高：45 m

この地点では花崗岩体上に赤色円礫（礫は主として花崗岩）を混じた巨礫層が堆積し，表層は砂混じりの赤色粘土層である。この状態を写真 35 に示した。

地層断面 No. 44 （柱状図番号 8）

所在：福岡市香椎町

海抜高：65 m

香椎地域では赤色土の分布も比較的広く，赤色土の土壌学的研究の対象としてこの地域のものがあげられている。その土壌層は，下部の堆積層に重なっている。これを標式的地層断面で示すと柱状図番号 8～12 のとおりである。すなわち，香椎町一帯の丘陵および低山地では標高 65 m あたりが，赤色土分布の上限であると考えられる。この地域では赤色粘土層が厚く，厚さ 1～3 m に達するが，その下部層は赤色小円礫をともなう円礫層となり下位の地層と接している。地層断面 No. 44 は赤色土の上限のものとして考えることができるので，その堆積形態を示した。この地点を含む地域では，赤色土層の下位層は，下部古第三紀層で，泥岩，砂岩，頁岩の互層で地層は南北線をとおる背斜および向斜軸があって褶曲している。

赤色土層をともなう赤色円礫層と下位の地層と接するところは特に赤色で，下位地層の層理にそうて，赤色のコロイド状物質が入り込んでいるか，または地層を汚染している。

地層断面 No. 45

所在：福岡市香椎町，香椎中学校庭切取面

海抜高：25 m

林分：赤色土上の植生は，アカマツの天然生疎林である。

傾斜した下部古第三紀層上に薄く赤色円礫，白色粗面岩質角礫層が重なり合っていて，その上部 1～～2.5 m のところまでが赤色粘土層で表層は赤色土層である。この地点の土壌層のA層はきわめて薄いので，その下位層以下から試料を採集した。すなわち，B_1 層；色 灰橙色（5 YR 7/6），B—C 層；色 淡橙色（7.5 YR 8/6），C層　赤橙色（10 R 6/8），古第三紀層頁岩層；色　橙色（5 YR 6/8）などである。

この地域の赤色礫層中にはセコイヤ（？）の硅化木の破片（3×3×4 cm 程度）が多量に包蔵されているところがある。

地層断面 No. 46 （柱状図番号 10）

所在：粕屋郡古賀町古賀，福岡中間

海抜高：8.5 m

この地点付近では石英斑岩が露呈し，それが赤色に着色し，著しく風化しているものである。またこの岩体に接する低位砂丘断面では柱状図番号 10 に示したように赤色層（粘土質）の埋没したものが見られる。ここでは砂の堆積層に，赤色な物質が滲透したところが見られた。

土壌断面 No. 47

所在：福岡市本村

海抜高：30 m

林分：アカマツ天然生林

この地点付近は赤色土の標式的分布地域であって，この断面では赤色の円礫混りの堆積層があって，その下位層は上部古第三紀層となる（柱状図番号 11 参照）。

A層：5 cm，腐植の含有中程度，褐色。

B_1層：10 cm，堅果状構造が著しく発達している。色　灰橙色（7.5 YR 7/4）。

B_2層：塊状構造で，厚さ 20～25 cm，色　明橙色（2.5 YR 6/8）。

B—C層：15～20 cm の厚さのところが特に鮮明な赤色を呈す。塊状構造あり。色　赤橙色（10 R 4/6）。

C層：塊状の割目が多い。色　明褐色（7.5 YR 5/6）。

試料はA層を除いた各層からとった。

地質断面 No. 48（写真 36）

所在：福岡市名島

海抜高：20 m

この地点一帯には赤色土は点在的分布を示すが，その下部層である上部古第三紀層は軟質頁岩，微砂岩と頁岩の互層である。この地層の層理にそう部分および堆積層の一部に赤色を呈するところがある。この地層は断層で切られている。この状態を示せば写真 36 で，その一部を拡大したものが写真 37 である。赤色の堆積層の下部は灰白色の軟質頁岩層である（柱状図番号 12 参照）。

試料は写真 37 の各層をとった。

地層断面 No. 49（柱状図番号 13）

所在：八女郡黒木町中原

海抜高：130 m

黒木盆地の中央部にも赤色土が分布する。この地域の地質柱状図を柱状図番号 13 に示した。赤色層は赤色円礫を混じた粘土質な堆積層で，その厚さは約 3～4 m である。その下位層は新第三紀の頁岩層である。

地層断面 No. 50（写真 38）

所在：八女郡轟黒岩

海抜高：200 m

この地点付近には赤色円礫（径 3～5 cm）を混ずる礫層が厚く，その堆積様式は前述の上久原池のものと全く同じ状態で，礫はおもに結晶片岩礫であるが，下層部は石英・絹雲母片岩層を混ずるものである。

地質断面 No. 51（柱状図番号 15）

所在：八女郡上陽町下藤本

海抜高：220 m

この地点では緑泥石・絹雲母片岩上に厚さ 10～12 m もある赤色層が重なり合っている。この状態を地質柱状図番号 15 に示した。試料はこの赤色層とその下部の多少風化した片岩層とからとった。赤色層の色は明赤褐色（2.5 YR 5/8）である。

地層断面 No. 52（柱状図番号 16）

所在：八女郡上陽町尾久保

海抜高：310 m

尾久保部落の凹地部に赤色土が分布し，これが九州の赤色土の堆積層で最も標高の高いところに存在するものではないかと考えられる。この地点の赤色土層は緑簾・緑泥・角閃片岩体上に重なっているもので，この片岩体の割れ目にそって赤色に着色した部分がある。

土壌断面 No. 53

所在：久留米市高良山参道

海抜高：170 m

林分：シイ，アラカシの天然生林である。

高良山神社参道に見られるものである。雲母片岩上に厚さ 50 cm ほどの赤色土層がある。この地質柱状図を番号 17 に示した。

試料は土壌層B層と雲母片岩とからとった。B層の色は明赤褐色（2.5 YR 5/8），片岩層の岩質は絹雲母・角閃石・石墨片岩である。

土壌断面 No. 54（写真 39）

所在：久留米市高良台

海抜高：50 m

段丘堆積層（古期更新層）の上部に赤色円礫層と赤色粘土層の互層がある。また一段低い凹地部には赤色層を被覆して黒色土壌が分布している。この地質断面は柱状図番号 18 に示した。写真 40 は高良台の試料採集地点付近の全景である。A層は地表浸蝕のためほとんど残っていない。試料は B_2 層（色　明橙色 2.5 YR 6/6），B—C層（色　灰黄橙色 10 YR 7/3），C層（色　灰橙色 7.5 YR 7/4）および凹地部に存在する黒色土壌をとった。

地層断面 No. 55

所在：三潴郡筑邦村西牟田駅横切取面

海抜高：30 m

地層の断面は柱状図番号 19 に示した。赤色円礫層が厚さ約 2 m で，それに連続して粘土層の堆積が見られる。さらにこの層は断層で切られている。この地域では，赤色土層の分布しているところより一段低いところには黒色土壌が分布している。

試料は表層にある赤色土層B層（色　橙色，5 YR 6/8），黒色土および礫層中の赤色粘土層（色　明橙色，2.5 YR 6/6）をとった。

地層断面 No. 56（柱状図番号 20）

所在：三養基郡基山村上野

海抜高：50 m

赤色土層は花崗岩上に重なっている。

地層断面 No. 57（柱状図番号 21）

所在：鳥栖市立石

海抜高：80 m

赤色土層は花崗閃緑岩上に重なっている。

地層断面 No. 58（写真 41）

所在：三養基郡北茂安村白壁（旧旭村）

海抜高：50 m

花崗岩体上に赤色円礫を混ずる巨礫層が重なり，その上に赤色円礫層があり，最上部は赤色粘土層となる。この粘土質な赤色層は厚さ約 1 m あり，その上部が赤色土層である。赤色土の断面を写真 41 に示した。

試料はA—B層（色　灰褐色，7.5 YR 5/6），B層（色　橙色，5 YR 6/8），C層，赤色円礫層（色　明赤橙色，10 R 6/8）をとった。

地層断面 No. 59

所在：神崎郡神崎町志波屋伊勢塚

海抜高：40 m

古期更新世の地層の上部が赤色砂礫層となり，その上部は厚い黒色土壌層である。

試料はそれぞれ黒色土壌，赤色砂礫層（色　灰橙色，5 YR 7/4），下部の灰橙色軟質頁岩層からとった。

地層断面 No. 60

所在：神崎郡神崎町日ノ隈池

海抜高：35 m

黒雲母片岩上に，厚さの薄い赤色円礫層があり，岩層は深さ 3～4 m まで風化が著しく，上部 2 m 程度のところまで赤色に着色している。

試料は土壌層のB層（色　赤褐色，5 YR 4/6），C層（黒雲母片岩の風化物）および新鮮な雲母片岩からとった。

地層断面 No. 61（柱状図番号 25）

所在：佐賀郡大和町春日

海抜高：55 m

この地点の赤色土層は，日ノ隈池のものと全く同様な出現様式を示している。

地層断面 No. 62（柱状図番号 26）

所在：小城郡小城町岡本

海抜高：75 m

背振山塊の山脚部丘陵の中腹部にあたるところに赤色土層が認められるが，この赤色土は結晶片岩体に貫入した玄武岩が赤色に著しく風化したものである。

地層断面 No. 63（柱状図番号 27）

所在：小城郡小城町鏡山

海抜高：75 m

鏡山（134.7 m）は安山岩体であるが，その中腹部標高 75 m のところのみに赤色に著しく風化した部分がある。

地層断面 No. 64（柱状図番号 28）

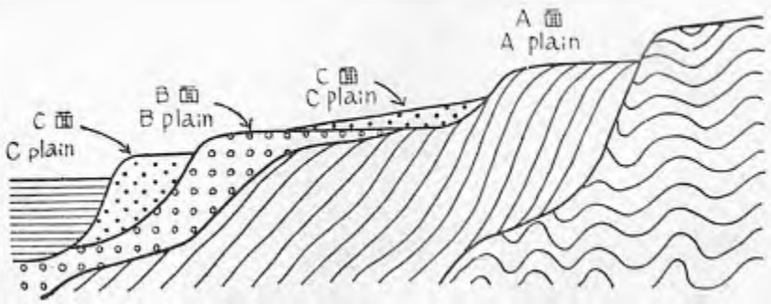
所在：多久市番所

海抜高：56 m

この地点では花崗閃緑岩体上に重なった厚さの薄い赤色土層を認めることができる。

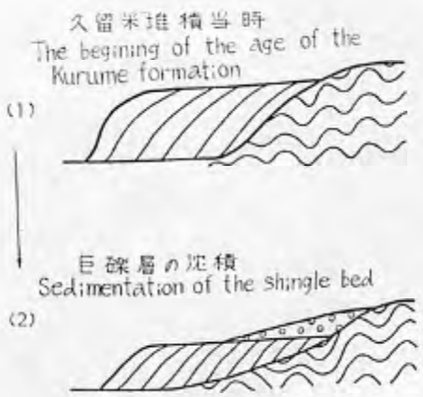
b．赤色土層の堆積作用と地史との関連

島山(1933)[69]が北九州の近生代地殻変動について述べたところによると，福岡南部および久留米を含む地域においては，つぎの造構造史的変動があった。すなわち，(1) 瑞穂末期の変動（海浸），(2) 準平原の形成，(3) 局部的地盤の傾動および沈降をともなう火山活動，(4) 地盤上昇とそれに引きつづいた久留米層（鮮新更新期）の堆積，(5) 後久留米変動，地盤沈降，(6) 海蝕面（A面）の形成（第49図参照），(7) 更新世新期層の堆積，段丘の形成（B段丘面），(8) 古冲積層の堆積，段丘の形成（C段丘面），



第 49 図　地質断面模式図（島山による）

Fig. 49　Schematic presentation of geological profile (TORIYAMA).



第 50 図　久留米層堆積の模式図

Frg. 50　Schematic presentation of sedimentation of Kurume formation.

(9) 冲積層の堆積などである。また同氏（1932）[68]のこの地域の造構造史的考察および地形について述べるところによると，久留米層より上位層の層序は第 48 図（95 ページ）に示すとおりである。また地形学的単位面とその地質時代についての久留米地方の丘陵地の例は第50図のとおりである。

同氏の述べるところを要約すれば次のとおりである。すなわち，

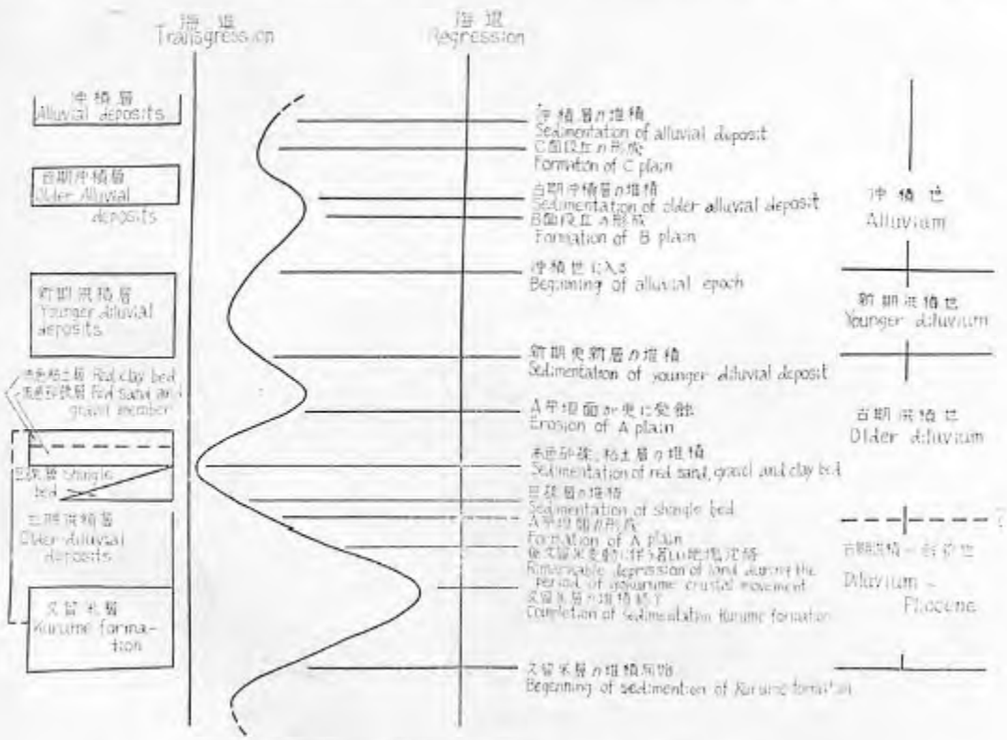
久留米層は第 49 図に示したA面下に構成される三角州堆積で，その厚さは久留米地方では約 600 m である。このA面（平坦面）は久留米層堆積後の後久留米変動にともなう地塊の傾動および著しい沈降現象にともなって生じた海蝕面である。この海浸は現在の標高 50～70 m あ

たりまで達したものと思われる。そしてさらにA面上には，侵蝕末端部に巨礫層の堆積があった。その後地盤の上昇があって，A面は局部的に侵蝕された。さらにその後，いくぶんの地盤沈降があって，その侵蝕面上に新期洪積層の堆積が行なわれ，この際局部的に沈降量の大きい場所では砂礫層の堆積が厚くなった。その後さらに地盤の水平上昇が行なわれ，洪積期の終末となり，同時にB段丘が生成された。かくて沖積期にはいり，古沖積層の堆積とさらにもう1回の地盤隆起によってC段丘を作ってから，最新沖積期にはいったものである。なお，氏はこの3段の段丘のA面は標高 50～70 m，B面は 40～50 m，C面は 20～30 m で，A面の形成は更新世古期であると述べている。

以上のように，鳥山の述べている北九州地域における地盤の隆起，地塊の沈降にともなう海浸・海退現象と，筆者らの調査によって明らかにされた赤色土をともなう赤色円礫層，および巨礫層の堆積とを合わせてまとめて見ると，第 51 図のような模式図を示すことができる。

赤色層の堆積状態については，さきに示した地層柱状図，地層断面，土壌断面および切峯面図上の赤色土の分布などから，(1) 巨礫層中にも赤色の円礫を混ずること，(2) 赤色砂礫層，赤色粘土層は巨礫層上に重なっているほか，古い岩層上および赤木の述べている更新世古期層に重なっているか，あるいは，鳥山の久留米層上に重なっていること，などをあげることができる。

赤色風化皮殻，赤色土をともなう赤色砂礫層および赤色土の出現位置は，背振，三郡両山塊地域と水縄山塊地域とでは，標高に差異があるが，一般的傾向としては，標高の高いところに赤色風化皮殻があって，その表層は赤色土であり，これより標高が低いところには赤色風化皮殻の一部と赤色砂礫層があり，



第 51 図　北九州地区の堆積層の堆積様式模式図

Fig. 51 Schematic presentation of sedimentation of rocks in North Kyushyu.

さらに標高が低くなると赤色円礫層をともなう赤色土または赤色土の二次堆積層がある。地形的には鳥山のいうA面で標高 50～70 m のところには赤色土の分布が最も広く，B面にあたる標高 40～50m のところには赤色土の二次堆積層が分布している。この二次堆積の赤色土はまた黒色土壌と互層するかそれに被覆されていることがある。

水縄山塊地域では，赤色土をともなう赤色風化皮殻および赤色砂礫層は，標高的にかなり高いところに出現する。すなわち赤色風化皮殻の露呈部が標高 310 m に，赤色円礫を含む礫層が標高 220 m，200 m，130 m に点在している。これは水縄山塊の隆起がほかの地塊より大きかったことを示すものであり，また赤色円礫は赤色風化皮殻およびその砕屑物から供給されたものであると考えられる。

以上のことから，赤色土の生成時期は，鳥山のA面の形成末期からB面の形成に至る間であると考えられる。上記のように，A面は標高 50～70 m で，赤色土の分布が広く，これはほかの地方に出現する赤色土の分布地区と標高的にほぼ一致するものである。また地質時代を検討した結果，A面の形成は，更新世前期であると推定される。

赤色風化皮殻と赤色円礫を混ずる礫層の位置が，かなり標高の高いところに存在すること，地塊の隆起ということを考慮しても，その生成時期がかなり古いものであることを物語るように思われる。赤色風化皮殻および標高の高いところにある赤色土の分布と切峯面の関連，地史的観点から見れば，A面上にある赤色砂礫層の生成は，すでにかなり風化した砕屑岩礫の堆積したものであると見なすことができるように考えられるので，むしろA面形成以前に赤色土の生成が行なわれたと考えるのが妥当のように考えられる。この時期は現在までの筆者らの見解では富山の呉羽山礫層上の赤色土の生成時期に相当する時期となる。

c．赤色土母材の鉱物鑑定

赤色土中の 0.1～0.2 mm の細粒について，前章と同じ方法で，鉱物の同定を行なった。含有鉱物の粒数百分比を算定し表示すれば第 23 表のとおりである。

第 23 表に示すとおり，香椎中学，本村，名島，高良台，西牟田および伊勢塚の赤色土の母材は，石英および長石を含み，絹雲母（あるいは緑泥石）および滑石などを混じていた。その他の箇所の赤色土層は結晶片岩上に重なっているものであるが，これらの地点の赤色土母材の鉱物組成は，赤色土層の下位層の岩質を反映するものと考えられた。また火山ガラスは，香椎町本村の試料に多く認められ，また少数ではあるが高良台の試料の中に含まれていた。これは火山噴出（おそらく阿蘇火山）の激しかつたときの火山灰であると考えられる。

d．示差熱分析

北九州地域の赤色土層の各層および下位層の試料について，示差熱分析を行なった。その結果は第52図のとおりである。示差熱分析曲線から粘土鉱物の同定を行なって，見かけの含有量の比較を行なって表示したのが第 24 表である。

第 24 表の示すとおり，北九州の赤色土層および赤色母材層中にはカオリン鉱物が多く，それにイライトを混じていた。特に上久原池および大間池の風化した雲母類結晶片岩中にはカオリナイトが多量に含まれていた。このことは，本地域の赤色土中の粘土鉱物の種類がすでに述べた他の地域と同類のものであることを示し，岩石および粘土の風化が，著しくすすんでいることを示すものであると考えられる。

e．X 線 分 析

第 23 表　赤色土 B 層の細砂 (0.2～0.1 mm) の鉱物組成 (九州地方) (細砂百分比)

Table 23. Mineralogical composition of the fine sand fractions (0.2～0.1 mm) of B-horizons of red soil (Kyushyu district) (Results experessed in parts of 100).

地名 Location	地点番号 Plot No.	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and underlying rock layer		標高 Altitude (m)	石英 Quarts	長石 Feldspar	黒雲母 Biotite	絹雲母 Sericite	緑泥石 Chlorite	滑石 Talk	火山ガラス Volcanic glass	角閃石 Hornblende	変成岩片 Metamorphic rocks	水成岩片 Sedimentary rocks	備考 Remark
山ノ神 Yamanokami	38	赤色土 Red soil	B—C	150	21	28			8	2			41		曹長石 Albite
大間池 Omaike	41		B_2	45	16	13		3	24	37			7		〃 〃
香椎中学 Kashiichugaku	45		C	25	13	27		6						29	正長石, 曹長石 Orthoclase, albite
香椎町本村 Kashiimachi	47		B_1	30	19	31					11	2		37	〃 〃
名島 Najima	48	赤色砂質頁岩層 Red colored sandy shale bed		20	6									94	〃 〃
下藤本 Shimofujimoto	51	〃		220	18	16		57						9	曹長石 Albite
高良山 Korazan	53	B		170	14	25		31	3		2		25		〃 〃
高良台 Koradai	54	B_2		50	26	33		17						24	曹長石豊富 Albite rich
西牟田 Nishimuta	55	赤色粘土層 Red clay bed		30	22	34		27	11	5					中性長石～曹灰長石 Andesine-labradorite
旧旭村 Asahimura	58	B		50	17	13	2	4					74		曹長石 Albite
伊勝塚 Isezuka	59	埋没赤色土 Buried red soil		40	31	9	3	36						21	正長石 Orthoclase
日ノ隈池 Hinokumaike	60	B		35	7	12	18	23					40		曹長石 Albite

示差熱分析を行なったと同様の試料について，前章と同様の方法でX線分析を行なった。X線回折線記録から鉱物を同定し，含有鉱物の種類を表示したのが第 25 表である。

第 25 表に示されているとおり，北九州の赤色土，赤色粘土および赤色砂礫層中の含有粘土鉱物の種類は，他の地域の赤色土の粘土鉱物と同様に，カオリン鉱物とイライトが含まれていた。特にカオリン鉱物は山ノ神，大間池，下藤本，高良台，伊勢塚および日ノ隈池などの赤色土下層部に多量に含まれていた。このことはかなりはげしい粘土風化が，下層物まで行なわれたことを示すものであると考えられる。ギブサイトは北九州の赤色土層および赤色砂礫層中には少なかった。

f. 化学分析

北九州の赤色土の各層および下位層について，SiO_2，Al_2O_3，Fe_2O_3 および TiO_2 の各成分の化学分析結果[42]を表示すれば，第 26 表のとおりである。

第 26 表の示すとおり，高良台，大間池，日ノ隈池および香椎中学の赤色土B層の粘土の珪礬比は 1.38～3.01，珪鉄礬比は 1.08～2.58 であって，1：1 型のカオリナイト，ハロイサイトを含むことが想定された。しかし，山ノ神および高良山の赤色土B層の粘土では珪礬比 4.94～5.36，珪鉄礬比は 3.52～3.98

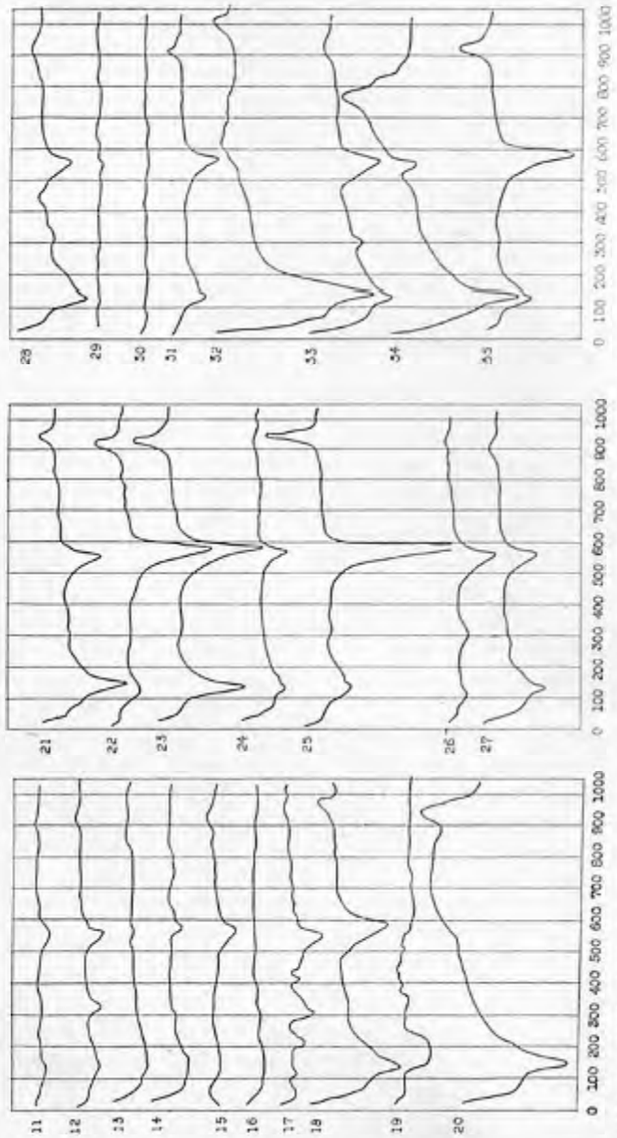
であった。これは山ノ神，高良山の赤色土は前述のとおり，雲母類結晶片岩上に重なり合っていて，土壌母材中には変成岩の風化砕屑物を比較的多く混じていたので，これらの赤色土母材の化学成分が粘土分の化学成分に大きく影響しているためと考えられる。

Fe_2O_3 の量を新潟，岡崎および渥美半島地域の赤色土と本地域赤色土とで比較すれば（第 12 表，第 21 表参照），本地域のものは一般に含有量が多いことが認められた。これは北九州の赤色土の 1 つの特徴を示すものであると考えられる。

g. 赤色土の粘度風化ならびに堆積作用の地質的考察

北九州の赤色土層の分布を標高的に見れば，背振山塊の南側山脚部のものは，柱状図番号 20～28 に示したとおり，標高 35～80 m に存在する。水縄山塊の西側地域で，久留米層および更新世古期の地層上に重なっているものは，柱状図番号 18，19 に示したとおり，標高 30～50 m に分布していた。そして，水縄山塊を構成する古生代の変成岩上に重なっているものは，柱状図番号 13～17 に示したとおり，標高 130～310 m の凹地形のところに分布している。

三郡山塊地域では，上部古第三紀の地層上に重なっているものは，柱状図番号 3～12 に示したとおり，

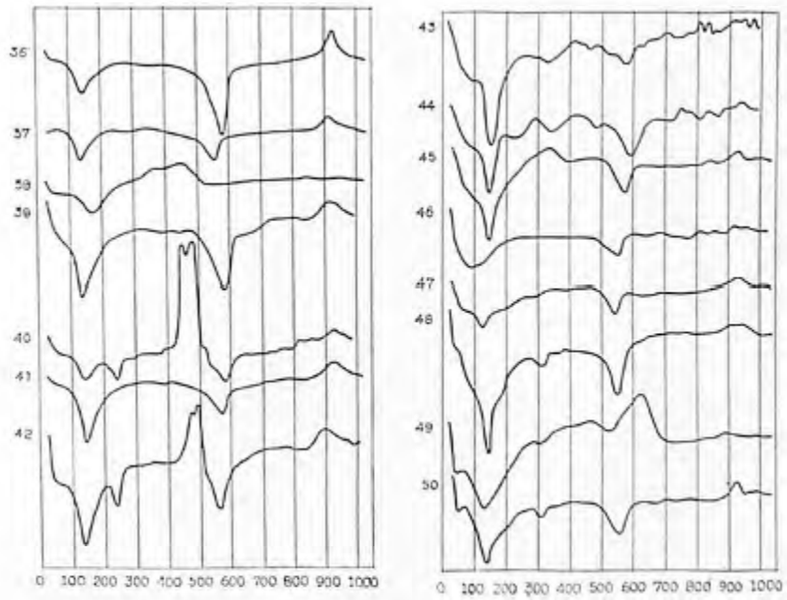


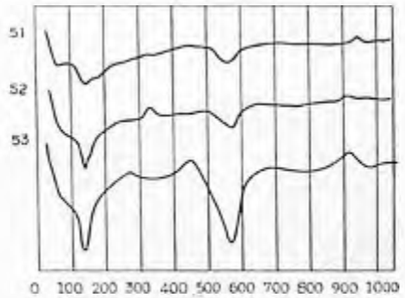
(1) 黄色頁岩，(2) 古第三紀層頁岩，名島；(3) A層，(4) B-C層，(5) 変成岩，(6) 風化岩，山ノ神；(7) 赤色粘土層，下久原；(8) 変成岩，(9) 風化した変成層，(10) 赤色岩層，上久原池；
(1) Yellow color shale (2) Shale Paleogene, Najima; (3) A horizon, (4) B-C horizon, (5) Metamorphic rocks, (6) Weathered metamorphic rocks, Yamanokami; (7) Red clay bed, Shimokubara; (8) Metamorphic rocks, (9) Weathered metamorphic rocks, (10) Reddish weathered rocks, Kamikubaraike;

(11) 赤色礫層，(12) 赤色礫，(13) 礫，(14) 礫，上久原池；(15) B層，(16) 変成岩層，高良山；(17) B_2層，(18) B-C層，(19) 黒色土壌A_1層，(20) 黒色土壌A_2層，高良台；
(11) Reddish conglomerate bed, (12) Reddish gravel, (13) Gravel, (14) Gravel, Kamikubaraike; (15) B horizon, (16) Metamorphic rocks, Korazan; (17) B_2 horizon, (18) B-C horizon, (19) A_1 horizon in black soils, (20) A_2 horizon in black soils, Koradai;

(21) 段丘堆積層，高良台；(22) B_1層，(23) B_2層，(24) C層，(25) 緑泥片岩，大間池；(26) B層，(27) C層，目ノ隈池；
(21) Terrace deposits, Koradai; (22) B_1 horizon, (23) B_2 horizon, (24) C horizon, (25) Chlorite schist, Omaike; (26) B horizon; (27) C horizon, Hinokumaike;

(28) 雲母片岩，目ノ隈池；(29) 花崗岩赤色部，(30) 花崗岩，川内；(31) 埋没赤色土，(32) 埋没黒色土，(33) 段丘堆積物，伊勢塚；(34) 黒色土壌，西牟田；(35) B_1層，香椎；
(28) Mica schist, Hinokumaike; (29) Reddish part of granite, (30) Granite, Kawauchi; (31) Buried red soils; (32) Buried black soils; (33) Terrace deposits, Isezuka; (34) Black soils, Nishimuta; (35) B_1 horizon, Kashii;





(36) B-C層，(37) C層，(38) 古第三紀層，香椎；(39) 特に赤い部分，(40)（39）の Mg リボン法除鉄，(41) 赤色層，(42)（41）の Mg リボン法除鉄，名島，(43) 紅色層，(44)（43）の Mg リボン法除鉄，名島，(45) B_1層，(46) B_2 層，(47) B_3-C層，(48) C 層，香椎-本村，(49) A層，(50) B層，旭村；(51) C層，旭村 (52) B層，(53) 赤色礫層，西牟田
(36) B-C horizon; (37) C horizon, (38) Paleogene, Kashii; (39) Red color bed in Paleogene; (40) Iron oxide removal by Jeffries' magnesium-ribbon-method of (39), (41) Reddish clay bed; (42) Iron oxide removal by Jeffries' magnesium-ribbon-method of (41), Najima; (43) Pink color bed, (44) Iron oxide removal by Jeffries' magnesium-ribbon-method of (43), Najima; (45) B_1 horizon; (46) B_2 horizon, (47) B_3-C horizon, (48) C horizon, Kashii-motomura; (49) A horizon, (50) B horizon, Asahimura; (51) C horizon, Asahimura; (52) B horizon, (53) Reddish conglomerate bed, Nishimuta.

第 52 図　北九州地区の赤色土層および下位層の示差熱分析
Fig. 52　Differential thermal curves of red soil in North Kyushu districts.

標高 25～65 m に分布しているが，三郡変成岩に重なっているものは柱状図番号 1，2 に示したとおり，標高 150～200 m に分布している。

水縄山塊および三郡山塊の古生代の変成岩には東西に走る多くの断層線が存在している。この断層は鳥山が述べているように，久留米層および更新世古期層の堆積後に行なわれた著しい地塊の隆起現象にともなって生じたものであると考えられる。したがって，北九州に分布する赤色土で標高的に低い位置に現われるものと，高い位置にあらわれるものとは生成的に一連の関連性をもったものであって，後者は古い地塊の隆起にともなって上昇したために，現在では高い標高のところに認められるものと考えられる。

粘土鉱物学的特徴は，北九州の赤色土は一般にカオリン鉱物を含んでいるが，高い標高のところにある

第 24 表　示差熱分析による試料中の含有粘土鉱物 (九州地方)

Table 24. Clay minerals present in samples identified by differential thermal analysis (Kyushu district).

所在 Location	柱状図番号 Prof. No.	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and under-lying rock layer	標高 Altitude (m)	加水ハロイサイト Hydrated halloysite	ハロイサイト Halloy-site	ギブサイト Gibb-site	カオリナイト Kaolinite	イライト Illite	アロフェン Allophane	モンモリロナイト Montmo-rillonite	バイデライト Beide-llite	滑石 Talc	雲母 Mica	含水酸化鉄鉱 Iron ores
山の神 Yamanokami	2	赤色土 Red soil A	150		×	×								
		赤色土 Red soil B—C		××	×	××								
		結晶片岩 Crystalline schist		×		×	×						××××	
		結晶片岩の風化石 Weathered schist		×××		×××								
上久原池 Kamikubara	3	結晶片岩 Crystalline schist	60		×	××	×××							
		結晶片岩の風化岩 Weathered schist			×	×	×××							
		赤色を呈する結晶片岩 Red colored crystalline schist					×××××							
		赤色砂礫層中の粘土 Clay in reddish sand-gravel member			×		×						××	
		赤色円礫 Red color gravel			××	××	×							
		普通の円礫 Gravel											××	
下久原 Shimokubara	4	レンズ状の赤色粘土 Red clay	55	×××		×		×						
大間池 Omaike	5	赤色土 Red soil B₁	45		×		××××							
		赤色土 Red soil B₂		×	××		×××							
		赤色土 Red soil C		×	××									
		結晶片岩 Crystalline schist		××			×××××							
香椎中学 Kashii-chugaku	9	赤色土 Red soil B₁	25		××××									
		赤色土 Red soil B—C			××××									
		赤色土 Red soil C			××									
		赤色層下部の古第三紀層 Paleogene formation									××			
香椎町本村 Kashiimachi	11	赤色土 Red soil B₁	30	×××										
		赤色土 Red soil B₂			××									
		赤色土 Red soil B₃—C			××	×								
		赤色土 Red soil C		×××		××								
名島 Najima	12	古第三紀層中の特に赤い層 Red color bed in paleogene formation	20	××××										
		赤色部 Red horizon		×××										
		紅色部 Pink horizon		×××××				×						
		黄色部 Yellow horizon		×	××									×× 褐鉄鉱 Lemo.
		灰白色部 White horizon		××	×			×						
下藤本 Shimofujimoto	15	赤色層 Red color bed	220										×	
		結晶片岩風化岩 Weathered Schist											×	
高良山 Korazan	17	B	170		××									
		変成岩 Metamorphic rocks											×××	
高良台 Koradai	18	赤色土 Red soil B₂	50											×× 針鉄鉱 Goeth.
		赤色土 Red soil B—C												
		黒色土壌 A₁ Black soil							××					
		黒色土壌 A₂ Black soil							××××	×				
		古期洪積層 Older Pleistocene form.		×××										
西牟田 Nishimuta	19	黒色土 Black soil	30	××					××					
		赤色土 Red soil		×××										
		赤色礫層中の粘土 Clay in reddish conglomerate		×××××										
旧旭村 Asahimura	22	赤色土 Red soil A—B	50	××	×	×								
		赤色土 Red soil B		×××	××	××								
		赤色土 Red soil C		××		×								
伊勢塚 Isezuka	23	埋没赤色土 Buried red soil	40	×	××	××								
		黒色土 Black soil							×××××	×				
		古期洪積層 Older Pleistocene form.		××	××	××								
日ノ隈池 Hinokumaike	24	赤色土 Red soil B	35		××	××								
		赤色土 Red soil C		××	××	×								
		結晶片岩 Crystalline schist		××	×	×								

鉱物の示差熱曲線　低い ——→ 高い
D. T. A curves of minerals.　low ——→ high
× ×× ××× ×××× ×××××

第25表 X線分析によって同定した粘土成分中の鉱物（九州地方）

Table 25. Minerals in clay fraction (<2 μ) of red soil and underlying rock identified by X-ray diffraction (Kyushu district).

地名 Location	地点番号 Plot No.	標高 Altitude (m)	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and underlying rock layer	n(Å)粘土鉱物 n(Å) clay minerals 14～15	12±	10	7	ギブサイト Gibbsite	赤鉄鉱 Hematite	針鉄鉱 Goethite	褐鉄鉱 Lemonite	石英 Quartz	長石 Feldspar
山ノ神 Yamanokami	38	150	赤色土 Red soil A		×	××	×××××		××				
			赤色土 Red soil B—C			×	×××	××	×			×	
			片岩 Schist		×		×××××						
			風化片岩 Weathered schist	××××			×××××						××× 曹長石 Albite
上久原池 Kamikubara	39	60	片岩 Schist	×××××			×××××					×	
			風化片岩 Weathered schist	×		×	×××××					××	
			赤色片岩 Reddish schist				×××××					××	
			赤色礫 Reddish gravel	××	××		×××××		××			××××	××× 正長石 Orthoclase
			赤色礫の中心部分 Central part of gravel			×	××		×			××××	××× 〃
下久原 Shimokubara	40	55	赤色粘土 Reddish clay		×	××	×××	×				×	
大間池 Omaike	41	45	赤色土 Red soil B			××××	×××××		×××		×	××	
			赤色土 Red soil B	×	×	××	×××××		××			×××	
			赤色土 Red soil C		×	××	××××		×××	×		××	
			片岩 Schist	×××××			×××××					××	
			風化片岩 Weathered schist	××	×××		××××					××	
香椎中学 Kashiichugaku	45	25	赤色土 Red soil B				×	×	××			×××	
			赤色土 Red soil B—C		××	×			××			××××	×
			赤色土 Red soil C		×	×	××		××		×	××	
			古第三紀層 Paleogene			×××	×××					××	×× 正長石，曹長石 Orthoclase, albite
香椎町本村 Kashiimachi	47	30	赤色土 Red soil B	×	×		××				×	××	× 〃
			赤色土 Red soil B		×	×	×××		×		×	××	×× 〃
			赤色土 Red soil B—C		×	××	××		××			××	× 〃
			赤色土 Red soil C		×	××	××		×		×	×××	××× 〃
名島 Najima	48	20	濃赤色層 Dense red color bed			××		×	××		×	×	× 〃
			赤色層 Reddish bed			×	×		××	××		×	
			紅色層 Pink color bed						××			×	
			黄色層 Yellow color bed				×	×			×××	×	
			白色層 White color bed			××						××	
下藤本 Shimofujimoto	51	220	赤色層 Red color bed	×		×××××	×××××		×				
			雲母片岩 Mica schist	××××		×××××	×××××					×××	×× 曹長石 Albite
高良山 Korazan	53	170	赤色土 Red soil B	××			××		×				
			雲母片岩 Mica schist	××××	××××	×	××××					×××	×× 曹長石 Albite
高良台 Koradai	54	50	B		××				××	×××		×××	× 正長石，曹長石 Orthoclase, albite
			B—C	××		××	××××		×			×××	
			黒色土壌 A black soils									×××	×× 中性-曹灰長石 Andesine, labradorite
			黒色土壌 A 〃									×××	×× 〃
			洪積層 Diluvium	×		××××	×					××	×× 曹長石-中性長石 Albite, andesine
西牟田 Nishimuta	55	30	黒色土 Black soils	××		××	××					×	×× 中性-曹灰長石 Andesine, oligoclase
			赤色土 Red soils		×		××		×			××	× 曹長石 Albite
			赤色礫層中の粘土 Clay in reddish conglo.				×××		×	×		××	× 〃
旧旭村 Asahimura	58	50	赤色土 Red soil A—B			××	××				×	××	××× 〃
			赤色土 Red soil B			××	××		×		×	××	× 〃
			赤色土 Red soil C		×	×××	××		××	×		×	××× 〃
伊勢塚 Isezuka	59	40	埋没黒色土 Buried black soils		××		×××××		×			××	× 正長石 Orthoclase
			黒色土壌 Black soils				×					××	×× 中性長石 Andesine
			洪積層 Diluvium	×		×	××××					××	×× 曹長石 Albite
日ノ隈池 Hinokumaike	60	35	赤色土 Red soil B	×			×××		×	×		××	× 〃
			赤色土 Red soil C	×	×	××	××××	×	××	×		××	×× 〃
			風化片岩 Weathered schist				××				×	×	×× 〃
			雲母片岩 Mica schist				××						× 〃

鉱物の示標回折線 低い ——→ 高い

X-ray diffraction curves of minerals. low ——→ high

× ×× ××× ×××× ×××××

第 26 表　九 州 の 赤 色 土 の 化 学 的 性 質
Table 26.　Chemical properties of red soil in Kyushu.

所在 Location	柱状図番号 Prof. No.	地点番号 Plot No.	標高 Altitude (m)	土壌の層位と下部の地層 Soil horizon and underlying rock layer	風乾細土の色 Color of dry soil	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	灼熱減量 Ignition loss	SiO_2/Al_2O_3	SiO_2/Fe_2O_3	$SiO_2/Al_2O_3/Fe_2O_3$	Fe_2O_3/Al_2O_3
名島 Najima	12	48	20	濃赤色層 Dense red color bed	10 R 4/8	26.4	28.3	25.4	1.57	13.2	1.58	2.77	1.01	0.57
				赤色層 Red color bed	10 R 5/6	38.6	35.5	7.34	0.47	13.3	1.84	14.0	1.82	0.13
				紅色層 Pink color bed	10 R 6/6	34.7	29.9	18.2	0.87	12.6	1.97	5.07	1.42	0.39
				黄色層 Yellow color bed	7.5 YR 5/8	34.5	27.9	18.8	1.21	12.9	2.10	4.88	1.47	0.43
				白色層 White color bed		61.3	23.0	3.16	1.37	8.22	4.52	51.6	4.15	0.09
山ノ神 Yamanokami	2	38	150	赤色土 Red soil A	2.5 YR 4/8	39.1	27.4	17.2	1.61	14.8	2.42	6.04	1.73	0.40
				赤色土 Red soil B—C		47.4	15.0	12.3	1.25	2.31	5.36	10.2	3.52	0.52
				風化岩 Weathered rock	7.5 YR 7/6	42.4	21.6	15.4	2.11	7.79	3.33	7.32	2.29	0.46
上久原池 Kamikubara	3	39	60	赤色片岩 Reddish schist	2.5 YR 4/8	30.3	27.9	26.7	0.25	11.1	1.84	3.02	1.14	0.61
				風化片岩 Weathered schist	7.5 YR 5/8	34.9	27.8	18.9	0.79	13.1	2.13	4.91	1.49	0.43
				片岩 Schist		34.4	33.0	11.2	0.86	14.6	1.77	8.17	1.45	0.22
高良山 Korazan	17	53	170	赤色土 Red soil A		39.7	31.1	11.4	1.07	12.5	2.16	9.26	1.75	0.23
				赤色土 Red soil B		59.4	20.4	7.66	0.84	6.95	4.94	20.6	3.98	0.24
				片岩 Schist		63.6	16.6	6.92	0.66	4.85	6.50	24.4	5.13	0.27
高良台 Koradai	18	54	50	赤色土 Red soil B_2	2.5 YR 6/6	35.5	32.5	15.3	0.93	16.0	1.85	6.17	1.28	0.30
				赤色土 Red soil B—C		24.3	29.8	13.3	1.35	29.0	1.38	4.86	1.08	0.29
大間池 Ōmaike	5	41	45	赤色土 Red soil B_1	2.5 YR 5/8	36.1	29.5	18.1	1.40	11.9	2.08	5.30	1.49	0.39
				赤色土 Red soil B_2	10 R 5/8	32.7	27.4	23.0	1.19	11.7	2.02	3.78	1.32	0.54
				片岩 Schist		38.3	36.4	7.52	0.52	13.6	1.78	13.5	1.58	0.13
日ノ隈池 Hinokumaike	24	60	35	赤色土 Red soil B	5 YR 4/6	31.8	31.6	19.7	1.23	14.1	1.71	4.29	1.22	0.40
				赤色層 Red color bed		49.1	24.5	11.0	0.80	7.43	3.40	11.9	2.64	0.29
				風化片岩 Weathered schist		53.4	20.8	10.3	1.08	5.53	4.35	13.8	3.31	0.32
香椎 Kashii	11	44	30	赤色土 Red soil B_1	7.5 YR 7/4	50.3	27.7	8.30	1.27	11.5	3.08	16.1	2.58	0.19
				赤色土 Red soil B_2	2.5 YR 6/8	44.5	31.4	10.3	0.98	12.2	2.40	11.5	1.99	0.21
				濃赤色層 Dense red color bed	10 R 4/6	44.9	25.3	11.3	1.36	10.8	3.01	10.6	2.32	0.28
				赤色土 Red soil C	7.5 YR 5/6	24.2	12.6	44.4	0.25	13.2	3.26	1.45	1.00	2.25

赤色土層および赤色土が重なっている変成岩は，特に多量のカオリナイトを含んでることである。このことは前述のとおり，かなりはげしい岩石風化が行なわれたことを物語るものと考えられる。

鉄成分が他の地域の赤色土よりも比較的多いということ，およびギブサイトが比較的少ないということは，以上のような地質学的変動にともなって生じた古地形的環境および赤色土母材が多くは雲母類結晶片岩に由来するものであったということに起因しているものと考えられる。

以上述べてきたように，北九州の赤色土層，赤色粘土層，赤色砂礫層および赤色を呈する円礫を混ずる巨礫層は，多くの場合，久留米層および更新世古期の地層上に重なり，この両層より地質時代の新しい地層の分布するところには，二次堆積と考えられる赤色土以外の分布が認められなかったこと，赤色土層および赤色土層と接する岩層中の粘土鉱物はカオリン鉱物を主体とし，それにイライトが混じていたこと，鉄・礬土成分に富むものであって，特に他の地方の赤色土層の粘土より化学成分的に鉄成分が多かったこと，などから考えて，本地域の赤色土は，赤色土層が重なっている久留米層の堆積後，更新世古期層および標高 50～70 m の高位段丘面（島山のA面）の形成当時において，鉄，マグネシウム成分に富む雲母類結晶片岩および有色鉱物を多量に含む花崗岩ならびにこれらの風化砕屑物のかなりはげしい風化が行なわれたことに起因しているものと考えられる。そしてその時生成された赤色土，赤色風化皮殻，風化砕屑物堆積層およびそれらの二次堆積赤色土が，現在まで残存しているものと考えられる。

Ⅷ　総　　括

本邦の赤色土の分布について筆者らならびに黒鳥の調査したものは第1図のとおりである。

本研究は北海道，新潟，富山，高山，岡崎，渥美半島および北九州の各地方の赤色土について，その分布状態および下位層との層位的関係を明らかにし，かつ赤色土の生成を赤色土とそれにともなう赤色の粘

土層および砂礫層の堆積の地史的，地質的解明と粘土風化の鉱物学的観点から究明したものである。

これら各地方の赤色土分布地域における標準的土壌断面のうち 36 箇所を選び，それぞれについて，土壌断面の各層および下位層から試料を採集した。

採集した試料の全部に対して，示差熱分析およびX線分析を行ない，さらに必要試料についての電子顕微鏡観察を加えて，それらの結果から粘土鉱物および鉱物の同定を行なった。また，各地域の赤色土のB層について，土壌母材の含有鉱物の組成を知るために，試料を篩別して 0.1～0.2mm の細粒を分離して，それに含まれる一次鉱物の種類を同定し，各鉱物の粒数百分比を求めて，土壌母材の岩質を明らかにした。また，代表的試料の化学分析結果を粘土鉱物の同定，赤色土の化学的性質の検討に役立てた。

上記の方法により地域別に検討した結果はつぎのとおりである。

(1)　北海道の赤色土

この地方の赤色土は，局部的ではあるが，小樽，士別，社名渕，常呂および陸別の各地に分布していた。また，地形的には海岸段丘状平坦面およびそれに接続する丘陵の緩斜面，内陸盆地の麓層面および高位河岸段丘に接続する丘陵の緩斜面に分布していた。しかし，低位河岸段丘および更新世新期の堆積層上にはその存在が認められなかった。

この地方における赤色土は，赤色粘土の堆積層，赤色砂礫層あるいは赤色風化皮殻層を基底とし，これら総べてを含めた全赤色層の厚さは 2 m を越すものが多かった。

赤色土の粘土鉱物は，カオリン鉱物を主とし，それにイライトを混ずるものである。

化学成分的には，鉄・礬土成分がかなり多く含まれ $SiO_2/Fe_2O_3+Al_2O_3$ が 1.96 である。

赤色土の分布状態，粘土風化，堆積様式および下位層との関連を地質鉱物学的観点から検討した結果，本地方のものは，更新世古期と推定される時期において生成された著るしく風化した古土壌であると考えられた。

(2)　新潟地方の赤色土

この地方の赤色土層および赤色砂礫層は，平野に接した丘陵および低山地の山脚部緩斜面に分布していた。

赤色土は，一般に赤色砂礫層を境にして，その上部の堆積層が一様に赤色を呈していて，その最上部が赤色土壌層であった。

この地方の赤色土は，カオリン鉱物とイライトを含有し，赤色砂礫層はこれらのほかにギブサイトを含有していた。

これらの赤色土層および赤色砂礫層は鮮新・更新世古期のものと見なされる地層上に重なっているほか，その地層がそれより古い岩層と接するところでは，第三紀層，古生層および花崗岩に重なっていた。そして更新世新期の堆積層上には再堆積物と認められるもののほかは赤色土は存在していなかった。

検討の結果この地方の赤色土は，更新世古期の地層の形成末期から更新世新期層の堆積開始までの間において生成され，はげしい風化を受けた古土壌であると思われた。

(3)　富山および高山地方の赤色土

この地方では赤色砂礫層は，三角州および扇状地あるいは潟湖に沈積した堆積層と考えられている呉羽山礫層上に重なって分布していた。

また，赤色粘土層は呉羽山礫層がそれより古い地層と接している地域では，古い地層上に分布していたが，更新世新期の地層と推定される堆積層の上には再堆積物と見られるもののほかは赤色土の存在が認められなかった。

この地方の赤色土は上記の赤色砂礫層および赤色粘土層の上に分布していた。また，呉羽山礫層上部層には赤色の円礫が含まれていた。それゆえに，赤色土層および赤色砂礫・粘土層は，更新世古期と考えられている呉羽山礫層と層位的にきわめて近密な関連性をもつものであると考えられた。

この赤色土層は，カオリン鉱物およびイライトを含有していた。

以上のことから，この地方の赤色土は前記2地方と同様はげしい風化をうけたもので，呉羽山礫層の堆積完了時期から更新世新期までの間に，呉羽山礫層およびそれより古い岩層から生成されるものと考えられた。

(4)　岡崎および渥美半島地方の赤色土

この地方の赤色土は，渥美半島地域では，渥美累層および古生層で構成される台地状丘陵および高位段丘の標高 40～90 m のところに分布し，岡崎および豊橋地域では，海岸平野に接続する丘陵および低山地山脚部緩斜面に分布していた。しかし，両地域ともに，更新世新期の地層および低位段丘のところには，赤色土の二次堆積層が点在するにすぎなかった。

赤色土層は，一般に赤色砂礫層上の赤色堆積層の上部に発達していた。赤色層の下位層としては，渥美累層および渥美累層と接する古生層および花崗岩が挙げられる。

この赤色土の粘土鉱物および土壌粘土の化学的組成は，新潟および富山地方の赤色土のそれとほとんど同じものであった。また，赤色砂礫層および下位の岩層には，ギブサイトが含まれていた。

地史的地質的検討の結果，この地方の赤色土は，渥美累層の堆積完了時期から更新世新期層の堆積開始時期の間に生成されたものであると考えられた。

(5)　北九州地方の赤色土

この地方の赤色土は，海岸平野と背振山地，三郡山地および水縄山地の山脚部とにはさまれた丘陵地および台地に分布していた。また，水縄山地では巨視的に見て，谷浸蝕の尖端部凹地形のところに点在していた。

この赤色土には後久留米層および更新世古期の地層上に重なるものと，変成岩および花崗岩上に重なって分布するものとがあった。

この地方の赤色土は，他の地域の赤色土と同様に，下部に赤色砂礫層または赤色円礫を混ずる巨礫層をともなうものと，岩石の赤色風化皮殻をともなうものとがあった。赤色土の再堆積層の見られることも他地方と同様であった。この再堆積層には黒色土壌または砂・粘土層と重層をするものがあった。

赤色土中の粘土鉱物は，カオリン鉱物を主とし，イライトを混ずるものであった。特に土壌層の下層位のものには，カオリナイトが多く含まれていた。これは下層位まで粘土風化がかなり進んでいることを示すものであると考えられる。また，鉄成分が他の地方の赤色土粘土より多く含まれている傾向が認められた。これは鉄・マグネシウムに富む雲母類結晶片岩および有色鉱物に富む花崗岩の風化砕屑物が，赤色土の母材を構成していて，それが反映しているものと考えられた。

北九州地方の赤色土生成時期は，更新世古期の地層の堆積の終末期から，その地層の分布地域が陸化した当初までの間と考えられた。したがってこの地方の赤色土の生成時期も，他の地方に分布する赤色土のそれとほとんどかわらないものと考えられる。

上記のごとく本邦の赤色土は，その分布が北海道から九州地方にわたっていて，地形的には，海岸につづく平野に接続する丘陵地，高位・中位段丘，低山地山脚部緩斜面，河岸段丘に接続する山地の緩斜面ならびに内陸盆地の周縁部にかぎられ，標高は各地方により多少異なるが，40～90 m のところに最も広く存在し，また，一定の標高位のところに残存していたことが一つの大きな分布上の特徴であった。

赤色土には赤色砂・粘土層，赤色砂礫層，赤色巨礫層および赤色風化皮殻層の上に重なっているものと，こうして生成された赤色土の再堆積層と認められるものとの2種類が区別された。

本邦の赤色土は，前記各地方のものを通じ，断面形態も，化学的性質も，含有粘土鉱物の種類も，さらに物理的性質も，現在成帯土壌として温暖多湿地に生成される赤色土ときわめて良く類似している。したがってもし本邦の赤色土が成帯土壌としての赤色土と同様に気候の影響によって生成されたものとするならば，その生成には更新世古期層の堆積の初期から更新世新期層の堆積の初期までの間の気候が大きな影響を与えたものと考えられる。しかし，古気候についてもさらには鮮新世—更新世の地史，地質についても，本邦では今後さらに研究の余地が多く残されている。

現在の知識をもって本研究結果をながめるとこの生成時期は，更新世の温暖期すなわち間氷期か亜間氷期であって，それはギュンツ・ミンデル間氷期からリス・ヴルム間氷期の間ということになるが，本邦の鮮新・更新世の地層の地質時代決定と古気候の時代決定が明らかになるまでは，ギュンツ・ミンデル間氷期の気候が赤色土生成に大きな影響を与えたものと推定したい。

文　　献

1）赤木　健：7万五千分の 1，豆田地質図幅，同説明書，地質調査所，(1933)
2）赤木　健：7万五千分の 1，山鹿地質図幅，同説明書，地質調査所，(1933)
3）赤木　健：7万五千分の 1，小城地質図幅，同説明書，地質調査所，(1934)
4）赤木　健：7万五千分の 1，大矣田地質図幅，同説明書，地質調査所，(1934)
5）DALRYMPLE, J. B. : Journal of soil science, 9, (Oxford), pp. 199～209, (1958)
6）江川友治・渡辺　裕・佐藤昭夫：本邦畑土壌の粘土鉱物に関する研究，農業技術研究所報告，B 5，(1955)
7）藤田和夫・中川衷三：地層名辞典，496 pp.，(1949)
8）福本正和・赤堀芳雄：悠久山地表調査報告，石油資源開発 K. K.，(1957)
9）福本正和・久代利男：十日町東方地表調査報告，石油資源開発 KK.，(1958)
10）福岡図幅，50万分の 1，地質調査所幅，(1951)
11）GRIM, R. E. : Clay Mineralogy, pp. 370～373, (1953)
12）原田竹治：ソ同盟の亜熱帯に分布する赤色土，農業技術研究所報告，10，pp. 414～417，457～459，(1955)
13）北海道地質図，20万分の 1，1～6，北海道立地下資源調査所編，(1954～1959)
14）今井学郎：渥美半島西部における汀線の昇降，地理学評論 1，527 pp.，(1925)
15）今村外治：地層名辞典，496 pp.，(1932)
16）猪木幸男・坦見俊弘：小樽西部地質図幅，5万分の 1，同説明書，北海道立地下資源調査所，(1954)
17）石井清彦：7万5千分の 1，豊橋図幅，同説明書，地質調査所，(1924)
18）石井清彦：7万5千分の 1，伊良湖岬地質図幅，同説明書，地質調査所，(1927)
19）石塚喜明・佐々木清一：北海道における土壌風化過程について，日本土壌肥料学雑誌 22，pp. 107～113，(1951)

20）JACKSON, L. M., Y. HSEUNG, R. B. COREY, E. J. EVANS and R. C. VANDEN HEUVEL : Weathering Sequence of Clay-size Minerals in Soils and Sediments, Soil Science Society of America, p. 6, (1952)
21）鴨下　寛：技術，5，4，pp. 25～34，(1946)
22）鴨下　寛：Soils in Japan with General Map of Soil Types in Japan，(1955)
23）鴨下　寛・山田　裕：土壌に及ぼす遊離鉄の影響，日本土壌肥料学雑誌 30，pp. 29～33，67～70，176～180，(1956)
24）加藤武夫：新編鉱床地質学，富山房，p. 483，pp. 488～489，(1941)
25）菅野一郎：日本の土壌型とNN係数・雨量係数との関係，日本土壌肥料学雑誌，20，pp. 21～22，(1949)
26）菅野一郎・松井　健・岡田久江：北九州福岡市外香椎の赤色土，日本土壌肥料学雑誌，21，pp. 93～98，(1950)
27）川村一水・船引真吾：農林土壌学，養賢堂，pp. 220～222 (1960)
28）北川芳男・松野　正・近藤祐弘・佐久間敏雄：オーツタ海沿岸地域に発達した古赤色土(風化殻)について　第1報　ペドロジスト，6，2，58 pp.，(1962)
29）北川芳男・近藤祐弘・松野　正・佐久間敏雄：北海道に発達した古赤色土（風化殻）について，北海道土木試験所月報，115，(1963)
30）気候表，新日本気候図表，I．中央気象台編，(1948)
31）黒鳥　忠・大政正隆：赤色土壌の研究，II．九州地方の赤色土とこれにともなう黒色土壌について，林野土壌調査報告　第 13 号，林業試験場，(1963)
32）小島道也：合成せる酸化第二鉄および加水酸化第二鉄の色について，日本土壌肥料学雑誌，30，pp. 29～33，67～70，176～180，(1959)
33）日下部正雄：雨量係数およびN-S係数より見たる気候的土壌，農学 2，pp. 432～435，(1948)
34）松井　建・加藤芳朗：日本の赤色土壌の生成時期・生成環境にかんする二，三の考察，第四紀研究 II．pp. 161～179，(1962)
35）松苗一正：新潟県上越地方の土壌型に関する研究，日本土壌肥料学雑誌 25，pp. 212～216，(1955)
36）MOHR, E. C.（越後周造訳）：熱帯土壌 1，209 pp.，(1944)
37）森　哲郎：北海道における重粘性土壌の研究，北海道農業試験場彙報，65，(1953)
38）森　哲郎：北海道における重粘性土壌の研究，北海道農業試験場彙報，71，(1956)
39）森　哲郎・増島　博：北海道における重粘性土壌の研究，北海道農業試験場彙報，72，(1957)
40）MUNSELL : Color chart の色票，農林省，農林水産技術会議事務局監修，標準土色帖，(1960)
41）新潟県地質図，20万分の 1，新潟県地質図作成委員会，新潟県，(1955)
42）新名礼之助ほか：本邦林野土壌粘土の主要無機成分分析データ集，未発表
43）西田彰一・津田未粒：北蒲原周辺地表調査報告書，石油資源開発 KK.（1956）
44）生沼　郁・小林和夫：地層の問題に関連する粘土鉱物の研究，(講要)，第3回粘土科学討論会，(1959)
45）大政正隆・宇佐美術・黒鳥忠：新潟県中北部に分布する赤色の森林土壌について，日本土壌肥料学雑誌，22，74 pp.，(1951)
46）大政正隆・黒鳥　忠・木立正嗣：赤色土壌の研究，I．林野土壌調査報告，8，農林省林業試験場，pp. 1～23，(1957)
47）小笠山礫層—小笠山礫岩，地層名辞典，日本地質学会，地層名辞典刊行委員会編，809 pp.，(1959)
48）小国階，地層名辞典，日本地質学会，地層名辞典刊行委員会編，pp. 822～823，(1952)
49）大塚弥之助：地質構造とその研究，明文堂，p. 56，83，(1952)
50）POLYNOV, B. B. : The Cycle of weathering, trraus. A. Muir. London, (1937)

51) 坂本峻雄：ボーキサイト及礬土頁岩鉱床—粘土類風化並堆積作用の地史的考察，地質学雑誌，56，60 pp.，(1950)
52) 坂本　亨・野沢　保：5万分の1，八尾地質図幅，同説明書，地質調査所，(1960)
53) 佐々木清一・石塚喜明：北海道における土壌風化過程について，日本土壌肥料学雑誌，23，pp. 17～22，(1952)
54) 佐々木清一・石塚喜明：北海道における土壌風化過程について，日本土壌肥料学雑誌，23，pp. 293～296，(1953)
55) 佐々木清一・石塚喜明：北海道における土壌風化過程について，日本土壌肥料学雑誌，25，pp. 129～136，(1954)
56) 佐々木清一：北海道における土壌の無機膠質物に関する研究，日本の土壌粘土鉱物に関する研究，文部省綜合研究集録，pp. 129～138，(1957)
57) 関　豊太郎：Bodenkarte Grossjans, Ernährung der Pflanzen, p. 34：204，(1938)
58) 鹿間時夫：本邦第四紀の編年について，地質学雑誌，56，401 pp.，(1650)
59) 鹿間時夫：鮮新世，最新世の境界問題，地質学雑誌，63，pp. 145～148，(1957)
60) STEPHENS, C. G：Journal of soil science 1, Oxford, pp. 140～141，(1950)
61) 杉本良也：5万分の1，鉄函地質図幅，同説明書，北海道開発庁，(1953)
62) 杉本良也：5万分の1，小樽東部地質図幅，同説明書，北海道立地下資源調査所，(1957)
63) 須藤俊男：粘土鉱物，岩波書店，pp. 186～188，(1953)
64) 多田文男：黄土の分布と成因に関する諸説，地学雑誌，53，pp. 107～129，(1941)
65) 高橋正吾：信濃川の流路と更新世堆積盆地，第四紀研究 I，pp. 125～129，(1958)
66) THORP, J.：支那土壌地理学（邦訳），岩波書店，pp. 103～112，p. 227，(1936)
67) 竹内嘉助：鴻ノ舞地質図幅，同説明書，北海道工試地調報，6，(1942)
68) 島山武雄：筑紫平野及其の四辺の地質に関する造構史的考察，地球，18，p. 323，417，(1932)
69) 島山武雄：北九州における近生代地殻変動について，地球，19，337 pp.，(1933)
70) 富山県地質図，同説明書，20万分の1，富山県，中部日本鉱業研究所編，(1957)
71) 土　隆一：渥美半島周辺の第四紀の地史学的問題，第四紀研究，1. pp. 193～211，(1960)
72) 土屋竜雄・倉林三郎：関東ロームの断面の粘土鉱物学的性質の変化の追跡（講要），第3回粘土科学討論会，(1959)
73) 辻村太郎：天竜川流域の地形，地学雑誌，31，p. 399，460，546，(1919)
74) 渡辺景隆・新井重三・林　唯一：秩父盆地第三紀層の地質学的研究，秩父自然科学博物館研究報告，1. pp. 29～92，(1950)
75) WILDE, S. A.：Forest soils and forest growth. p. 157，(1946)
76) 矢部長克：第三紀及其直後における九州地史の大要，地理学評論，2，(1926)

Geological and Mineralogical Study on the Formation of Red Soils in Japan.*
(Studies of Red Soils in Japan III)

Masashi KIDACHI** and Masataka OHMASA***

(Résumé)

The present paper records the study of the distribution of red soils in every district of Japan and the mode of formation of those soils. In most cases, there exist just under those soils beds of sand and gravel of a red color and in some cases, there apear redly weathered crusts of ground rocks instead of these beds of sand and gravel. In this paper the study of the formation of these redly colored beds and crusts is also dealt with.

The distribution of red soils which was studied by the writers and KUROTORI is shown in Fig. 1. As is illustrated by Fig. 1 red soils are distributed throughout the whole area of Japan. The fact seems to conflict with the general idea of the soil scientists of this country that this type of soil was formed under the influence of present-day climatic conditions, which had been prevailing at least until 1957 when the first report of the writers and KUROTORI was published.[1]

SEKI[2] reported in one of the classic papers dealing with the distribution of the main types of the soil of Japan that soils were grouped in three i.e. podzoic soils, brown soils, and red soils. Even in the well-known report of KAMOSHITA[3] published in English in 1958, red soils were also classified as zonal soils distributed in the southern part of this country. In connection with the distribution of zonal soils, studies[4] were made to divide the whole area of Japan into three regions where zonal soil types prevailed, and the rain factor and the NS-quotient were used as a basis for their classification of climates. Naturally the authors of these papers did not mention the red soil developed in the northern part of Japan.

The study on the red soil distributed in Niigata prefecture (cf. Fig. 1) situated on the northern side of the middle part of Honshū (the biggest island of Japan's four main islands) facing the Japan Sea is the first revelation of the true aspect of the formation of red soils in Japan.[5] Since then further efforts have been made by the writers and KUROTORI to find

* This Paper is based on a thesis written by KIDACHI which was approved in 1961 by the Tokyo University of Education for the doctorate degree.

** Chief Lab. Geology, Div. Soils, Gov. Forest Ex. St., Dr. Sci.
*** Research Counselor, Gov. Forest Ex. St., Ex-Prof. Univ. of Tokyo, Dr. Agr.

[1] OHMASA, M., KUROTORI, T. and KIDACHI, M.: Red soils of Niigata Prefecture (Studies of red soils in Japan I). Forest Soils of Japan (Rep. Gov. Forest Ex. St.), 8, (1957) p. 1.

[2] SEKI, T.: Bodenkarte Grossjapans. Ernähr. der Pflanz., (1938) p. 34.

[3] KAMOSHITA, Y.: Soils in Japan. Miscell. publ. B. No. 5 (1958), National Inst. of Agr. Sci. Tokyo.

[4] KUSAKABE, M.: Zonal soils of Japan studied from the viewpoint of climatic classification based upon rain factor and NS quotient. Nogaku (Jour. Agri. Japan), 2, (1948) p. 432.
KANNO, I.: Correlation between soil types of Japan and NS quotients and rain factors. Jour. Sci. Soil and Manure, Japan, 20, (1949) p. 21.

[5] A brief reference of the relic nature of the red soil of Japan was made by WILDE in his books published in 1946 and 1957, but the detailed description of the study was not available in spite of the writers' efforts to obtain them. cf. WILDE, S. A.: Forest soils and plant growth (1946). : Forest Soil (1957).

out the mode of formation of all red soils in Japan, and recently a report was made[6] on the study of red soils developed in Kyūshū (south extreme island of Iapan's four main islands) and in some other regions. As the results of those further studies, red soils which occurred in all the investigated regions were found to be formed in the geologic age.

As for the places where red soils occur, another prominent characteristic was observed, that is, the places of the occurrence are restricted to certain altitudes in a certain region. For example in Hokkaido (the northern extreme island of Japan's four main islands, cf. Fig. 1) at 60~200 m and 300 m; in the Tohoku district (the north-eastern part of Honshū island, cf. Fig. 1) at 150 m, 200~250 m, 450 m and 500~600 m; in the region including Niigata and Toyama prefectures (northern side of the middle part of Honshū island facing the Japan Sea, cf. Fig. 1) below 150 m; in Takayama basin of Gifu prefecture (central high mountain region of Honshū island, cf. Fig. 1) at 960 m; in Tōkai district (the southern side of the middle part of Honshū island facing the Pacific Ocean, cf. Fig. 1) at 120 m, 200~300 m and 500~600 m; in Chugoku district (the south-western part of Honshū island cf. Fig. 1) at 150 m, 350 m and 600 m; in the northern part of Kyūshū district (cf. Fig. 1) below 100 m and at 200~250 m; in Shikoku district (the smallest island of Japan's four main islands situated close to Kyūshū, cf. Fig. 1) at 150 m. Moreover, red soils of Japan are not developed uniformly in a certain region but are distributed like dots sharply differentiated from the surrounding soils.

Considering the distinctive features mentioned above concerning the distribution of our red soils, the writers came to the conclusion that there exists no close correlation between the formation of red soils and the present-day climate of each region. The main object of this study is, therefore, to ascertain our conception that the red soil of this country is not the soil formed under the influence of the present-day climate, and efforts were made by the writers to find out the true aspect of the mode of formation of this soil in each region.

The following regions were adopted as the fields of study, i. e. I Hokkaidō, II Niigata region, III the regions of Toyama and Takayama, IV Tōkai district, and V the northern part of Kyūshū.

The distribution and the stratification of red soils as well as the underlying beds of a red color were studied precisely in each region. In all, 36 profiles were chosen among the typical profiles developed in these regions, and samples for both mineralogical and chemical analyses were taken from each horizon of the soil profile and its underlying bed of rock products. The differential thermal analysis and the X-ray analysis (powder method) were adopted to all of the samples, while the microscopic observation, the electron microscopic examination, and the chemical analysis were carried out on some of the samples when needed. The methods adopted in this study are as follows:

(1) Microscopic observation

Microscopic observation of fresh rocks was undertaken by the ordinary method using thin sections.

In the case of the observation of soils and weathered crusts of rocks, 2 cm^3 size of soil blocks or 1 cm^3 size cut portion of weathered rocks were used for making thin sections. Each block of soil or each cut portion of the weathered rock was dried carefully at 40°C and then put into the glass tube. An adequate amount of methyl-

[6] KUROTORI, T. and OHMASA, M.: Red soils and their accompanying black soils in Kyūshū (Studies of red soils in Japan II)., Forest Soils (Rep. Gov. Forest Ex. St.), 13, (1963).

methacrylate to cover the sample was poured into the tube and a number of tubes prepared in that manner were placed in a desiccator and vacuumed at times to let the solution penetrate the sample completely. After keeping the tubes at 40~45°C for 40~45 hours in a thermostat, the methylmethacrylate was polymerised by decreasing the temperature by 10°C. Samples of soil and rocks thus prepared were cut into thin sections and used for microscopic examination.

Sometimes 0.1~0.2 mm fraction of the B-horizon of the profile was seaved, treated by hydrosulfide and was used as a sample of optical observation.

Microscopic observation of primary minerals contributed not only to the identification of the soil forming rock but also the estimation of the degree of rock weathering.

(2) Differential thermal analysis.

Fractions below 2 μ of the samples were used to get D. T. A. curves.

(3) X-ray analysis (powder method).

In the case of the soils $<2\,\mu$ fraction was used for the analysis. In the case of the weathered products of rocks the fraction which passed through a 325 mesh sieve was crushed into particles $<5\,\mu$ in diameter and used for the study.

The X-ray powder data for the samples of both soil and rock were obtained using Fe-Kα radiation and Cu-Kα radiation respectively.

(4) Chemical analysis.

$<2\,\mu$ fractions were used for the determination of the total amount of SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 and TiO_2.

It can be supposed that the different colors of reddish soils are correlated to the kinds of minerals of hydrated iron oxides present in these soils. In compliance with this supposition, the iron oxide minerals in the soils of different colors were identified by the X-ray powder method, and the colors of soils were compared with the kinds of minerals contained in those soils.

As the result of this study, it became clear that the soil whose color corresponds to 10 R or 2.5 YR of the Munsell's color chart contained mainly Hematite and Goethite and a few Lepidocrocite, the soil of 5 YR in color mainly Lepidocrocite and Goethite being accompanied by Hematite, and the soil of 7.5 YR~10 YR in color mainly Lemonite accompanied by Goethite, Lepidocrocite and a very few Hematite. Some results are given in Table 7.

This fact enables us to presume the kinds of iron minerals present in the soil only by observing the soil color, and as the color of the red soil of this country in general corresponds to 10 R or 2.5 YR of the Munsell's color chart, rather stable kinds of iron minerals are conceived to be contained in the soil. To examine the stability of iron minerals present in the red soil of Japan, red soils of different regions were heated at 400°C and 800°C respectively for 5 hours, and as a result the stable nature of the minerals cotained in the red soil was ascertained.

Some details of this study are given in the following chapters.

I Red soils in Hokkaidō[7]

As was stated above, Hokkaidō is the northern extreme island of Japan's four main islands lying between 41°30′ and 45°30′ north latitude (cf. Fig. 1) and the present-day climatic conditions of this region are not always adequate to the formation of red soils.

As the result of a broad soil survey in Hokkaidō, red soils whose profile features were similar in every respect to those of red soils found in the southern part of Japan were detected in several localities. The distribution area of red soils in these localities is given in Table 4. Fig. 2, Fig. 3 and Fig. 4 show the distribution of red soils in these localities together with the distribution of rocks.

The mode of occurrence of red soils found in these localities is peculiar and indicates a certain characteristic; i.e. they develop both on the flat plains of coastal terraces and on the gentle slopes of adjoining hillocks or on the colluvial slopes of marginal hills of basins or on the gentle slopes of hillocks adjoining highest river terraces. They develop neither on the plains of lowest terraces nor on the surface of young Pleistocene deposits, but develop on Neogene or Paleogene sedimentary rocks or on the colluvial deposits of basalt.

Another characteristic of the mode of occurrence is that the soil develops on a bed of clay sediments of a red color or on a bed of redly weathered sand and gravel, or on a redly weathered crust of the underlying rock. In many cases the whole thickness of all redly colored horizons including those of the red soil is more than 2 m.

The results of the microscopic examination of red soils described above are as follows (cf. Phot. 2—6).

i) Red soils found at Otaru locality (cf. Fig. 5) contain rounded quartz grain and strongly weathered hornblende and plagioclase, the outer portion of which had changed into dark brown substance. This fact indicates that the red soil of this locality was formed from the sediments of weathered detritus.

ii) In the thin sections made from the rock fragments buried at the depth of ca. 1 m of the red soil of Shanabuchi locality, strongly weathered plagioclases were detected. Other minerals in these rock fragments could not be observed but substances of a fresh red-brown color and a very few crystals of plagioclase were detected. In the thin sections made from the red soil of the same locality no minerals, but only some striped patterns could be observed.

Considering these facts and the results of the field investigation the red soil of this locality, its thickness being more than 6 m, is thought to be derived from the crept deposits or the secondary sediments of the strongly weathered products of basalt.

iii) Fragments of albite-trachyte and greywacke or calcite veins, all of which were surrounded by substances of a light red color, were observed in the thin sections made from the red soil occurring in the locality of Rikubetsu. The aspects of these thin sections indicate that the red soil of this locality was made in two ways, i.e. one was made in site

[7] KITAGAWA et al. reported that the red soil of Hokkaidō was the relict soils presumably formed during Riss/Würm interglacial age.
cf. KITAGAWA, Y., MATSUNO, T., KONDO, Y. and SAKUMA, T.: Relict red soils (weathering crust) in the coastal region of the Okhotsk Sea. 1. Modes of occurrence and profile characteristics. Pedologist, 6, (1962) p. 58
KITAGAWA, Y., MATSUNO, T., KONDO, Y. and SAKUMA, T.: On the relict red soils (weathering crust) in Hokkaidō. 1. Modes of occurrence and profile characteristics. Jour. Civil Engin. Ex. Sta. (Land Rec. Bureau), 115, (1963), p. 1.

from the strongly weathered products of sedimentary rocks which were metamorphosed by the action of the hydrothermal solution coming out of the intruded igneous rocks, and the other was derived from the secondary deposits which were transported from the original place where the red soil was formed.

As is shown in Fig. 1 and Table 5, 6, clay minerals of red soils distributed in the localities above mentioned consist mainly of kaoline minerals which are often accompanied by illites.

Geological, mineralogical as well as pedological study of the distribution and the mode of stratification point to the fact that red soils of these localities were formed in the old Pleistocene period at a certain place.

II Red soils in Niigata region

The study of red soils in Niigata region (cf. Fig. 1) has already been reported in detail[8]. The distribution and the profile feature of the red soil are given in the following figures.

Name of locality	Distribution of red soils	Soil profile
Shibata	Fig. 11	Fig. 14, Fig. 15
Muramatsu	Fig. 16	Fig. 18, Fig. 19
Nagaoka	Fig. 20	Fig. 22, Fig. 23 Fig. 24, Fig. 25
Tōkamachi	Fig. 26	Fig. 27
Takata		Fig. 28

The distribution of the red soil traced on the map of summit-plain is shown in Fig. 29.

As was reported in the previous paper, red soils and their underlying beds of redly colored sand and gravel are distributed on the hillocks immediately adjoining the plains and on the gentle slopes at the foot of hills (cf. Fig. 12, Fig. 17 and Fig. 21).

In general the sediment which lies on the bed of redly colored sand and gravel is thoroughly colored red, the uppermost part of it developing as the red soil.

Table 10, Table 11 and Table 12 show the kind of clay minerals present in the red soils of this region and their underlying beds. From these tables one may recognize that kaoline minerals and illites exist in many of the horizons of these soils and also not only these clay minerals but gibbsite exists in the beds of redly colored sand and gravel.

Most of the red soils of this region and their underlying beds of redly colored sand and gravel lie on the strata developed during the period of Plio-Pleistcene[9] and some of them lie on the Palaeozoic formation or on the granite. No red soils other than secondary deposits are recognized on the formation of young Pleistocene.

Those facts stated above led the writers to the conclusion that the soil of this region was derived from the products of drastic weathering of rocks during the period of the end stage of the formation of old Pleistocene strata.

[8] OHMASA, M., KUROTORI, T. and KIDACHI, M. op. cit.

[9] Geological study of this area has not been intensive, consequently the exact age of the development of these sediments still remains uncertain.

III Red soils in the regions of Toyama and Takayama

The red soil of these regions lie either on a bed of redly colored sand and gravel or on a bed of red clay. The former bed is the layer underlain by Kurehayama conglomerate strata (formed in the period of Pliocene-old Pleistocene) which are thought to be the sediments deposited on the delta or the fan or the lagoon, while the latter bed is the layer developed on the Pre-Diluvium strata adjoining Kurehayama conglomerate strata. No red soils except the secondary deposits are found in the area where the deposits younger than old Pleistocene occur.

Fig. 33 shows the distribution map of red soils as well as geologic strata in the region of Toyama, and Fig. 34 and Fig. 35 show the relative position of the bed of redly colored sand and gravel and the bed of red clay. The distribution area of red soils and strata of old Pleistocene in Toyama and Takayama regions traced on the map of summit-plain is shown in Fig. 36.

The field investigation proved the existence of redly colored gravels in the upper layer of Kurehayama conglomerate strata, and this fact indicates the relationship between these strata and the bed of redly colored sand and gravel.

Table 15, Tabl 16 and Fig. 37 show the kinds of clay minerals of the red soil of this region and illustrate that kaoline minerals and illites exist in the soil just as in the case of other red soils found in other regions.

As the result of the studies mentioned above, the writers came to the conclusion that the red soils of these regions were derived from the strongly weathered products of Kurehayama conglomerate strata or of the older strata during the period between the final stage of the completion of forming Kurehayama conglomerate strata and the initial stage of forming young Pleistocene strata (cf. Fig. 34, Fig. 35 and Table 17).

IV Red soils in Tōkai district

Intensive survey of red soils in this region was carried out by KUROTORI and the writers, and some results were cited in the report published previously[10].

Red soils of this district are distributed extensively in the areas surrounding Ise-Bay (cf. Fig. 1) and typical mode of occurrence can be seen both in Atsumi Peninsula and the locality of Okazaki-city. In Atsumi Peninsula red soils develop on plateau-like hills or on upper terraces of 40~90 m hight. In the localities where Okazaki-city and Toyohashi-city situate they occur on the hillocks immediately adjoining the plains or on the gentle slopes at the foot of hills. On the stratum of young Pleistocene and on the lowest terrace, only the sediments of transported red soils can be observed as being scattered like dots.

The distribution of red soils and rocks in these localities are shown in Fig. 38 and Fig. 39, Fig. 39 indicates the distribution area of red soils traced on the map of the summit-plain (cf. Fig. 45).

The red soil of these localities is developed on the redly colored deposit underlain by the bed of redly colored sand and gravel which lies on Atsumi formation or on both Paleozoic stratum and granite adjoining the formation.

From the facts mentioned above a conclusion can be drawn that the red soils of these localities were formed during the period between the final stage of the completion of sedimentation of Atsumi formation and the initial stage of the formation of young Pleistocene strata (cf. Table 22).

[10] KUROTORI, T. and OHMASA, M. op. cit.

The kinds of clay minerals present in the soil profile as well as the chemical properties of these red soils are very similar to those of red soils found in Niigata and Toyama regions (cf. Table 19, Table 20, Table 21 and Fig. 44).

Gibbsites exist in the bed of redly colored sand and gravel and also in the weathered crust of the underlying rock.

V Red soils in North Kyūshū[11]

Some details of the study of red soils present in this region was reported in the preceding paper[12], so that mainly the results of additional studies are written in this communication.

Red soils of this region are distributed on Seburi mountains and their neighboring plains and on the gentle slopes at the foot of Sangun and Minō mountains as well as hillocks and tablelands adjacent to them. From the broad viewpoint it can be said that the red soils found in the region of Minō mountains occur dot-like on the concarvities developed at the tips of some valleys. Fig. 46 shows the distribution area of red soils of this region traced on the map of the summit-plain.

The soils under discussion lie on the abration surfaces made by the transgression in the period of Gokurume crustal movement or on the surfaces of the formation developed in old Pleistocene. They occur also on metamorphic rocks and granites.

Just like other red soils distributed in other regions, the red soil of this region is often accompanied, below it, by the bed of redly colored sand and gravel or the shingle bed containing gravels of a red color or the redly weathered crust of underlying rock. Sometimes it deposits secondarily on the surface or between the horizons of other soils after being transported from the place of development. Such type of red soils can also be detected in between layers of sand and clay of other colors.

Fig. 47~51 illustrate the mode of occurrence of the red soil of this region which is exactly similar to that of the soils distributed in other regions.

Clay minerals found in the red soil of this region are mainly kaoline minerals which frequently accompany illites. Especially in the lower horizons of the soil kaolinite predominates, indicating the advanced weathering of clay.

Comparing the chemical composition of clay ractions of red soils occurred in different regions one may detect that the very soil developed in North Kyūshū is rich in Fe. This phenomenon may be caused by the fact the soil of this region was formed out of parent materials derived from the detritus of micashists or granites both rich in Fe and Mg (cf. Tables 23~26 and Fig. 52).

The results of studies hitherto stated may reveal the fact that the red soil of North Kyūshū

[11] Recently MATSUI made a soil survey in the Chikugo Plain, North Kyūshū to ascertain that the red soil of this region is a relict one, the fact being suggested by KUROTORI and KIDACHI and agreed with our opinion except as to the age of formation of this type of soil. As for the age of formation he presumed Riss/Würm interglacial age.
cf. MATSUI, T.: A preliminary report on mode of occurrences and palaeopedology of red soil around Chikugo Plain.
……Palaeopedological studies on the pedogenesis of red soils in South-West Japan. 1 Miscel. Rep. Res. Inst. Nat. Res. 60, (1963) p. 1

[12] KUROTORI, T. and OHMASA, M. op. cit.

was formed during the period between the final stage of sedimentation of the strata of old Pleistocene and the initial stage of uplift of these strata.

Summary of the results of studies carried out on red soils distributed in the regions stated above.

In Japan's four main islands, from the northern to the southern extreme island, the topographic features of the occurrence of red soils are alike, i. e. they occur i) on the hillocks immediately adjoining the planes extending to the sea, ii) on the high and middle level terraces, iii) on the gentle slopes of hills adjacent to river terraces, and iv) on periphery areas of inland basins.

The place of occurrence of the red soil traced on the maps of summit-plain indicate the fact that this kind of soil developed close to the sea or the lagoon or the lake. The fact suggests to us that a drastic decomposition of rocks occurring both in and out of the water is a necessary condition to form the red soil.

It is also worthy of note that the place of occurrence of these soils is confined to certain altitudes in a certain region as was previously mentioned, the most extending occurrence being observed at an altitude of 40~90 m.

The red soil in every region lies on a bed of clay and sand or a bed of sand and gravel or a shingle bed, and all of these bed-forming materials are red colored. It sometimes develops on the redly weathered crust of rock. Naturally the secondary deposit of the transported red soil can be detected.

Morphological features of the profile as well as the kind of clay minerals present in the profile and in addition the chemical and physical properties of this kind of soil are exactly similar to those of the zonal red soil. The fact that red colored gravels exist in the upper layer of Kurehayama conglomerate strata and the underlying gravel beds in some places consist of gravels both of a red and of an original rock color suggests that the weathering took place on land at least for a certain length of time. If the soil under discussion was formed by the influence of climatic conditions just as the red soil of to-day, such soil would be formed under the influence of the warm climate during the period between the final stage of the completion of sedimentation of old Pleistocene strata and the initial stage of sedimentation of young Pleistocene strata.

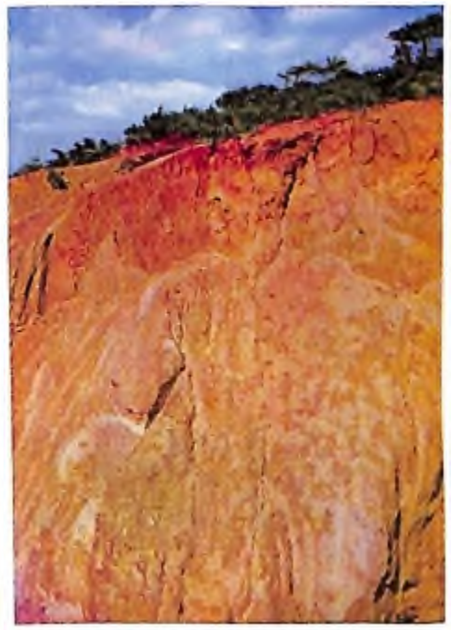
However, as the comparative study of formation of the strata in question has not been intensive, and the age of formation of some of the strata belonging to Pliocene or Pleistocene still remains disputable in this country, the exact age of the formation of the red soil of Japan cannot be determined.

So far as this study is concerned, of the two warm periods of Diluvium i. e. Günz/Mindel and Riss/Würm interglacial ages, the former age is to be conceived as the more probable period of red soil formation.

Phot. 1　士別市付近の赤色土　地点番号 4
Profile of red soil near Shibetsu city, Hokkaido.
Location No. 4

Phot. 19　呉羽山赤色砂礫層
地点番号 20
Kurehayama red sand and gravel bed near Toyama city.
Location No. 20

Phot. 23　岡崎百々の赤色土断面
地点番号 29
Profile of red soil near Okazaki city.
Plot No. 29



Phot. 24　岡崎百々の花崗岩の赤色風化
Red weathering granite at Dōdō near Okazaki city. Tōkai district.

Phot. 26 岡崎の赤色砂礫層
Red sand and gravel bed at Okazaki,
(Tokai district).

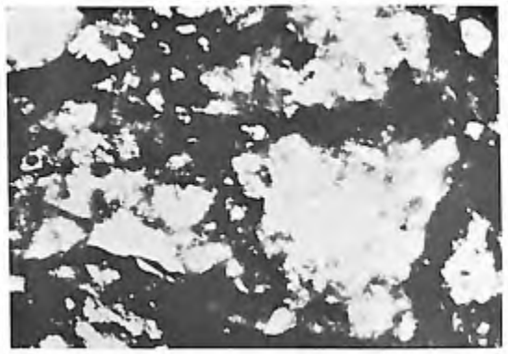
Phot. 27 渥美半島芦ヶ池の赤色土の断面
Profile of red soil of Ashigaike
(Atsumi peninsula).
Plot No. 31

Phot. 29 大石の赤色砂層の断面 地点番号 32 付近
Profile of red sandstone bed near Plot No. 32
at Ōishi (Atsumi peninsula).

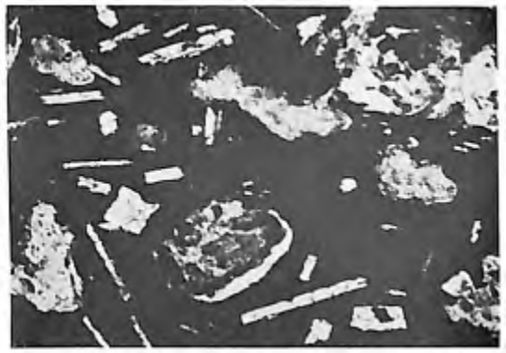
Phot. 33 天伯原の赤色砂礫層
Profile of red sand and gravel bed of
Tenpakubara (Aichi prefecture).

Phot. 2 小樽の赤色土の顕微鏡写真
Microscopic photograph of red
soil of Otaru.

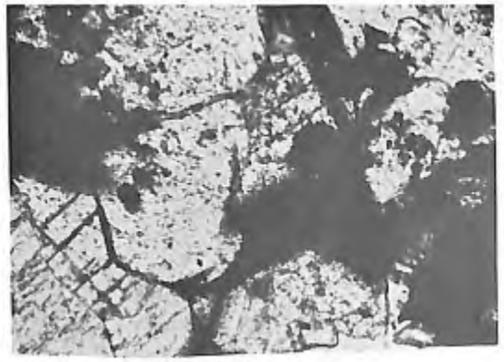
Phot. 3 小樽の赤色土の顕微鏡写真
Microscopic photograph of red
soil of Otaru.



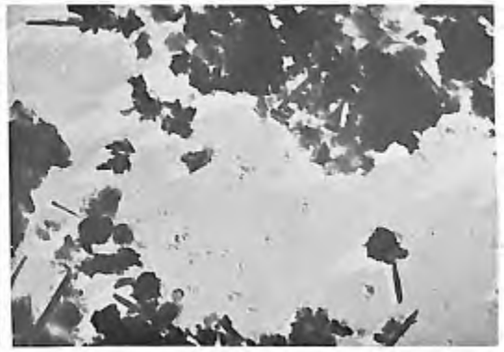
Phot. 4 社名渕の赤色土の顕微鏡写真
Microscopic photograph of red
soil of Shanabuchi.



Phot. 5 社名渕の玄武岩の顕微鏡写真
Microscopic photograph of bosalt
of Shanabuchi.

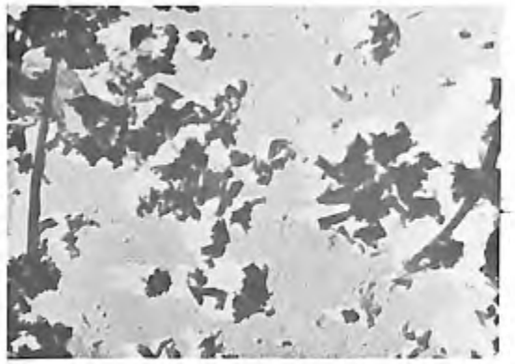


Phot. 6 陸別の赤色土の顕微鏡写真
Microscopic photogragh of red
soil of Rikubitsu

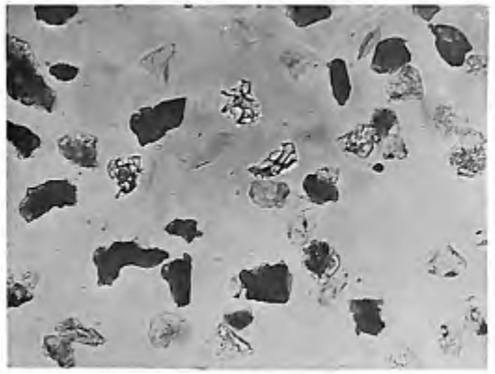


Phot 7 北海道の赤色土の電子顕微鏡写真
Electron micrograph of red soils in Hokkaido
小樽 Otaru ×12,000

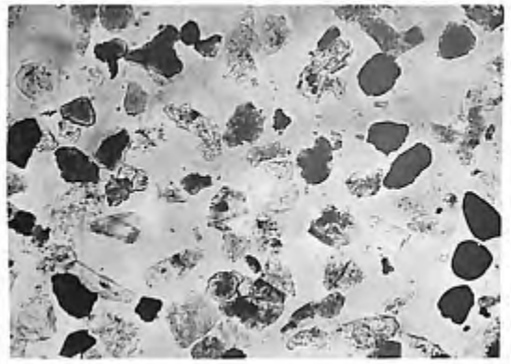
Phot. 8 社名渕 Shanabuchi ×12,000



Phot. 9 陸 別 Rikubitsu ×12,000

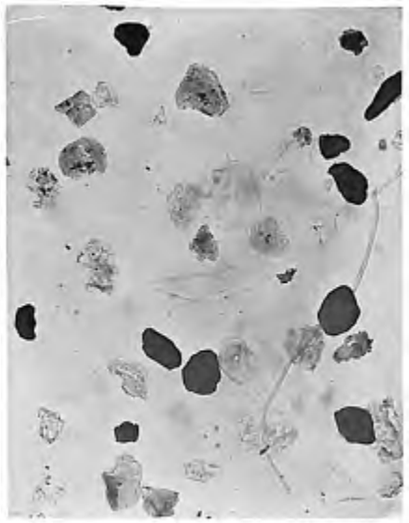


Phot. 10 菅 谷 Sugatani



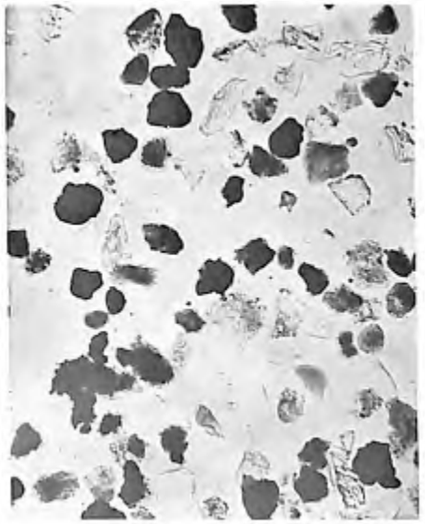
Phot. 11 五十公野 Ijimino

赤色土B層の細粒の顕微鏡写真 Microscopic photograph of the fine sand fractions (0.2～0.1 mm) of B horizons of red soils (Niigata prefecture)

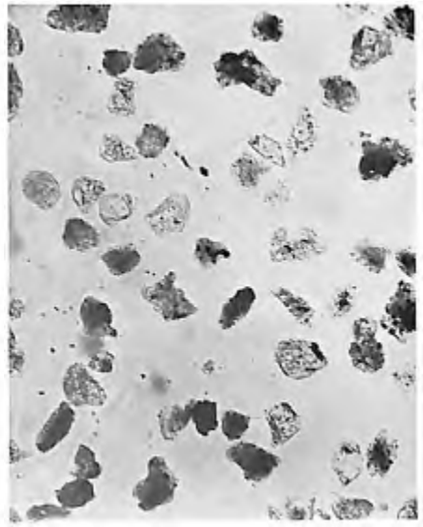


Phot. 12 村松・別所 Muramatsu

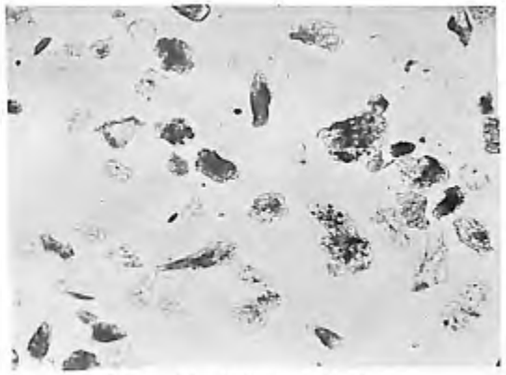
Phot. 13 愛宕山 Atagoyama



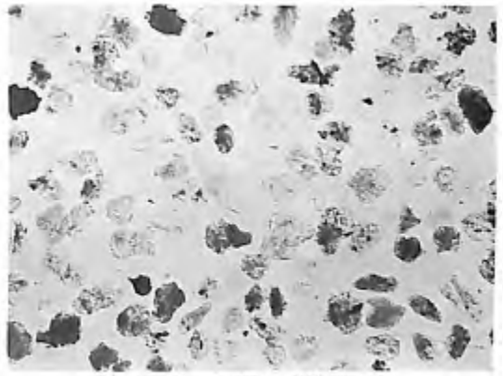
Phot. 14 東片貝 Higashikatagai



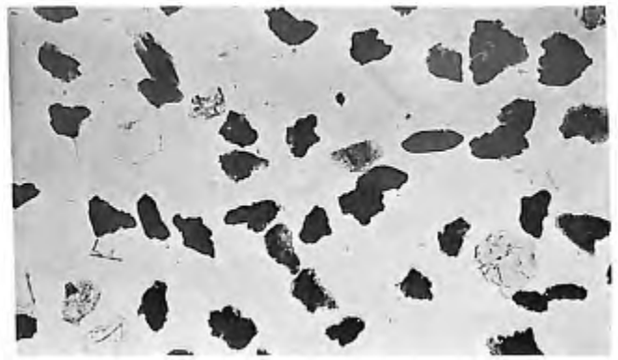
Phot. 15 片貝町 Katagai



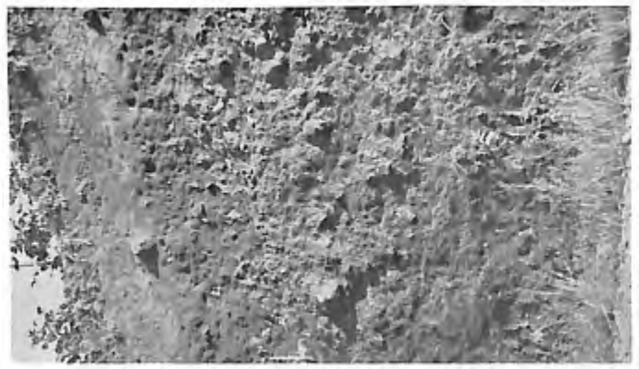
Phot. 16 悠久山 Yūkyūzan



Phot. 17 十日町 Tōkamachi



Phot. 18 高 田 Takada



Phot. 20 八尾町平林の赤色砂礫層
Profile of red sand and gravel
bed at Yatsuo.

Phot. 21 上伊保の赤色土 地点番号 27
Profile of red soil at Kamiiho.
Plot No. 27

Phot. 22 一色の赤色層 地点番号 28
Profile of red clay and sandy
shale bed near Koromo city.
Plot No. 28.

Phot. 25 岡崎，明大寺の赤色砂礫層
Red sand and gravel bed underlain by
red soil at Okazaki (Tōkai district).

Phot. 28 大石の赤色砂礫層 地点番号 32
Profile of red sand and gravel bed.
Plot No. 32

Phot. 30 田原町百々の赤色砂礫層
赤色粘土層と赤色砂礫層との互層
Member of alternation of red clay
and reddish sand, gravel.

Phot. 31 二川の赤色砂礫層 地点番号 35
Profile of red gravel bed at Futagawa
(Aichi prefecture). Plot No. 35

Phot. 32 写真31の赤色礫 Red gravel of Phot. 31

Phot. 34 山ノ神の赤色土 地点番号 38
Profile of red soil at Yamanokami
(Fukuoka prefecture).

Phot. 35 宇美町付近の赤色礫を混ずる巨礫層
地点番号 43
The shingle bed included red gravel near
Umi town (Fukuoka prefecture).
Plot. No. 43

Phot. 36 名島の赤色頁岩と砂岩の互層の断面
Profile of member of alternation red
shale and sandstone at Nazima
(Fukuoka prefecture).

赤橙色部
Part of red orange

黄色部
Part of yellow

紅色部
Part of rouge

赤色部
Part of red

白色部
Part of white

Phot. 37 写真36の一部
Part of lager of Phot. 36

Phot. 38 黒岩の赤色礫層断面 地点番号 50
Profile of red conglomerat bed at Kuroiwa
(Fukuoka prefecture). Plot No. 50

B_1 層
horizon

B_2 層
horizon

B-C 層
horizon

C 層
horizon

赤色円礫層
Red gravel
layer

Phot. 39 高良台の赤色土断面 地点番号 54
Profile of red soil at Koradai
(Fukuoka prefecture). Plot No. 54

A-B 層
horizon

B 層
horizon

C 層
horizon

赤色円礫層
Red gravel
bed

Phot. 41 旧旭村白壁の赤色土断面 地点番号 58
Profile of red soil at Shirakabe
(Saga prefecture). Plot No. 58

Phot. 40 高良台の赤色土の産状
Mode of occarrense of red soils at Kōradai (Fukuoka prefecture).

昭和38年11月20日　印　刷
昭和38年11月25日　発　行

林野土壌調査報告　第14号

農林省林業試験場
東京都目黒区下目黒4の770
電　話　(711) 5171

GD