

林 野 土 壤 調 査 報 告

第 13 号

昭 和 38 年 3 月

FOREST SOILS OF JAPAN

REPORT 13

March 1963

GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION

Meguro, Tokyo, Japan

農 林 省 林 業 試 験 場

東 京 ・ 目 黒

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

黒 鳥 忠⁽¹⁾

大 政 正 隆⁽²⁾

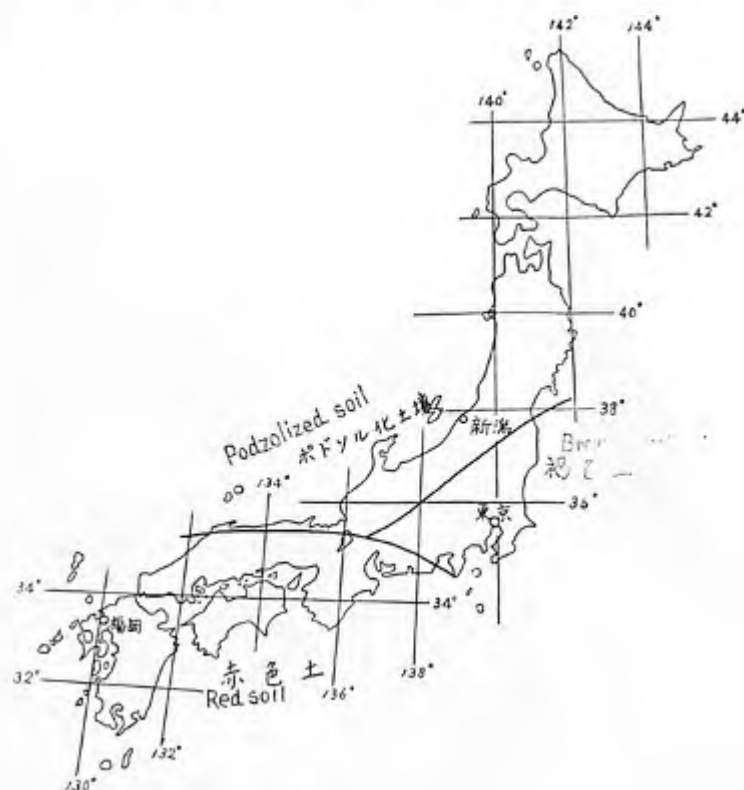
目 次

緒 言	2
I 日本全土にわたる赤色土分布の概要	4
II 北九州地方の赤色土およびこれにともなう黒色土壌の分布	4
III 北九州地方の赤色土と、これにともなう黒色土壌の生成に関する考察	6
1) 赤色土の生成と現在環境との関連性	6
2) 調査地域の地史	9
3) 地史と土壌分布との関係	15
4) 地史と赤色土およびこれにともなう黒色土壌の出現様式との関係	15
5) 赤色土の堆積あるいは生成時期とその環境	25
6) 赤色土にともなう黒色土壌の堆積時代と生成機構	27
7) 古い水成による黒色土壌の母材および化学的性質	31
IV 北九州地方とその他の地方の代表的赤色土の対比	39
1) 古い赤色土とその生成あるいは堆積時代	39
2) 地域を異にする赤色土の粘土分の化学的組成および粘土鉱物	45
V 北九州地方の代表的赤色土の形態ならびに理化学的性質	49
1) 形態的性質	49
2) 化学的性質	57
3) 理学的性質	61
VI 北九州地方の赤色土の環境	61
1) 気候条件	61
2) 土壌分布と地形上の位置および母材との関係	64
3) 植生からみた特徴	64
VII 赤色土の分類	66
VIII 赤色土と森林植生との関係	69
1) 天然植生	69
2) 人工造林	73
3) 赤色土にみられる特殊造林と土壌改良	74
摘 要	76
文 献	78
Résumé	81
Plate	1~18

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

緒 言

日本の土壤は、その地理的位置が比較的温暖な、しかも偏湿な気候条件下にあるために、大部分の地域は褐色森林土によつて占められ、北部地域および一部の海拔の高い低温な地域にはポドゾル、ポドゾル化土壤がみられ、中部以南の比較的高温な地域の低山地域には赤色土の分布がみられることは、すでに広く知られている。関⁶¹⁾、鴨下¹¹⁾らは、これらの気候的各土壌型の分布地域を第1図のように示している。



第1図 気候的土壤の分布 (関 原図)
Distribution of climatic soils in Japan.

日本の土壤学界においては、大局的にはこれらの地域区分が採用せられ、各地域内に現われる土壤の理化学的性質の研究が主に進められ、また、一部の土壤、とく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の気候条件の解析などが行なわれている¹²⁾¹³⁾。

これらの気候的土壤型とその生成環境との関係を解析しようとする研究では、常に土壤分布がみられる地域の現在の気候条件が、その土壤の生成に関与するという考え方にたっている。この考え方は、一応土壤生成と環境との関係を求めようとする場合、常道となるであろう。しかしながら、筆者らの研究対象である赤色土の場合、昭和22年以降、系統を一にした森林土壤調査が進展するにしたがい、従来赤色土の分布地域外とされている北陸地方をはじめ、東北、北海道などの広範な地域にわたつて、その一部の地区に存在することが判明してきた。この事態は、土壤学の上に重大な意義を有するものと考えられる。なぜならば、もしこのように現実の気候条件が相当に異なると考えられる暖帯から温帯ないし冷温帯の広い気候帯にわたつて、同じような赤色土が分布するとするならば、日本の赤色土の生成条件について根本的に考

え直さなければならなくなるからである。また、そのような前提を考えないとしても、少なくとも温帯ないし冷温帯に分布する赤色土の性質とその生成条件を検討するとともに、暖帯に分布する赤色土の性質と生成条件を改めて検討し、気候条件を異にする地域の赤色土を対比することは、日本の赤色土の類別上の位置づけを考え、さらに農林業への応用を考える上にも絶対に必要なことである。

そこで、研究を進める手はじめとして、さきに、赤色土の分布地域外と考えられている地域のうち、新潟地方のものの生成条件について検討を加えたが、その分布、形態ならびに出現様式上にみられる特徴などが新生代の特定の層序と密接な関係があることを知り、さらに検討した結果、この地方に分布する赤色土は地質時代に生成された古い赤色土であり、その堆積あるいは生成時代が、鮮新世後期ないし浜積世前期(この地方では、魚沼統の上部層堆積時代から矢代田層堆積時代に至るまでの期間)であることが判明した。これに関する報告は、すでに、赤色土の研究 I⁶²⁾として発表した。

引きつづき研究を進める順序として、従来より赤色土分布地域と考えられている日本中南部の暖帯地域に分布する赤色土のうち、その中心地域と考えられている北九州地方のものを対象とし、その生成条件を主として分布、形態的性質、出現様式などの特徴と地史との関係、これに母材、植生、気候条件との関係を加えて検討した結果、ほぼ結論を得たので、さらに東海地方の赤色土についても同様な方法を用いて追究し、得られた結果を加え、新潟地方、北九州地方、東海地方の赤色土の生成条件を対比し、あわせて上記3地域の代表的な土壤の諸性質を比較検討した結果、日本の赤色土の類別に関して新しい知見を得た。

また、この研究の途上、北九州および東海地方の一部の地域に、赤色土にともなつて一定の分布傾向を示す黒色土壤が存在したので、赤色土と同様にその分布上の意義について検討を加えた。

日本における黒色土壤の分布は褐色森林土について広く、また、北は北海道から南は九州までかなり普遍的にみられる。その断面形態は、見かけ上大陸地域の偏乾気候帯に接してみられるチェルノーゼムと相似した様相を示すが、性質は非常に異なり、特殊な間帯土壤として古くから注目されている。この土壤の生成に関してはいろいろな角度から検討が加えられているが、現在までのところその分布が、火山ならびに火山放出物と密接な関係を示す場合が多いことその他の点から、火山灰の特異な性質に由来して生成されたものとする考え方が主流をなしている。その他、この土壤が現在または比較的近年まで草原によつて占められていたことなどから、チェルノーゼム生成機構にならつて草原植生の影響によつて生成されたものであろうとするなど、幾つかの説がある。

この研究でとり上げた黒色土壤が、上記のような日本で広範な分布を示す黒色土壤と同一類型に属するかどうかということは、なお今後の研究にまたねばならないであろうが、この研究を通じて、日本における赤色土の生成的な類別がなされると同時に、黒色土壤の生成解明の足がかりが得られるならば、土壤学の発展に、ひいては農林業の系統的な技術計画樹立に裨益することがすくなくないと思ふものである。

この研究を行なうにあたり、種々ご便宜をいただいた林業試験場土壤調査部宮崎 博博士、土壤調査部長竹原秀雄博士、現東北支場育林部長(当時土壤調査室長)松井光瑞技官に、研究とりまとめにあたつてご指導を賜つた、東京大学教授弘法健三博士に、研究に深く協力していただいた地質研究室長木立正剛博士、分析研究室長新名謙之助技官、地質研究室松本久二技官、同的場節子嬢、分析研究室森田佳行技官、同山家富美子氏に深く感謝申し上げる。また、現地調査にあたつて種々お世話いただいた熊本営林局、名古屋営林局、大阪営林局、高知営林局、前橋営林局関係各位、九州大学農学部演習林、福岡県庁、同林業試験場、佐賀県林業試験場、林業試験場九州支場関係各位に深い謝意を表する。

I 日本全土にわたる赤色土分布の概要

日本における赤色土の分布範囲は第2図に示すように予想外に広くほとんど日本全土にわたっている。

しかし、各地域内のこの土壌の拡がりは小さく、大部分のものは点在的である。また、その分布する地形上の位置は丘陵性地形の背部、開析段丘面上などである。つぎにこの土壌の分布の面での著しい特徴は海拔高の関係である。すなわち、この土壌は地域によつて出現する海拔高に相違が認められることと、また同一地域内でも特定の地区ごとに幾つかの群にわかれて、それぞれ一定の海拔高の範囲に限られて分布することである。たとえば北九州地方では海拔高100m以下の群と200~220mの群にわかれて出現するが、中部地方では100m以下の群と300~600mの群にわかれ、北陸地方では100m以下の群と400~700mの範囲の群、東北地方では仙台、盛岡付近で約100mの高さ、北阿武隈山塊古雲山付近で400m、北海道の小樽、士別地区で60~120m、陸奥付近で300mの海拔高にそれぞれ現われている。

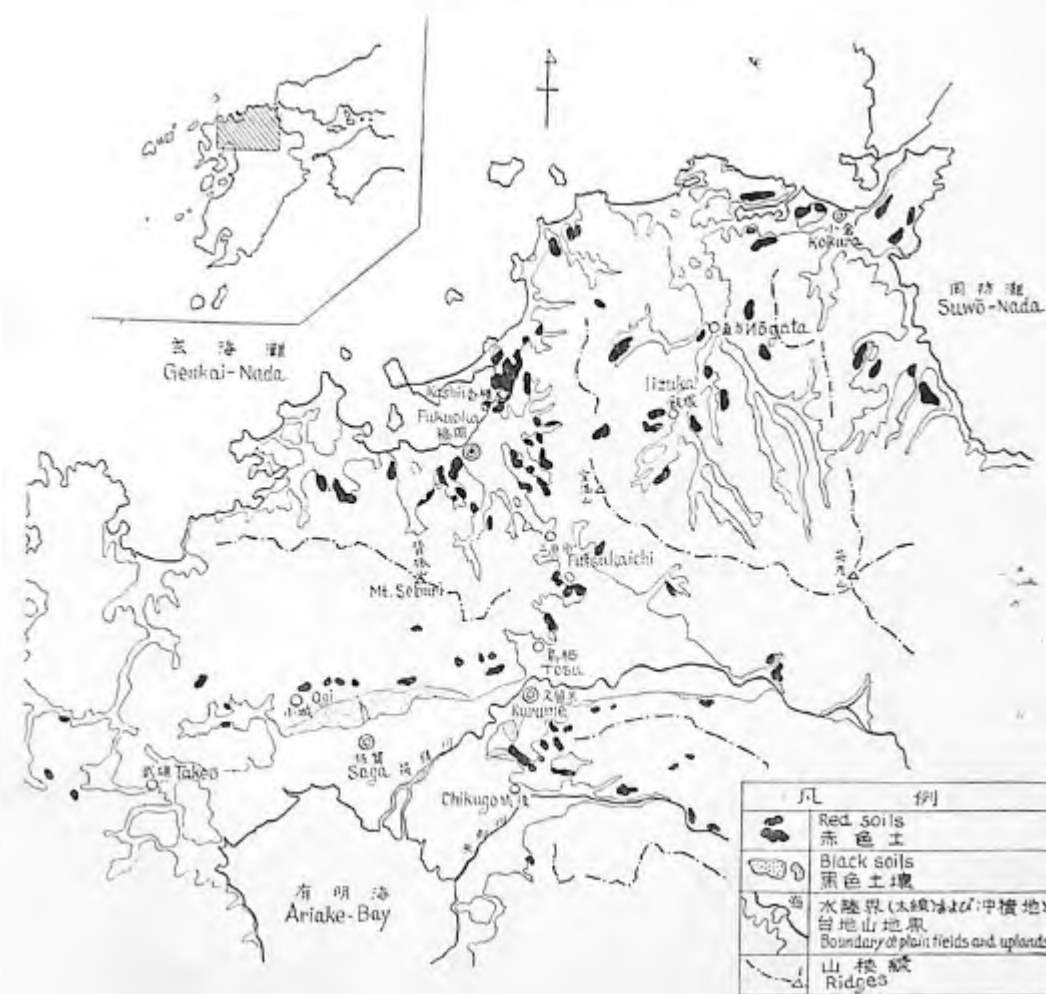
これだけでも赤色土の出現は、必ずしも各地域の気候条件と密接な関係を示さないことが容易に推定できる。



第2図 日本全土における赤色土の分布
Distribution map of red soil in Japan.

II 北九州地方の赤色土およびそれにとまう黒色土壌の分布

今回の研究において調査した範囲は、島嶼を除いた福岡県のほぼ全境と、佐賀県のほぼ全境、大分、長崎県の一部の地域である。そのうちでも、筑紫平野周縁部、遠賀川上中流域、背振山塊およびその周縁部、筑後平野周縁部、矢部川流域などについてはできうるかぎり精査を行なった。調査地域内で赤色土および黒色土壌の分布したところは第3図に示すとおりである。



第3図 北九州における赤色土とこれにとまう黒色土壌の分布
Distribution of red soil and accompanying black soil in the northern Kyūshū.

赤色土の分布する位置は、背振山塊中のただ一地点のものが海拔高400mにみられた以外は、丘陵性山中の尾根肩部や段丘面の200~220mの範囲と、低位丘陵中の30~100mの範囲とにかなり画然とわかれてみられる。すなわち筑紫平野周縁の香椎地区、福岡市東南部、西南部の丘陵地域では低位のものが多く、久山町山ノ神の大鳴川溪谷沿いの段丘面やその東南方をほぼ南北走る遠賀川流域との分水界をなす丘陵中の鞍部では200~220mの位置を占め、また、福岡県南部の耳納山塊の西縁部をなす高良山中や矢部川中流域の段丘面などでは220~200mの位置を占めるのに、これと隣接する高良台丘陵地域では100m以下のところにその分布がみられる。

このように赤色土の分布する位置が海拔高の面で単一でなく、特定の海拔高の範囲に群をなしていることは、前にも記述したように日本の他の地域と同様であるが、北九州のものは東海、北陸地方と比べて、高位に現われるものと低位に現われるものの比高は小さい。

また、地域内の赤色土の分布は非常に断片的であつて、分布単位ごとの広がりはいきわめて小さく、接続する山地の各所には、かなり異なつた形態をもつた土壌が入り交じつて分布する。このような傾向は、東

海地方をはじめ近畿、中国、四国地方はもとより、日本全域に共通な現象であつて、新潟地方の豊田地区や四国地方の高知県吾川郡吾北村地内の山中では溪流あるいは小尾根を隔てた隣接地にはポドゾル化土壤が認められているほか、多くの地域ではしばしば、褐色森林土あるいは黒色土壤が近接してみられる。北九州地方では、褐色森林土あるいはその未熟な形態をもつた土壤が隣接土壤の大部分を占めるが、一部の地区では次に示す黒色土壤が密接な関係を示して分布する。

この地域内の黒色土壤は第3図に示すように、背振山塊南縁では赤色土よりも一段低位の段丘面上に、筑紫野、春日原地区では小丘陵にはさまれた沖積地沿いのきわめて低位の段丘状地形面上に、それぞれまとまつた分布を示すほか、高良台丘陵中およびその西縁地区では、あるものは赤色土をおおつて、またあるものは赤色土に接して分布する。高良台丘陵中のもは個々の分布面積はきわめて小さく、小谷の開折によつて切斷された形態を示している。黒色土壤の分布と海拔高の関係では高良台丘陵中のもが最も高く、海拔高約80mの位置を占め、最も低位のもは春日原付近で約20mの位置を占めるが、赤色土の場合よりもその比高は小さい。

III 北九州地方の赤色土と、それにもなう黒色土壤の生成に関する考察

1) 赤色土の生成と現在環境との関連性

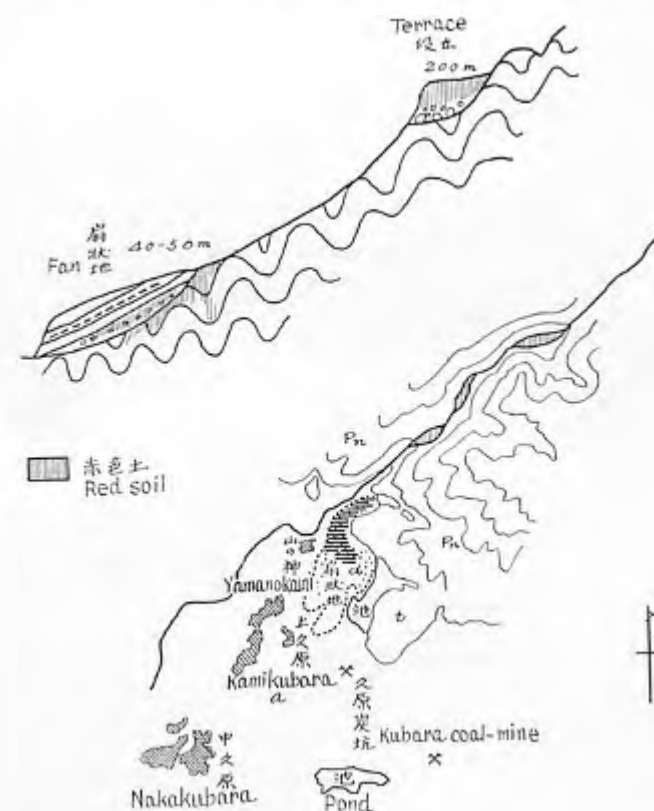
北九州地方が日本の赤色土分布の代表的な地域とされていることは、すでに記述した。そして日本の土壤学界では、一般にこの赤色土は現在の気候条件によつて生成されたものと解されている⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾。菅野⁽²⁰⁾はこの地方や東海地方の気候条件を解析して、日本の赤色土の生成条件を、年平均温度 $14.5\sim 18^{\circ}\text{C}$ 、雨量係数(RF)70~150<、N—S係数350~700<とし、JENNYの吹米における黄色土および赤色土の条件、年平均温度 $14\sim 21^{\circ}\text{C}$ 、RF55~87、N—S係数234~379と対比し、日本の気候条件が湿润に傾いている数字を示すことを、日本の赤色土が吹米のものに比べて洗脱の進んだ性質を示すことで説明されるとしている。これらの考え方は、いずれも現実の土壤分布地域の気候条件がそのままその土壤の生成を支配するという仮定にたつている。

赤色土と環境との間にも密接な関係があるとするならば、地域内の赤色土の分布は普遍的であるか、またはすくなくとも、地形的にその環境が強調されるようなところ、たとえば尾根の背部や、方位では南ないし南西に面した傾斜面などや、盆地に面した傾斜面などのように周囲よりも高温になりやすいところの土壤はまず赤色土になるはずである。また、このような条件で赤色土になりやすい母材のところに赤色土がみられてよいと思われる。ところが現実の赤色土の分布は、第3図に示されるようにはなはだ断片的であり、また、地域内の土壤のうちでは支配的な分布を示さず、このような考え方を裏書きするような系統的な出現をしていない。たとえば、調査地域内で最もまとまつた分布を示すとみられる福岡市香椎町を中心とする地区でも第4図に示すように、赤色土は城の越山(181m)から多々良町松崎を結ぶ多々良丘陵の稜線のほぼ北側に限られてみられるが、稜線の南側の丘陵中には全く出現していない。さらに地形的に細かくみると、この団地の西南縁にある蓮華坂付近では丘陵斜面の北面にのみ赤色土がみられ、また香椎町長谷付近では赤色土は丘陵中の山脚部に分布するが、この位置は城の越山の北麓にあたつてゐる。

このような傾向は、赤色土が点的にみられる地区ではさらに判然としている。久山町上久原山ノ神地区では第5図に示すように、赤色土は溪谷中の狭い段丘面上とその下流平野に接する扇状地にもみ分布が限られており、その分布はきわめて画然としている。



第4図 香椎付近の赤色土の分布と地形との関係
Distribution of red soil in relation to topography in Kashii region.



第5図 上久原山ノ神の赤色土と地形上の位置および地質との関係
Occurrences of red soil in relation to topographical location and geology in Yamanokami region.



第6図 高良山および高良山麓の赤色土の分布位置と地形との関係
Occurrences of red soil in relation to topography of Mt. Kōra and Kōradai hill.



第7図 耳納山系および高良山麓の赤色土の分布と位置、海拔高、方位との関係
Relationships of the distribution of red soil to the location, the altitude and the direction, of Minō Mountains and the foot of Mt. Kōra.

風化によると解釈をした。このような観点にたつて、調査地域の赤色土の母材を通じて、上記のような現象を検討してみることにする。

赤色土分布図と地質図²⁶⁾を対照してみると、その大部分のものが古期第三紀層と洪積層の上にみられるが、そのほか花崗岩、雲母片岩、角閃岩類などの古期岩石上にも少なからず認められる。しかも、赤色土

最も特徴的な出現を示したのは、久留米市郊外の高良山麓中のものと耳納山麓中の高良山中の斜面上部に存在するものの関係であつて、第6図および第7図に示すように高良山麓中のものが海拔高 50~100m の範囲の斜面上部から斜面にかけて出現するのに対して、高良山中のものは海拔高 200~220m のところにある小尾根あるいは棚状地形のところに限られて出現し、しかもその位置は方位に全くかわらないことである。

これらの例示した幾つかの現象は、いずれも局所環境によつて赤色土の生成が優先的に進められる可能性を明らかに否定的にするものである。菅野¹³⁾らは、北九州の赤色土の分布が非常に断片的であつて、しかも面積的にも支配的でないということを、母材の選択



第8図 背振山塊南縁部の段丘層序模式断面と土壌分布
Schematic cross section showing the relationship between stratification of the terraces and the distribution of soil, of the southern border of Mt. Seburi.

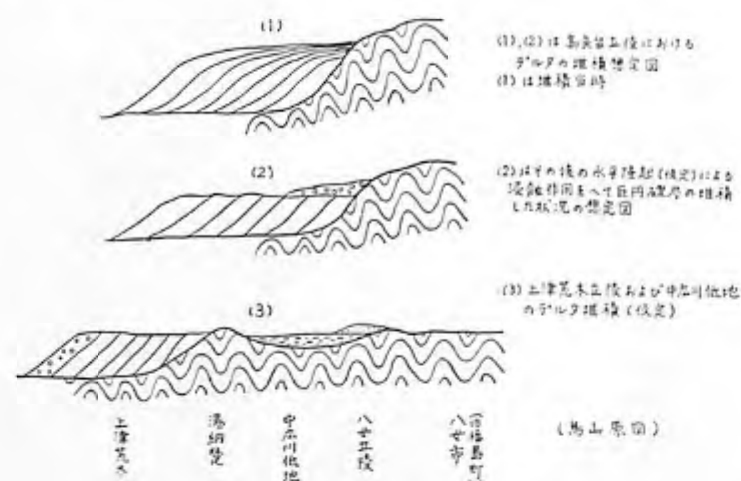
はこれらの各地層や岩体の分布する地域のごく一部を占めているにすぎない。たとえば、上記の香椎地区の大部分は古期第三紀層の頁岩および砂質頁岩、砂岩を基盤としているが、赤色土のところがそうでないところとで母材的に差異は認め難い。また、背振山塊を中心とする花崗岩、花崗閃緑岩地域の大部分は深層風化の形式を示しているが、赤色風化をしているところはそこごく一部を占めるにすぎないし、風化形式を異にするところの母岩体には何らの母材的な差異は認められない。つぎに洪積層でみると、この地層は形態的には一部を除いては花崗岩の風化物を主体にしたものが多いが、たとえば背振山塊南麓の段丘面では第8図に示すように赤色土は旧期洪積世の地層とは密接な関連性を示すのに、これとほぼ同一の母材からなると思われる新期洪積世の地層とは密接な関連性を示さない。

これらの幾つかの現象や、後で詳細に記述する(第3, 4)節参照)調査地域内の各所にみられる赤色土あるいは赤色風化面などの特異な出現様式などの点は、土壌生成作用を考える上で、いずれも母材の選択風化という観点からは説明がつかない。筆者の一人黒島の調査結果では、赤色土の分布やその出現様式にみられる特徴は、調査地域の地史と結びついているものと考えられる。

2) 調査地域の地史

調査地域の地質は第9図および第10図に示すように、下位から、三都変成岩類(古生代)硯石層群(白亜系)、花崗岩および閃緑岩類(白亜系ないし古第三系)、古第三系の堆積岩、新第三系の火成岩類、久留米層群⁴²⁾(鮮新世—洪積世)、旧期洪積世段丘堆積層、新期洪積世段丘堆積層、旧期沖積世段丘堆積層、沖積層などからなっている。これらの層序および岩体の分布と既往の資料をもとに、調査地域の新生代、ことに、第三紀中期以後の地史に重点をおいて解析を加えてみる。

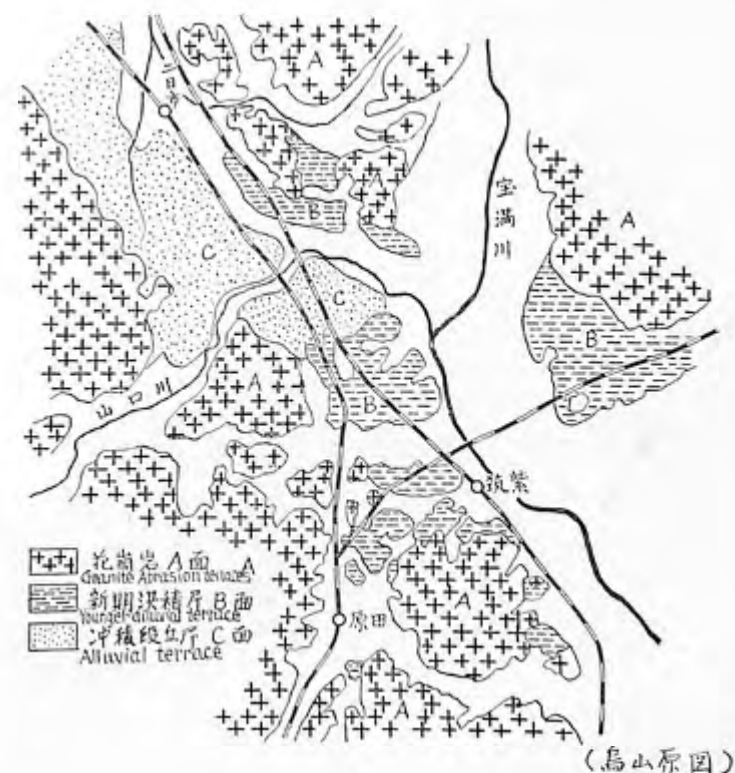
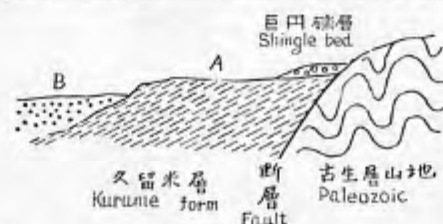
小林²²⁾によると、当調査地域の先陸地形は、セノン変動時期(白亜紀末)の著しい造陸運動の影響を受け、断層運動をともなつて幾つかの地塊に分立した。つづいて古第三紀の時代には西方より漸次海浸(陸地沈降)が行なわれ、佐賀県西部地域、博多湾周辺部、遠賀川流域全般などには炭層をはさむこの時代の地層を堆積した。漸新・中新世の変動開始にあつて古第三紀の海水は後退し、調査地域全般が陸地化するとともに変動は激動段階に達して上記の古第三系は褶曲し、寄木細工のような断層系を生じて、地塊ごとのあるいは小地塊ごとの運動は複雑な動きを示した。そして中新世末の瑞穂沈降時代には、調査地域



第12図 高良台丘陵中の洪積世における侵蝕面の形成と地層の堆積
The formation of abrasion terraces and sedimentation at the Diluvial Age on the Kōradai hill.



第13図 高良台丘陵および上津荒木丘陵の地質
Geological map of the Kōradai and the Kamitsuaraki hills.



第14図 二日市地溝南部における洪積世および古沖積時代の地層の堆積
Geological map of basins of the Hōman and the Yamaguchi Rivers.

除いた他の地域は依然として陸地として削削されていたことになる。

ついで、洪積世にはいつてからの地史としては、鳥山⁷³⁾⁷⁵⁾によると、久留米層群の堆積終了に引きつづいて起こった後久留米変動によつて調査地域の地塊はさらに撓曲、傾動し、北西—南東方向の断層系を生み、同時に地盤が沈降している。

このときの沈降によつて、平均現在の60~70mの海拔高まで海水は侵入して海蝕面を形成し(第11図参照)、海蝕面上に巨円礫層(旧期洪積層)を堆積した(第12図参照)。これに引きつづいて地盤の上昇が始まり、これによつてこの海蝕面は侵蝕された。

その後、前よりも規模の小さい地盤沈降があつて新期洪積層の堆積が行なわれたが、この沈降時に局部的に沈降量の大きかつたところでは砂礫層が厚く堆積している。

その後、さらに地盤の水平上昇が行なわれて洪積世が終わりとなつてはいるが、このときに新期洪積層の段丘が形成された(第13図および第14図参照)。

このような洪積世における地史の変遷を、さらに地質図⁶⁴⁾⁶⁵⁾⁶⁶⁾と黒鳥の調査結果をもとに通観すると、新期洪積層段丘の分布は二日市地溝と有明海に面した調査地域の南部地域に偏して存在し、北部地域の註


 洪積世初期の陸地 Lands on the older diluvium
 旧期洪積世末の汀線 Strand line on the last stage of older diluvium
 新期洪積世末の汀線 Strand line on the last stage of younger diluvium



第15図 洪積世の各時代における調査地域の水陸分布(古地理分析図)
 Map of the pre-geographical analysis.

同市周辺の丘陵地帯には海蝕面の残存がよく認められて、それよりも低位の新期洪積層からなる段丘が存在しないという特徴をもっている。このことは、洪積世の時代に最後まで玄海灘と有明海を連ねていたとされる二日市地溝を境とした東西の筑紫、背振両地塊が、地盤の昇降にあたって、筑紫地塊がほぼ東西方向に、背振地塊が南北方向に、それぞれ傾動運動を行なったことを物語っている。

いま、これらの関係を洪積世における水陸分布図としてあらわせば、第15図に示すとおりである。

さらに洪積世における調査地域の地塊運動を細部についてみると、数多くの断層群によって切られた地塊あるいは小地塊ごとに、きわめて複雑な動きをしたと思われる兆候は各所に認められる。鳥山の資料⁷²⁾に示された高良台丘陵の南縁にある中広川の低地と、それに接する八女丘陵との層序関係などはその好例の1つであるし、また黒鳥の漂礫の残存による水成堆積物層の存在調査結果によって得られた耳納山塊中の小尾根あるいは棚状地形の海拔高 200~220m の現象をはじめ、これと同じ海拔高にみられた矢部川上

流と矢部川流域の高位の段丘堆積物の存在は、周囲の他の同様な現象と対比して、100m以上の著しい高差があることから考察すれば、地塊によつては後久留米変動時を中心とした地盤の昇降にあたって、平均値よりもかなり大きな動きを示した現われであると解される。

これを裏付ける資料として、地塊は少しはずれるが、茂木凝灰岩層の堆積位置が瑞穂海浸以後 720m内外の高度から海面まで低下したとする矢部の報告⁷³⁾に対し、鳥山はその陸地沈降の時期が後久留米変動時と同時期であろうと論じている⁷⁴⁾ことなどや、矢部の日本周縁の洪積世における2回の陸地沈降の規模が、第1回目が平均700m、第2回目が最高150mに達するという報告⁷⁵⁾などがある。

これらの資料に示される地盤沈降の時期、ことに矢部の第1回目の時期は調査地域の後久留米変動時期とほぼ対応されるので、この時期における調査地域の平均沈降の高さ60~70mは、全日本の平均値700mよりもはるかに小さい。しかしながら、北九州の隣接地域で、上記のような茂木地区の約700mに及ぶ大きな変動を示した地塊も存在するのであるから、調査地域内の耳納山塊や筑紫山塊の一部の変動量が約200mを示したとしても、そう突飛な現象ではない。

以上のような調査地域の新生代、とくに、その後期における地史の変遷は、地質図上にみられる各時代の層序に著しい特徴を与えているとともに、地形および土壌分布や、その生成にも深く関与していることが認められる。

3) 地史と土壌分布との関係

調査地域の地史の変遷と、それにとりまう地層の分布と土壌分布との関係についてみると、赤色土は、後久留米変動(旧期洪積世)による海蝕面と、引きつづきその上に堆積した巨門礫層または礫粘土層(旧期洪積世)上に支配的に分布している。そして、岩体が赤色風化を行なっている部位は海蝕面の先端部に限られており、赤色土が堆積型(土層的)を示すのは旧期洪積層の巨門礫層または礫粘土層の上位部である。

赤色土はこのほか新期洪積層にもみられることがあるが、その分布は普遍的ではなく、また、土色も旧期洪積層のものよりも淡いのみならず、多くの場合異質の色調のものと夾雑し、さらにその出現する土層の位置も一定していないなど、その兆候には明らかに2次堆積的な要素が強くみられる。このことについては次節で詳しく記述する。

黒色土壌の分布は赤色土の場合と対照的であつて、最も支配的にみられるのは新期洪積世の段丘堆積物層と旧期沖積世の低位な段丘堆積物層にほぼ限られており、それよりも古い地層にも、また新しい沖積面のいずれにもみられることがほとんどない。たとえば、久留米市南部の高良台地域では、黒色土壌は新期洪積層が地表をおおう南部の八女丘陵とその西縁部に限られているし、二日市地溝内ではその本流筋には現われなくて、山塊の裾をなす基岩体の存在によつて入りくんだ支谷沿いの狭い段丘面にのみ分布し、また調査地域中でもっとも分布規模の大きな背振山塊南麓にある新期洪積世の段丘面中でも、黒色土壌の堆積規模は水流の存否と密接な関係をもっている。しかも、新期洪積世の段丘、旧期沖積世の低位の段丘面のいずれの場合でも、黒色土壌の分布する位置は、段丘の存在する周囲の地形と関連して考慮すれば、段丘形成時に水の退位する速度が小さかつたと想定される条件のところだけに限られているように考えられる。このことについては次節4)で例示して説明を加える。

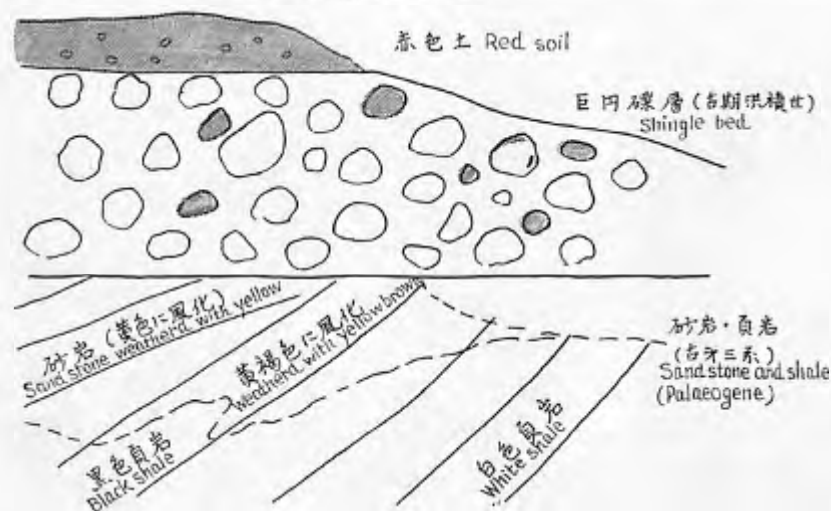
4) 地史と赤色土およびこれにとりまう黒色土壌の出現様式との関係

調査地域の赤色土の大部分は、表層から下層に進むにしたがつて赤色味が増す傾向がみられる。この現



第16図 新大間池脇小立の赤色土出現様式
Occurrences of Red soil on hills near
Shin-ōma pond, Fukuoka prefecture.

つてやや汚染された暗褐色の(A-B)層、(I) その下部は約15cm厚さの汚黄橙色の土層(II)、それに
ついて約30cm厚さの淡赤褐色の土層(III)があり、下方にむかつて順次60~70cm厚さで黄褐色の土層(IV)、
レンズ状堆積を示す黄色の土層(V)と推移し、さらに濃赤色の巨大円形斑を有する層(Ci)(VI)、続いて
濃赤色にピランした角閃岩からなる基層へと推移している。



第17図 須恵町における巨円礫層(旧期洪積層)と赤色土出現様式との関係
Occurrences of red soil in relation to the shingle bed of older
diluvium at Sue, Fukuoka prefecture.

象の中には、一応植生の影響によつて褪色した
と解されるものもないではないが、かかる解釈
がなりたつためには、土壌断面を構成する各層
位の間に生成的にみて連続した関係がもたれる
ことが必要である。しかしながら、調査地域の
赤色土の中にはこのような前提を否定しなけれ
ばならず、前述の地史とそれとともなる層序と
密接な関係があると判定される現象が多数認め
られた。

以下赤色土を主体にして、これに付随する黒
色土壌の出現様式を示す崖(切取)断面を例示
し、その特徴と地史、層序との関係を解析して
みることにする。

(i) 福岡県粕屋郡大川村平原の新大間池脇 の小丘

この小丘は、海拔高約45m、筑紫平野の東南
方に接する小丘群の1つで、基盤は角閃岩類か
らなっている。崖断面の様相は第16図、写真1
に示すように、表層は約5cm厚さで腐植によ

これらの各層位間の推移を細かくみると、黄色の土層(V)とその下位層との間には古生層の珪岩質からなる未風化円礫の薄層があり、その直下の巨大円形斑を有する層の一部および、上位の各土層には同質の小円礫が散見されるが、基層には全く含まれていない。すなわち、この小円礫の含否境界面付近は明らかに不整合面であつて、その直上位にある濃赤色に巨大円斑を示す層(VI)は風化が著しく進行していて、一見基層の続きとみえるが、同一断面を撮つた写真25でもわかるように、巨円礫層の風化したものと判断されるので、この不整合面は前述の地史と照合してみると、後久留米変動時の海蝕面に相当し、したがつて巨円礫風化層を含めた上位の土層は旧期洪積層にあたるものと判定される。

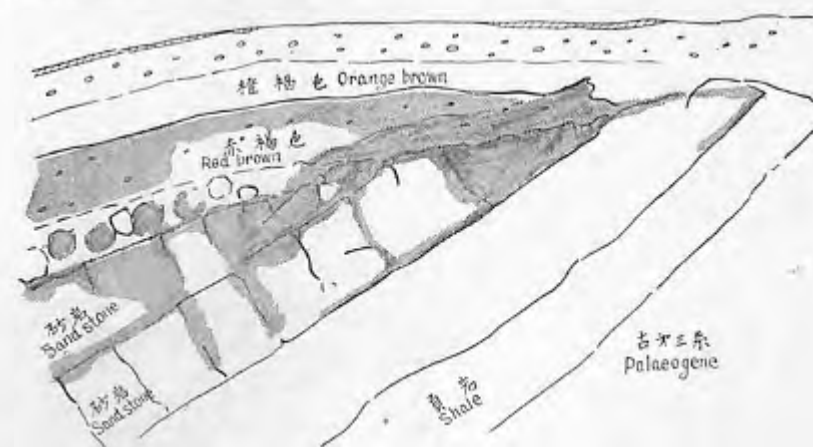
この崖断面では、調査地域で洪積世旧期地層とされる巨円礫層相当層が、上記のように風化が著しく、基層との判別が不明りようであるから、この時代判定は一見無理があるようにみえる。しかしながら、この小丘がその北縁をなす一連の小丘陵地域、ことに、この崖に近接した同じ海拔高のところ、たとえば、須恵町およびその南西方の小丘の各所で、第17図および写真2に示すように巨円礫層が古第三系の堆積岩あるいは花崗岩体を切つて明りような不整合関係を示してみられることで十分に対比できる。

さらに、この新大間池の断面では、不整合面より上位の各土層、I, II, III, IV, V, VI層間の関係はI層を除いた他の土層は地表に対して整合した形態を示さないという特徴をもっている。すなわち、III層は模式図(第16図)右方に移るにしたがつて厚さを減じ、断面右方ではその上に黄褐色の土層(さきにII層とした土層)が約20cm厚さで被覆し、しかもこの両層間の境界面には、上記のV層とVI層の境界面と同様に古生層の珪岩質な円礫の線状堆積がみられる。このような傾向は、さらにIV, V層間においても同様であつて、円礫あるいは土塊をはさんで帯状またはレンズ状に判然とした色調のむらを生じている。

土層内のこれらの諸現象は、I(A-B)層の分化を除いては、これを土壌生成作用による土層の分化と考えるのは不適当であつて、土層が水成堆積を行なつたときの堆積むらの現われであると解する方が妥当である。そして、その時期は巨円礫層堆積終了時の向陸化時と考えられる。

(ii) 福岡市香椎町浜男、香椎中学脇の切取崖断面

第2)節に記述したように、香椎地区一帯の低位の丘陵は後久留米変動時に広く海浸の影響を受けている(前掲第11図参照)。その後多少の地塊運動と侵蝕によつて小地塊に分立し、地貌も変化しているが、



第18図 香椎中学脇古第三紀層上の赤色土出現様式
Occurrences of red soil on the Palaeogene beddings near
Kashii middle school, Kashii, Fukuoka city.

丘陵面の各所に現在なお海蝕面が保存されている。

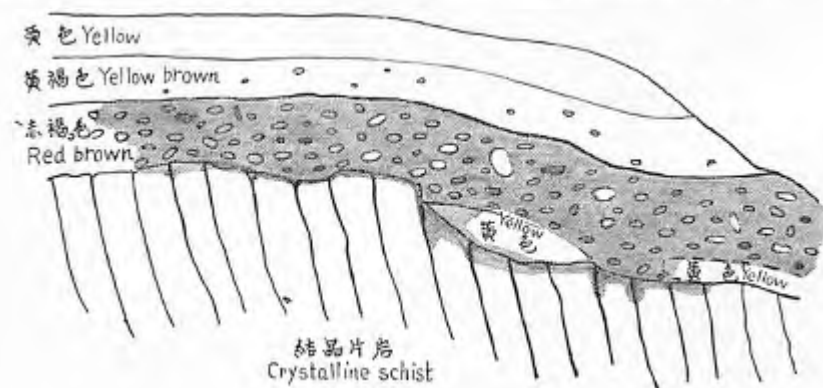
この崖はその海蝕面をもつ小地塊の一端を占めている。海拔高約40m、古第三系の頁岩および砂岩の互層を基盤としている。断面の様相は、第18図、写真3に示すとおりで、例示(i)と相違する点は、見かけ上古第三系の堆積岩の上部が縞状に赤色風化した形態を示すことである。

ここでは地表から、黄褐色ないし汚黄褐色で細粒状または細堅果状構造をもつ土層(I)、白灰ないし灰褐色で、その中に赤色風化した小円礫と結晶片岩の小礫を含む土層(II)、赤褐色で、下位の古第三系砂岩層の赤色風化した巨礫と古生層の小円礫を含む土層(III)、その上位が赤褐色にピランした古第三系の基岩層とからなっている。この断面の著しい特徴は、(I)層が黄色系、(III)層と基層が赤色味の強い色調を示すのに、この両層にはさまれた(II)層が未風化の様相を呈し、土壌生成作用による土層の分化を考えるには不自然な姿をしていることである。さらに詳細にみると、基盤の古第三系の地層は北東に約30°の傾斜をもっているのに対し、上位の(I)、(II)、(III)層は基盤と異質な古生層礫を含み、北東に約10°傾き、しかも地表面とも整合した関係を示していない。これらの諸現象は、明らかに地層的な堆積をしたことを示すものであり、(III)層中の巨礫の存在とあわせて考察すれば、(III)層と基層の間には明らかに不整合関係があるものと判定される。

香椎地区では、すでに記述したように後久留米変動による海蝕面の形成後、新期洪積層による段丘の形成がみられず、また(III)層中に風化巨礫層が存在するから、この断面にみられる不整合面は海蝕面に相当し、それよりも上位の土層は、例示(i)と同様に海蝕面形成時に堆積した旧期洪積層と判定される。この崖の南方の小丘陵群では、上位層の堆積を欠いて、灰色を呈した海蝕面の岩盤上にわずかに暗灰色の土層分化が行なわれている平坦面が各所に存在している。

(iii) 福岡市香椎町浜男、例示(ii)の東方約300mにある切取断面

ここは、海拔高は約40mで、例示(ii)と同様な地形面である。基盤は雲母片岩からなっている。断面の様相は、第19図および写真4に示すように、雲母片岩の基層の上に粘板岩、珪岩、角閃岩、雲母片岩などの古期時代の岩石からなる円礫を多数含む砂礫層が被覆した形態を示し、上下両層間に不整合関係が明りように認められるものである。この断面での赤色風化の兆候は不整合面直下の片岩体上位部にみられ、不整合面より上位の砂礫層は、地表から黄色砂礫層、黄褐色砂礫層、赤褐色砂礫層の3層にわかれており、赤褐色砂礫層と基盤層との境界面の凹部には黄色砂層のレンズ状堆積をみる。



第19図 香椎地区の結晶片岩上にみられる赤色土の出現様式
Occurrences of red soil on the crystalline schist at Kashii region.

例示(ii)とは母材を除く他の立地条件が同じであるから、この断面によつて、例示(ii)では一見判然としなかつた海蝕面(不整合面)とそれにとりまう洪積層の堆積が香椎地区でも行なわれたことを立証することができる。

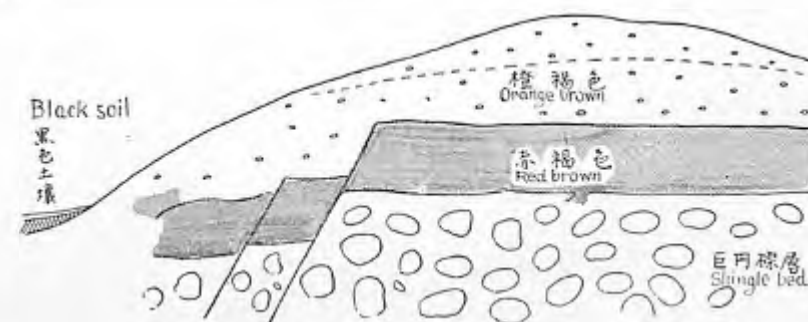
また、これらの(i)、(ii)、(iii)の例示は、各例ごとに、母岩、基岩体等が異なるにもかかわらず、基岩体の赤色風化した上に洪積土層がみられる点で、著しい共通性を示している。

この種の形態を示す例は、さらに、福岡県粕屋郡久山町上久原山ノ神の海拔高約50mの崖、三井郡草野町熊野神社跡の海拔高160mのところや、八女郡広川町川瀬、同北川内などにみられる。これらの地点ではいずれも結晶片岩を基盤としているが、その上位層は旧期洪積層または久留米層上部と判定されている。

つぎに、基層または基岩体に赤色風化面がみられないが、赤色の土層に特異な現象のみられるもので、地史あるいは層序と関係が深いと考えられるものを例示する。

(iv) 福岡県三瀬郡筑邦町西牟田駅付近の切取面

ここは八女丘陵の西端部にあたり、海拔高約30m、若い地勢をもつた小丘の側断面である。断面の様相は第20図および写真5に示すように、主として花崗岩、一部に粗面岩質からなる巨大な円礫層(IV層)を基盤とし、その上に赤褐色で小円礫を含む土層(III層)、橙褐色の土層(II層)、汚黄褐色の土層(I層)とからなっている。



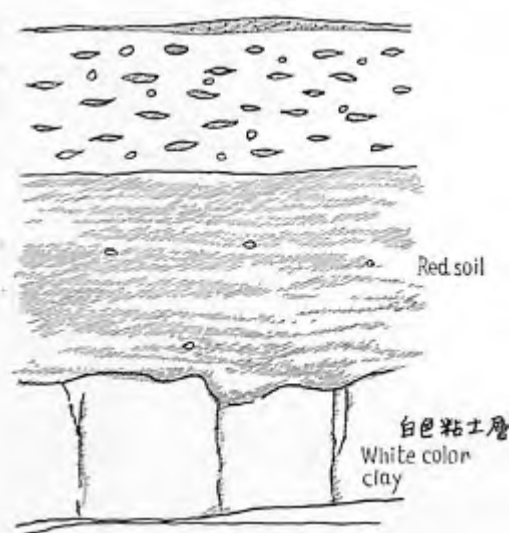
第20図 西牟田駅付近の赤色土の出現様式
Occurrences of red soil near the Nishimuta station, Fukuoka prefecture.

この断面の著しい特徴は、III層とIV層はともに変動の影響をうけて小塊単位に切断され、しかもIII層の上面が一線を画してII層に推移することである。またI、II層の群とIII、IV層の群との間で土相が著しく相違している。これら土層にみられる形態の特徴は、明らかに地層的な現象であるとともに、III層以下と上位のI、II層は時代的に異なつた層序であることを示している。すなわち、III層上面は両層序間の不整合面に相当する。これら時代を異にする土層の堆積時代は、前述の地史および地質図(前掲第12図参照)と照合すれば、IV層が旧期洪積層にあたるから、これと整合関係にあるIII層までは旧期洪積層、I、II層は新期洪積層と推定される。

また、この小丘の裾にある凹地形面には腐植に富む黒色土壌がみられる。この地点付近の黒色土壌の分布は局所的にみられるにすぎないが、ここから東方および東南方の八女丘陵の上位面には新期洪積層の最上位を占めてかなり広く分布している。

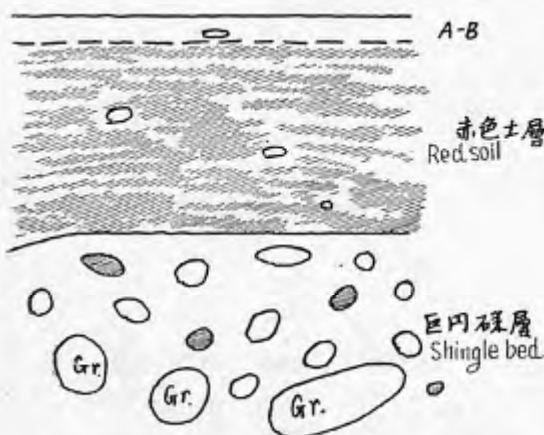
(v) 福岡県久留米市高良町相川付近の切取断面

この地区は地質図(前掲第12図参照)によると、海蝕によつて久留米層の露呈した地域に含まれる。断面は、第21図、写真6に示すように、地表から、橙褐色で板状構造の発達した花崗岩質の土層(I層)、



第21図 高良台丘陵相川付近の久留米層上にみられる赤色土の出現様式
Occurrences of red soil on the Kurume beddings at Kōradai hill, Kurume city.

土が侵蝕によつて、また、堆積途上に削割せられ、その土粒または土塊が他の母材に混入して堆積し、累層堆積後の地層的な圧力をうけてレンズ状に変形したものと解すべきである。これと類似した現象は、古い盛土あとの断面や、河床の堆土中、新しい低位の河成段丘、自然堤防などを形成する土層中などにはしばしば認められることである。また、この地区は地史的にみて、久留米層の堆積後地盤の上昇時に削割せられ、さらに後久留米変動時の地盤沈下時代には水浸して、旧期洪積層の堆積をみたことは明らかであるから、多少にかかわらず、このような現象が残存することは十分に考えられることである（前掲第12図参照）。さらに、このような観点にたつて、Ⅰ～Ⅲ層とⅣ層との間にみられる土相急変の意義を考慮するとⅣ層の上位面は久留米層の上位部の削割面に相当し、それよりも上位のⅠ～Ⅲ層は旧期洪積層であると判定される。



第22図 鳥栖市江島(旧旭村)付近の旧期洪積層上の赤色土出現様式
Occurrences of red soil on the older diuvial bed at Tosu city, Saga prefecture.

褐色地色に赤褐色の小さなレンズ土斑によつてシモフリ状を呈する、古生層の小円礫まじりの土層（Ⅱ層）、赤褐色で著しく埴質な土層（Ⅲ層）、灰白色地色に赤褐色に風化した小円礫を含む埴質な土層（Ⅳ層）からなっている。この断面の特色は、Ⅱ層中に多数認められる赤褐色の小レンズ土斑と、上位を占めるⅠ、Ⅱ、Ⅲ層に対してⅣ層以下が著しく土相が変わり、岩層に近い形態を示すことである。

Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ層の分化は、各土層中に含まれる円礫の数量配分の変化や、土層間の境界線の判然とした推移などからみて地層的な要素が強く、土壌生成作用による土層の分化とは考え難い。また、Ⅱ層中にみられる赤褐色の小レンズ土斑の形状と模様は、母材堆積時の微細な質的差がその後の土壌生成作用に変化を与えたと解するよりも、赤色土が侵蝕によつて、また、堆積途上に削割せられ、その土粒または土塊が他の母材に混入して堆積し、累層堆積後の地層的な圧力をうけてレンズ状に変形したものと解すべきである。これと類似した現象は、古い盛土あとの断面や、河床の堆土中、新しい低位の河成段丘、自然堤防などを形成する土層中などにはしばしば認められることである。また、この地区は地史的にみて、久留米層の堆積後地盤の上昇時に削割せられ、さらに後久留米変動時の地盤沈下時代には水浸して、旧期洪積層の堆積をみたことは明らかであるから、多少にかかわらず、このような現象が残存することは十分に考えられることである（前掲第12図参照）。さらに、このような観点にたつて、Ⅰ～Ⅲ層とⅣ層との間にみられる土相急変の意義を考慮するとⅣ層の上位面は久留米層の上位部の削割面に相当し、それよりも上位のⅠ～Ⅲ層は旧期洪積層であると判定される。

この赤褐色の小レンズ土斑と、地層の堆積時代との関係は、とりもなおさずこの地層が堆積したとき、すでに赤色土の生成が行なわれていたことを物語るものとして、きわめて、重要なことである。そして、このようなレンズ土斑の形成されている例は高良台丘陵中に限らず、福岡県北部地域の鞍手郡福丸付近の洪積層の台地上にも、また、粕屋郡久山町山ノ神の洪積層扇状地の土層中にも認められた。

(vi) 佐賀県鳥栖市江島(旧旭村)の台地切取面
ここは、海拔高約40m、背振山塊の東南縁を占める洪積層の段丘の一部であつて、雲母片岩を基

盤とし、旧期洪積世の巨円礫層がこれを不整合に被覆する、堆積時代の判然とした区域の一部である（前掲第15図参照）。

断面の様相は、第22図、写真7に示すように、最表層約5cmは暗褐色で腐植を含んだ土層で、第Ⅱ層は赤褐色、礫まじりの土層、第Ⅲ層は主として花崗岩質礫からなる灰白色の巨円礫層からなる。この断面は一見現在の環境の影響によつて赤色土の生成が行なわれているようにみえるが、例示(iv)、(v)の断面と対比させ、さらに背振山塊南縁に発達する段丘群の形成を地史的に解析してみれば、旧期洪積層と赤色土の出現とが密接な関係にあることが容易に理解できるであろう。

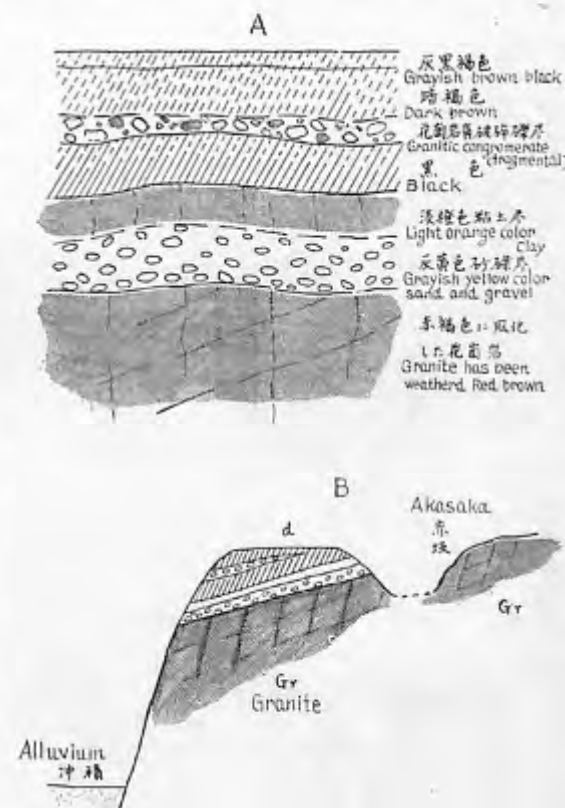
この例示と同様な形態をもつたものは、背振山塊南縁の各所に、また、八女丘陵中の福岡県八女郡広川町川瀬、久留米市高良山中、粕屋郡須恵町、宇美町、久山町中久原、福岡市西油山、遠賀川流域の飯塚市近傍の丘陵地など、多くの地域でみることができる。

(vii) 佐賀県鳥栖市田代町長ノ原の崖断面

この崖の海拔高は約50m、背振山塊東南縁で二日市地溝の南端に位置する。断面の模様は第23図、写真8、9に示すとおりである。

この基盤は黒雲母花崗岩からなり、その上端部約2mの範囲が著しく赤褐色に風化している。基盤と上位土層との境界面には古生層の珪岩質円礫層がみられ、明りような不整合面を形成している。この面よりも上位の土層は、下位から灰黄色の砂礫層、淡橙褐色の粘土層、黒色土層、花崗岩質破碎砂礫層、暗褐色の表土層の順位で堆積している。これらの土層はいずれも水成堆積の兆候を顕著に示している。鳥山²³⁾は、この地点がその南端部を占める二日市地溝帯内のこの種の現象を解析して、花崗岩体の上位平坦面を海蝕面であるとし、これにともなう水成堆積物層を新期洪積層および旧期沖積層としている（前掲第14図参照）。

このような資料をもとに、この崖断面の層位をみると、赤色風化をしている基岩体の上面は海蝕面がその後の海浸（新期洪積世）によつて再び侵蝕された新しい海蝕面となり、その上位土層は新期洪積層、または、土相の急変する上位の黒色土層から表層までが旧期沖積層、粘土層と比較的堅硬な砂礫層が新期洪積層と考えられる。しかしながら、この断面の周囲には上記の想定をさらに裏づけるような現象は認められなかつたし、二日市地溝の北部地域では、花崗岩体に新期洪積層の被覆が認められても、その風化面に赤色風化の



第23図 鳥栖市田代町長ノ原における赤色土と黒色土の出現様式
Occurrences of red soil and black soil at Tashiro, Saga prefecture.

微候が全然認められず、明らかに異なった形態を示している。この上位土層の正確な時代判定は困難である。筆者らの考えでは、この断面と地理的位置の近い前記の例示(vi)や、調査地域の他の多くの赤色風化事例を対象して考察すれば、上位土層の下半部は旧期洪積層に近く、また、上位の黒色土層は新期洪積層と考えるのが至当である。

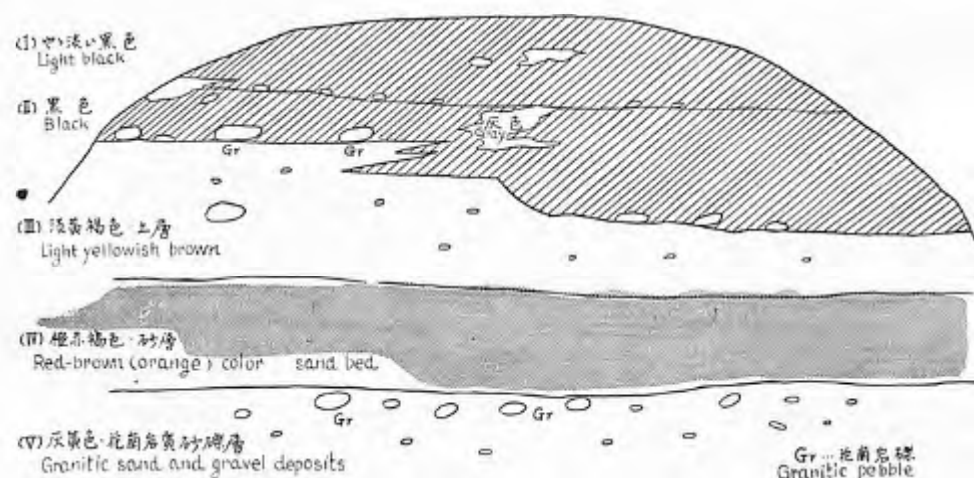
いずれにしても、この地点で黒色土層が埋没土の形で、しかも、新しい時代の水成堆積層の中に地層的な出現をしたということは、この地域の黒色土層の生成を考える上に重要な意義をもつものとする(写真9参照)。

この地点に隣接した赤坂部落付近では、上位土層の堆積を欠いて赤色にビランした花崗岩体が露呈しているところがあり(第23図参照)。また、白色に深層風化した花崗岩体の小丘が各所にみられる。これら一連の現象から見て、岩体の風化および地層の堆積後、地史の変遷途上において地塊によつて運動量に差があつて、その結果剝削の程度に差を生じたものと解されるので、赤色風化(赤色土の生成)が、少なくとも基岩体上に被覆した土層の堆積時あるいは、それ以前の地質時代にさかのぼることが十分にうかがわれる。

つぎに、黒色土層の出現様式にみられる特徴のある現象を例示して検討を加えてみる。

(viii) 佐賀県神埼郡仁比山村志波屋・伊勢塚古墳脇の切取面

背振山塊南麓の海拔高約30m、旧期洪積世の段丘面に接した新期洪積世段丘面上の凸部にあたる。この断面は第24図、写真10に示すように、全土層ともに堆積した形態が明りようである。この黒色土層の出現様式は、他の黒色土層の場合と違つて、著しい特徴をもっている。すなわち、凹地形部ではないにもかかわらず黒色土層の厚さは最大約2.5mに及び、さらに、この黒色土層は単列の円礫層を境として、上下2層にわかれ、硬さと色調に多少差異が認められる。また、下層の淡黄褐色を呈する土層との境界は最も特徴的で、かなり大きな花崗岩の円礫が界面に沿つて存在するほか、上下層がかなり尖鋭な角度をもつて入りこんでいる。このような形状から、この境界面は不整合的な面と判定されるから、上記の地質上の位置から判断すれば、上位にある黒色土層は古い土層を切つて堆積した新期洪積層となる。

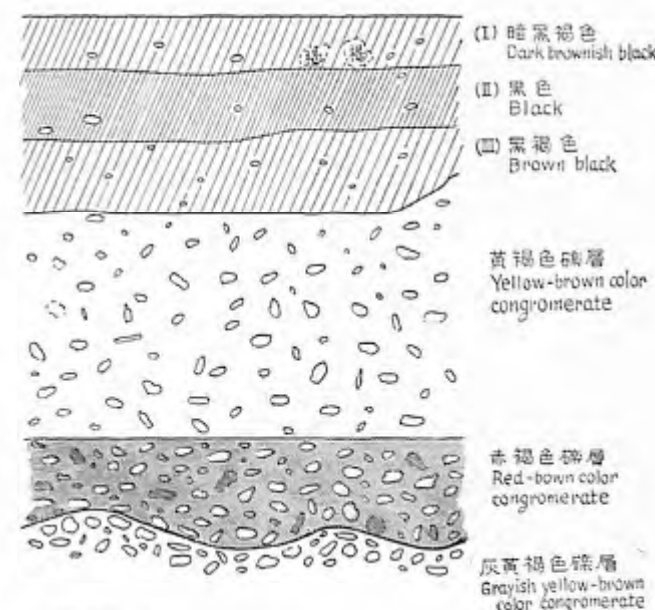


第24図 佐賀県伊勢塚古墳段丘上の黒色土層の出現様式
Occurrences of black soil on the diluvial terrace at Isezuka, Saga prefecture.

背振山塊南麓の旧期洪積層の段丘は比較的開析寸断されて断片的に認められるにすぎない。したがつて、これとほぼ同高位置に接触する伊勢塚型の土層分布もまた決して広くはない。しかしながら、この位置よりも少し低位の新期洪積層の段丘面には、1m内外の厚さをもつ黒色土層が広く分布する。そして、この地域内のいずれの黒色土層も花崗岩質砂および円礫を多量に含有して、運積土の形態を示している。

(ix) 福岡県八女郡広川町川瀬、八女丘陵中の黒色土層

丘陵上位の平坦面にあり、海拔高約80m、久留米層を不整合に被覆する洪積層の最上位を占めている。この崖断面は、第25図および写真11に示すように、最下層は固結した灰黄色の礫層



第25図 福岡県八女郡広川町川瀬の八女丘陵にみられる黒色土層の出現様式
Occurrences of black soil on the Yame hills (younger diluvium) at Hirokawa, Fukuoka prefecture.

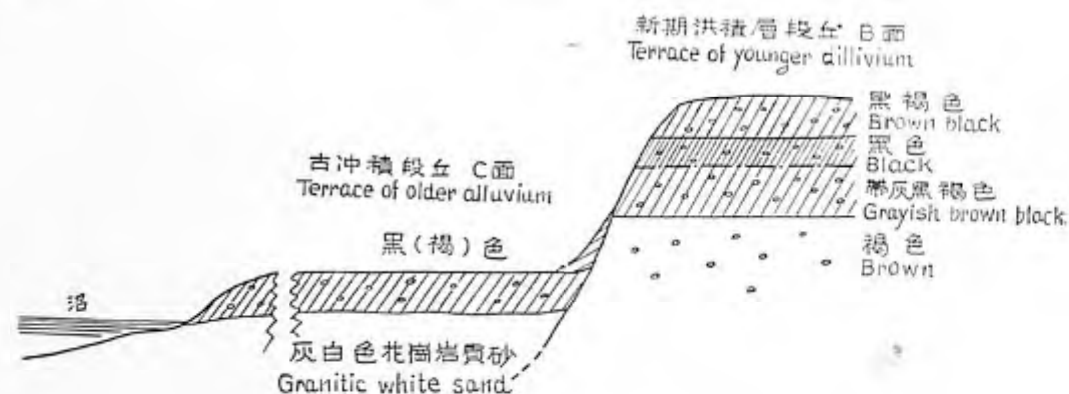
があり、その上位にはこの礫層を不整合的に切つた堆積形態を示す円礫質赤褐色の土層と、その上に円礫を含んだ黄褐色の土層がみられ、黒色土層はこの黄褐色土層をさらに不整合的に被覆する。

この黒色土層は色調の濃淡によつて、地表から暗褐色の土層(I層)、黒色の土層(II層)、暗黒褐色の土層(III層)の3重層に区分されるが、普通の土層断面における各層位の組合せと違つて、各層間の推移は一線を画して明りようである。このような現象は、一般に火山灰などの降下のように時代を異にした母材の供給があつた場合に、しばしばみられるところである。しかしながら、この黒色土層の場合各土層ともに珪岩質の小円礫を多数含み、母材は明らかに運積された形態をもっている。この観点にたつて黒色土層の3層の推移をみると、植生の変化により、あるいは腐植の滲透による層位の形成とは考え難くやはり、下層と同様な地層的な堆積をしたものと判断される。

この地層の最上位を占める黒色土層の堆積時代は、鳥山の資料⁷⁹⁾によつて新期洪積世であることは確実であるが、これと不整合関係をもつ下位の礫質土層、さらに最下層の固結礫層の堆積時代の決定には相当困難がある。既往の資料によると、この地域は久留米層を新期洪積層が不整合に被覆したことになっているが、前にも記述したように、後久留米変動後の地塊運動も小地域によつてかなり複雑で、各時代の地層の堆積も、また剝削もきわめて変化に富んでいるとみななければならない。この断面に隣接する周囲の各地の土層の様相と地質資料とを対比すれば、この断面の最下層である固結礫層は久留米層、その上位にある赤褐色の円礫質土層と黄褐色の土層は新期洪積層下部または旧期洪積層と判定される。

(x) 福岡市那珂町春日原付近の黒色土層

この黒色土層は、海拔高約16~18mで、他の黒色土層と違つて、調査地域内では最も低い位置に出現する。また、出現様式にみられる1つの特徴は、第26図に示すように約2m前後の高差をもつて2段にわ



第26図 春日原付近の黒色土壌の出現様式
Occurrences of black soil on the younger diluvium and the older alluvium deposits at Kasugabaru, Fukuoka city.

かれて出現することである。

高位の黒色土壌は厚さ約1m、運積土の形態を示し、花崗岩質の風化した破砕礫、砂を多量に含んでいるが、色の濃淡によって、表層から黒褐色の層（Ⅰ層）、黒色の層（Ⅱ層）、帯灰黒褐色の層（Ⅲ層）の3亜層に区分される。3層ともに構造の発達はみられずかなり緊密な形態を示している。

低位の黒色土壌は高位のものに比較して著しく砂質で、それほど緊密な堆積を示さず、また、色調も単色で亜層の分化も行なわれていない。黒色土層の厚さは約40cmで、下層の優白色な花崗岩質砂層に判然と推移する。この低位の黒色土壌に接続した凹地には小さな沼地が点在する。

この地区の黒色土壌にみられる上記の諸現象を既往の資料をもとに地史的にみると、この地区は二日市地溝のほぼ北縁に位置し、春日原地区は地溝内に存在する低位の新期洪積層の段丘と、その一部は段丘の西南方に存在する花崗岩体からなる海拔高約50mの海蝕段丘にはさまれた低地とにまたがっている（第27図参照）。したがって、高位の黒色土壌は新期洪積層の段丘面上に、低位の黒色土壌は旧那珂川および御堂川の古い河後低地、すなわち旧期沖積面に相当する。そして、この地区の黒色土壌は上記の2つの地史的堆積面の中でも河川の本流沿いにはみられないで、四囲の地形や河川の流路に関連して水流の速度が小さかつたと思われる地域や自然堤防にさえぎられた排水不良と考えられる地域にのみ限られた分布をしている。



第27図 春日原付近の洪積世以後の段丘群発達図
The kinds of terraces formed by lower diluvium to the older alluvium at Kasugabaru, Fukuoka city.

5) 赤色土の堆積あるいは生成時期とその環境

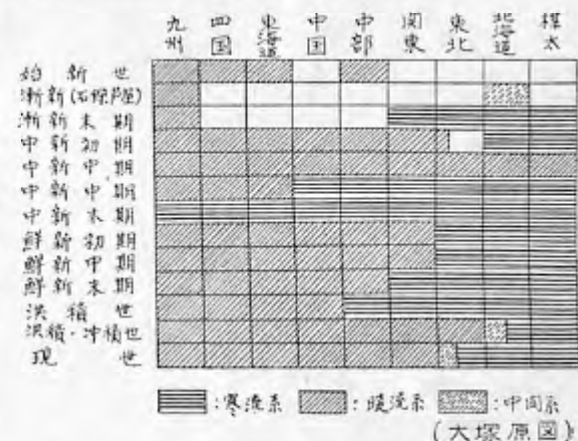
これまでの検討結果によつて、調査地域の赤色土の出現は、主に旧期洪積世の後久留米変動時期に形成された断面と、その後の地盤上昇にともなう旧期洪積世の水成堆積層に限られ、しかも、岩体に赤色風化の兆候がみられるものはすべて海蝕面直下に位置し、その他の場合はすべて堆積型を示すこと、また、新期洪積世および以後の堆積地層には赤色土の堆積が普遍的ではなく、存在する場合でも旧期洪積世のものよりも色調が淡く、しかも他の色調の風化物と混入して堆積した形跡が認められること、さらに、上記海蝕面のうちでも岩体に赤色風化の微候が認められるのは、その上位に水成堆積層の存在する場合に限られており、この層を欠く海蝕面上にはほとんどの場合赤色風化の微候が認められていないなどのことが判明した。この結果、調査地域における赤色土の主要な堆積時代は旧期洪積世であり、それ以後の地質時代の地層にみられるものは、いつたん堆積したものが侵蝕によつて削剥されて再び沈積した2次的なものであると判定される。

このように、旧期洪積世の地層にみられる赤色土の出現形態が堆積型を示すことと、海蝕面直下に赤色風化帯がみられることから、赤色土の生成時代は、この土層の堆積した旧期洪積世またはそれ以前の地質時代と考えられる。現在までの調査結果では、調査地域内には、旧期洪積世の地層に多量の赤色土を供給した根源の痕跡も、また、旧期洪積世以前の地層（調査地域では久留米層）中にも赤色土の流入堆積の微候が認められなかった。この現象と、調査地域が第三紀中期から第三紀末あるいは洪積世初期にわたる長い地質時代の間、陸地として残存し、削剥されつづけていたという地史的事実をあわせて考慮すれば、調査地域における赤色土の生成時代は、久留米層堆積以前の時代にさかのぼる可能性は、まずないと考えられる。

ここで、赤色土生成に関してもう1つの見方がなりたつ。それは、旧期洪積世の地層堆積終了直後の乾陸時代にその生成が行なわれたとするものである。この考え方の根拠は、前節に例示した崖または切取断面における赤色土層と不整合面直下の赤色風化帯の模様組合せが、普通の土層あるいは地層にみられる地中水の動きが土層または地層組織の精粗、堅軟など理学的性質の違いによつて影響をうけ、地中水に含まれた鉄分が、これら性状を異にする層の界面あるいは層中に析出してくる模様なきわめて似ていることによる。普通の状態では、この析出した鉄分の形態は褐鉄鉱型 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) で褐色を呈するが、ここでは赤鉄鉱型 ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) または針鉄鉱型 ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) を呈するための酸化脱水条件、すなわち、環境的に高温な条件が必要であつたと考えられるのである²⁰⁾。

つぎに、調査地域の赤色土の堆積あるいは生成と深い関係をもつ地質時代的环境について検討を加えてみることにする。

調査地域の第三紀後期から洪積世にかけての古気候に関する資料はきわめて少なく、



第28図 日本島および樺太における第三紀寒暖両海流の影響を受けた化石動物群の分布
Distribution of the fossils under the influences of cold and warm currents on the Tertiary at islands of Japan and Saghalien.

第1表 鮮新世以後の古気候 (三木茂氏による)

地質時代	地層名	気候	堆積状況	主な遺体植物
現世	<i>Aphananthe</i> bed	温暖	淡水層	<i>Aphananthe</i> , <i>Castanopsis</i> <i>Mallotus</i> , <i>Cinnamomum</i>
洪積層	上部 <i>Sapium</i> bed	暖	浅海層	<i>Sapium</i> , <i>Aleurites</i> , <i>Melia</i>
	中部 <i>Larix</i> bed	寒冷	淡水層	<i>Larix</i> , <i>Picea hondoensis</i> , <i>Pinus koraiensis</i>
	<i>Cryptomeria</i> bed	温暖	淡水層	<i>Cryptomeria</i> , <i>Sciadopitys</i> , <i>Chamaecyparis</i>
	下部 <i>Paliurus</i> bed	暖	浅海層	<i>Cupressus funebris</i> , <i>Paliurus Sapium</i> , <i>Juglans Sieboldiana</i>
鮮新世	上部 <i>Metasequoia</i> bed	温湿	淡水層 一部海成	<i>Metasequoia</i> , <i>Picea Maximowiczii</i> , <i>Juglans cinerea</i>
	下部 <i>Pinus trifolia</i> bed	暖	淡水層	<i>Picea Koribai</i> , <i>Pinus trifolia</i> , <i>Hemitrapa</i> , <i>Carya</i> , <i>Nyssa</i>

第2表 洪積世以後の古気候

地質年代 区分	絶 対 年 代 (ヨーロッパ) 年	氷 期 年 代 区 分				古 気 候 (現在に対比)	
沖 積 世	0-	サブアトランティック期				温	
	1000-						
	2000-						
	3000-	サブボレアル期				やや寒	
	4000-						
	5000-	アトランティック期				暖 (+2°)	
	6000-						
	7000-	ボレアル期				-6°より暖	
	8000-						
	9000-	プレボレアル期					
10000-							
洪 積 世	後 期	11000- 12000- 18000± 20000± 5~60000±	新ドリラス期	W ₄	ウルム (第4)氷期	-6°	
			アレレード期			温	
			旧ドリラス期	W ₃		-6°	
						温	
				W ₂		-8~-9°	
			ブランデンブルグ期			温	
				W ₁		-7~-8°	
		約150000	リス・ウルム (第3)間氷期				暖 (+2°)
		約240000	リス (第3)氷期				-8~-9°

地質年代区分	絶対年代 (ヨーロッパ) 年	氷期年代区分	古気候 (現在に対比)
洪積世	中期 約380000	ミンデル・リス(第2)間氷期	涼
		ミッセル(第2)氷期	-6~-8°? 海水 -5~-6°
	前期 約450000	ギンツ・ミンデル(第1)間氷期	暖
		約550000	
世	約280000~1000000	ギンツ(第1)氷期	-6° 海水 -4~-5°
	約600000~2000000		

また、その精度にもかなり開きがあるが、大塚⁵⁰⁾、三木³⁸⁾、漆・井尻³⁹⁾などの資料によると、第28図および第1、2表に示すように、第三紀末の鮮新世前期は暖かく、後期は温湿の条件、洪積世にはいつては氷期と間氷期が数回繰り返されているが、旧期洪積世中期(ギンツ・ミンデル間氷期)には現在よりも相当暖かかった時代があるとされている。

この旧期洪積世中期の暖かい時代は、調査地域の赤色土の主要な出現時期にほぼ相当する。したがって後久留米変動による地盤沈降に引きつづいて地層堆積終了直後の陸化した時代の新しい土地は、植生の被覆を欠いて、上記の暖かい環境をまともに受けたことは十分に想定されることである。

以上の検討結果から、調査地域の赤色土の生成は、旧期洪積世の地層堆積終了直後の陸化時に、地層中に滲透、析出した鉄分の形態が、上記の暖かい環境の影響を受けて変ぼうしたという機構を中心とし、さらに、これに付帯して赤色風化物の侵蝕による移動堆積が行なわれたという考え方が提出できるように思われるのである。

6) 赤色土にともなう黒色土壌の堆積時代と生成機構

4)節までの検討結果によつて示されるように、調査地域内に出現する黒色土壌は、赤色土よりも明らかに後期の生成物であり、また、その堆積時代は、新期洪積世から旧期沖積世に及んでいる。

このかなり幅の広い地質時代にわたつて出現する黒色土壌の生成上の共通の特徴は、すべて水と深く関係するということである。しかもこの黒色土壌の出現する地史的堆積面およびその出現様式にみられる特徴は、その腐植母材が水中において沈積をしたことはもとより、一部には黒色腐植の水流による2次的な堆積も存在することを示している。たとえば、伊勢塚の黒色土壌の堆積形態とその規模(前掲第24図参照)は、その地形上の位置からみても、陸上における腐植の集積によるものとはとうてい解釈できないことであるし、また、伊勢塚をはじめ地域内のすべての黒色土壌で、黒色土層と下層との境界線が一線を画し、また尖鋭に入り乱れるという現象も腐植母材の水底表面における沈積および腐植の水積以外の要素では解釈し難いことである。さらに、黒色土壌が埋没土の様相を示す鳥栖市長ノ原の断面(前掲第23図参照)で黒色土層の主位にある土層が、火山灰などの降下による陸上被覆の形態を示さないで、砂礫層をともない土層中に円礫を多数含んで明らかに整合的な水成堆積の形態を示すことは、黒色腐植あるいは母材をなす有機物の堆積が水中においてすでになされていたことを裏書きするものである。

このような観点にたつて、さらに黒色土壌の地史およびこれにともなう地形面上の分布位置をあわせ

て、調査地域内の黒色土壌の生成機構を考察すれば、新期洪積世から旧期沖積世時代に至るまでの期間内のそれぞれの時代に、比較的流速の影響の乏しい沼沢地域、あるいは内湾の水底に流入沈積または水縁植物の遺体を沈積し、水中において分解したが、その後の地史の変遷、主として地盤の上昇にともなつて順次排水されて腐植の形態を変じ生成されたものと解される。

調査地域の黒色土壌と同様な生成過程を経たものと判定される黒色土壌の存在は、最近日本の各地で種々の規模のものが発見されている。その中には、東海地方の三方原付近のもののように段丘地形の上位にみられるものや、三重県四日市市背後の古扇状地の背部にみられるなど比較的低位に位置するものをはじめとし、中国地方山間部の盆地地形や、四国西南部の大野見地区のもののように山間部のせまい谷間に位置するもの、また、阿武隈山中のように準平原面上にみられるものなど、地形上の位置も、海拔高の面でも、地域によつてかなり多様である。しかしながら、これらの黒色土壌はいずれも出現様式、断面形態にみられる特徴に水と関係した現象をとらなっている。

その中で、現在比較的高いところにみられる黒色土壌は、地史的観点からすれば、かつて準平原が形成された形跡の明りような地域、あるいは少なくとも老年期地形を呈した地域の凹地形と密接な関係を示している。これらの地域が古い地形面を形成した時代には、その中に多数の沼沢地が存在していたことは想定されるし、また、その証拠も各地で確認されている。これらの沼沢地では周囲と異なつた、たとえば上記のような腐植あるいはその母材の堆積が行なわれ、それがその後の地盤上昇にともなう河川の縦侵蝕の復活によつて決潰し、排水されて地表に露呈した場合には、地史的に明りように水没した低位のものとはほぼ同様な経過をたどつて、黒色土壌の生成が行なわれうことは論をまたないであろう。

つぎに、このような想定を裏づけるような例示を1, 2あげておく。

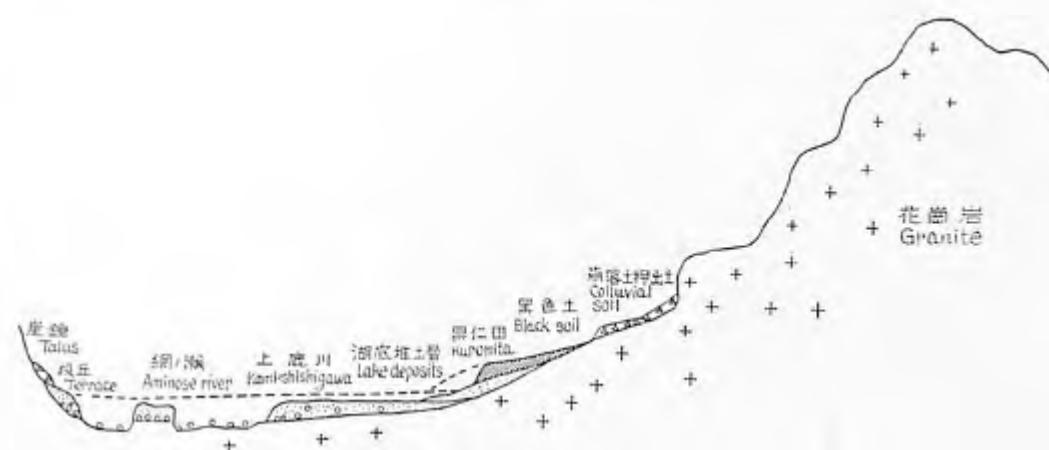
(i) 宮崎県東臼杵郡北方村上鹿川盆地の黒色土壌

この盆地は周囲を約1,500mの山岳に囲まれ、盆地の最低部位が海拔高約500m、周縁部が約700mで、比高が約200mを有する山間盆地であつて、五箇瀬川の支流網ノ瀬川によつて貫流されている。その地形と、土層縦断面の想定図は、第29図および第30図に示すとおりである。

上鹿川盆地がかつて水底であつた証拠は、現在なお盆地内に花崗岩質の円礫を含んだ黄褐色の新しい水成堆積の土層が、基盤の花崗岩体を切つて、段丘状に堆積していることと盆地の南縁の地峡部には、現在河川の洪水面よりもかなり高所に、明らかに水磨によつて形成されたと判定される岩段丘(滝あと)が



第29図 上鹿川盆地の地形と黒色土壌の分布
Distribution of black soil in relation to the topography of the Kamishishigawa basin, Miyazaki prefecture.



第30図 上鹿川盆地の水成堆積層と黒色土壌堆積想定断面図
Geological profile of the Kamishishigawa basin.

整然と配列することと十分であると考えられる。

また、この黒色土壌は花崗岩質の小円礫に砂を多量に含み、その一部は上記の水成堆積物層をおおつて存在するから、この盆地の湖底堆積層の最上位を占めて存在したことは明白である。この黒色土壌は現在盆地の縁の部位にだけ出現して、水成堆積土層の上面を全域にわたつて被覆しているわけではない。このことは、もともと、有機物を多く含んだ土層がフロア状のレンズ堆積をした可能性も考えられ、湖底の全面をおおつていたかどうかを知る材料は得られないが、この土壌の堆積を欠く大部分の黄褐色の水成堆積土層が相当侵蝕された波状の地形を示し、しかも水流沿いの地区でその傾向が著しいことなどから考えると、盆地の南部を占める崖壁状の山体地形が、河川の縦侵蝕によつて開口形成されて、湖水の水が退位したときに、流速の大きかつた流路の中心部では侵蝕量が大きく、辺縁部では流速が小さく、したがつて侵蝕がほとんど行なわれなかつた結果であると考えられる。

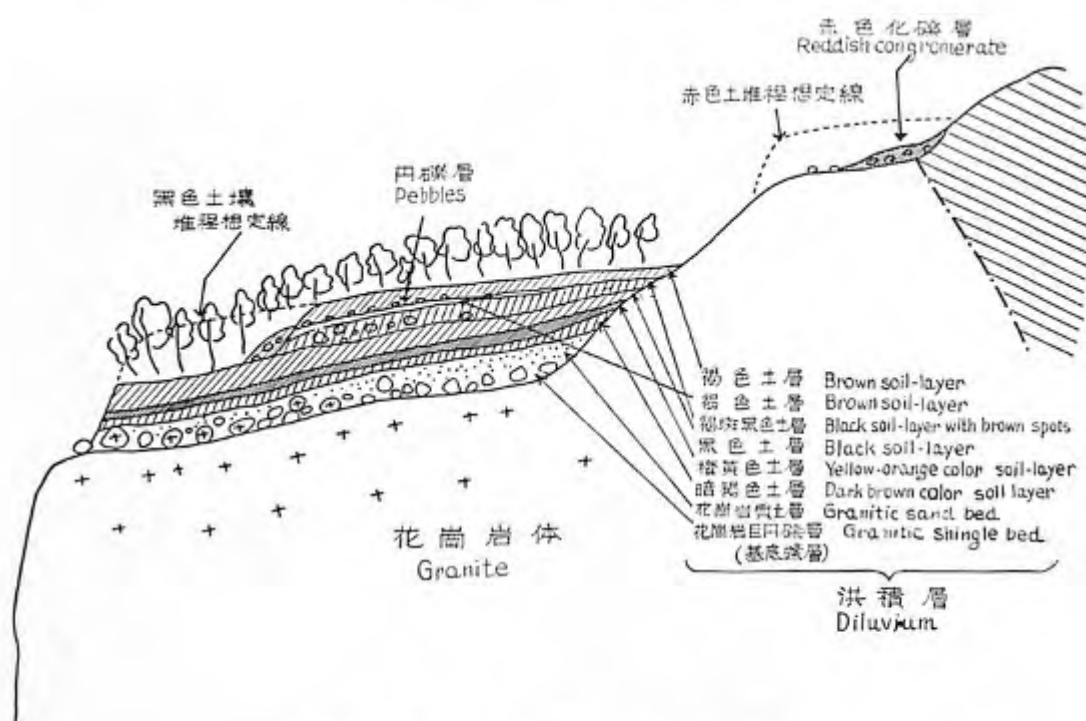
そして、湖水の形成やまたその開口の原因が、地質時代における準平原の形成と、その後における地盤の上昇による河川の縦侵蝕の復活によつていことは間違いない。

(ii) 高知県土佐清水市伊佐、足摺岬付近の黒色土壌

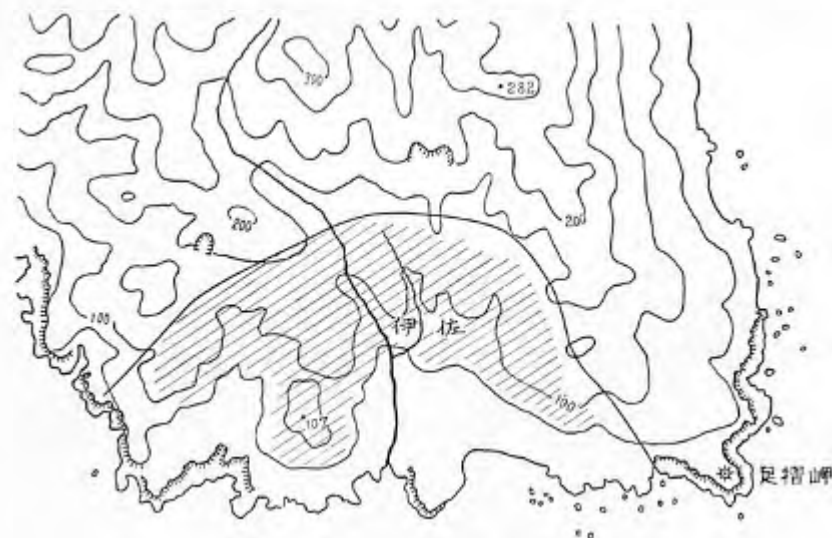
この土壌は、海拔高約100~120m、足摺岬付近に発達する海岸段丘上の天然林下にみられるものであり、基盤は花崗岩からなっている。その断面形態は、すでに林野土壌断面図集(I)⁽⁹⁾に掲載されているがその出現様式は、第31図に示すとおりである。

花崗岩の基盤を不整合におおう洪積層の最下層は、人頭大あるいはそれ以上の花崗岩質円礫層(基底礫層)からなり、その上位には花崗岩質灰白色砂層がみられ、それよりも上位の土層は、地表まで3~4m厚さに黒色土壌の堆積がみられる。詳細にみると、この黒色土壌は、主として色調の差によつて4~5層の土層に区分されるが、これらの各土層は、あるものは円礫の薄層によつて明りように推移し、また淡黄褐色の粘土層をはさみ、明らかに地層的な堆積形態を示している。

この黒色土壌の累層中で、最も黒味の強い土層は第III層(前掲第31図参照)であるが、現在この段丘は小溪によつて地形の開析が行なわれているために、段丘の先端部では黒味の強い第III層が地表に露呈していることを追跡できるので、この黒色土壌の生成が古いものであることが容易に判定できる。また、これ



第31図 足摺岬における黒色土壌の出現様式
Occurrences of black soil at Ashizuri Cape.



第32図 足摺岬付近の黒色土壌の分布
Distribution of black soil near Ashizuri Cape.

らの黒色土壌の分布は、第32図に示すようにほぼ弧を描いた形状を示してみられ、その他の幅の狭い段丘面にはみられない。この現象は、黒色土壌の堆積が、古地形的にみて水の動きの少なかった小内湾あるいは潟の部分にのみ行なわれたか、または残存したことを物語っている。

この黒色土壌のみられる段丘よりも高位の海拔高約 200m の付近には、赤色の礫粘土層がわずかに残存

した形態を示して出現する。これらの段丘の地史的な対比は、四国地方ことに太平洋岸の新生代における地塊運動の傾向²¹⁾に照合すれば、造陸運動にともなう海退現象の途上において順次形成されたことは明白であるから、ここでも赤色土の堆積時代の方が黒色土壌の堆積時代よりも古いということが示される。

黒色腐植の生成に関する研究は、なお多角的な検討が必要であると思われるが、これまで記述したような地質的な条件下の生成機構を裏付けると考えられる現象は、現在沖積地帯の河後低地や、排水不良の低湿地帯にみられる泥炭ならびに黒泥の形成や、大政²⁴⁾の、PwI 型土壌 (高山湿原ポドゾル) のように、泥炭を起源とした黒い腐植によつて特徴づけられている土壌の存在がある。

7) 古い水成による黒色土壌の母材および化学的性質

a) 母材

調査地域内の黒色土壌の母材は、前述のような堆積様式が示すように、多種の材料が混合している可能性が十分に考えられる。したがつて、巨視的にみればこの黒色土壌の母材は、土壌の存在する背後地の岩石およびその風化物の影響を強くうけることが当然考えられる。また、調査地域においては、この土壌または母材の主な堆積時代となつた新期洪積世の時代は、玄武岩の噴出をはじめとして九州南部、中部の諸火山の活動が相当活発であつたことが知られているので⁷²⁾⁷³⁾、これら火山放出物の降下とその流入がなされたことも当然考えねばならない。

野外における各地点での黒色土壌の断面調査結果では、花崗岩類の流入形跡が、もつとも普遍的であつた。これはその背後地の地質からみて当然の結果であるが、黒島はさらに、黒色土壌中に含まれる砂分を分離して、粗砂、細砂の一次鉱物の検定を行ない、土壌母材の鑑別を試みた。

砂分分離の方法と鑑別法:

6% H_2O_2 で腐植を分解し、その後10% HCl を 5~10cc 加え煮沸して脱鉄を行ない、あとは常法により粗砂、細、微砂の分離を行ない、水洗乾燥後、粗砂はそのまま、細砂はプレバートに封じて検鏡用に供した。細砂中の各鉱物は顕微鏡視野中に現われた数を数え、4視野の平均数度をもつて表示した。非品質風化鉱物 (主として長石類) の表示も同様である。風化程度は 1~5 の 5 段階に区分した。また、長石類の種類検定には X 線回折法を用いた。その結果は第 3 表に示すとおりである。

この結果、調査地域および調査地域のものと、これと同様な生成過程を経たと判断される足摺岬、亀山 (三重県四日市市西方古扇状地) 等の黒色土壌の母材は、伊勢塚 (佐賀県) および足摺岬 (高知県) のものが花崗岩のほかに火山ガラスの混入率がやや高く、火山灰の影響がやや強いと判定されたが、それ以外のものは火山ガラスの混入率が一般に低く、さらに浮石、融蝕性石英や輝石類など火山放出物と関係が深いとされる鉱物類の混合がほとんどみられないで、大部分が花崗岩質砂からなり、これに相当量の片岩類母材の影響がみられたものが多かつた。また、多くの試料で長石類の砂が丸い形態を示したこと、磁鉄鉱の単体結晶が相当数含有されたこと、および高良台の試料から海綿骨片とみられるものが検出されたことなど 2, 3 の兆候は母材が水成堆積をしたことを物語るもので、野外観察の結果が正しいものであることが裏づけされた。

b) 化学的性質

上記のような多種の母材が水成堆積した生成過程を示すこれらの黒色土壌の化学的性質を調べ、従来から火山性黒色土⁷⁴⁾あるいは、Ando-soil⁷⁵⁾と呼ばれている黒色土壌の性質、すなわち、内山⁷⁶⁾らによればその化学的性質は礫土質であつて、粘土の珪礫比は 2 以下、遊離性のアルミナが多く、したがつて磷酸吸

第3表 黒色土壌の
Mineralogical composition of fine

名称 Soil name	番号 Soil No.	層位 Horizon	細砂粒径 Size of Fine sand	石英 Quartz	長石属 Feldspar group	角閃石 Horn- blende	輝石類 Pyrox- ene	火山 ガラス Volcanic glass	絹雲母 Sericite	雲母類 Mica group	磁鉄鉱 Magne- tite
伊勢塚 Isezuka	VII	A ₁	中	10	5	35	0	43	0	3	4
			細	27	24	0.5	0	41	0	3	4
		A ₂	中	5	3	24	0	33	0	5	30
			細	33	34	1	0	30	0	1	0
西牟田 Nishimuta	IV	A ₁		43	37	2	0	6	7	0	5
		A ₂		52	40	2	0	3	1	0	2
高良台 Kōradai	IX	A ₁		65	24	5	0	5	0	0	1
		A ₂		49	37	4	0	8	1	0	1
春日原 Kasugabaru	X	A	中	38	54	4	0	4	0	0	0.5
			細	33	54	10	0	3	0	0	±
		B	中	6	35	55	0	3	0	0	1
			細	30	62	2	0	6	0	0	0
基山 Kiyama	VII	A		55	20 丸	5	0	10	8	0	2
		A'		62	25 丸	+	0	3	10	0	+
佐賀 Saga		A ₁		48	25	4	0	12	9	0	2
		A ₂		52	27	5	0	8	7	0	1
足摺 Ashizuri		A ₁	中	22	11	50	0	14	0	1	+
			細	23	36	25	0	8	0	5	0
		A ₂	中	12	23	40	0	7	0	3	15
			細	25	35	14	0	26	0	0	0
		A+B	中	16	16	45	0	19	1	2	1
			細	39	49	5	0	4	0	0	0
鹿川 Shishigawa		A ₁		35	50	6	0	4	0	5	±
		A ₂		26	57	4	0	5	0	10	2
亀山 Kameyama		A	中	3	11	58	0	2	0	0	28
			細	48	24	2	0	0	0	0	24
		B	中	25	73	2	0	0	0	0	0
			細	4	88	8	0	0	0	0	0

* 表中一次鉱物および非晶質鉱物の数字は粒数百分率

母材鑑別表

sand (0.2~0.1mm) of black soils.

粗砂・礫 Coarse sand・Gravel	非晶質 (風化) 鉱物 Amor- phous minerals	風化程度 Grade of weather- ing	長石の風化 Weather- ing of Feldspars	X-Ray による 長石の種類 Kind of Feldspar	岩質 Rocks	層位の整合不 整合と堆積環 境 State of sediment of formation	判定 Decision
石英砂多, 正長石少	2	1	新鮮	正長石	花崗岩風化 物と火山灰	凹地形部に 水成堆積	河道部
	4	1		微斜長石			
正長石・石英	3	1	新鮮	正長石	"	"	
	17	2	多	灰曹長石			
粗面岩片, 花崗岩片(丸) 雲母片岩片, 石英砂, 正長 石, 角閃石, 磁鉄鉱, 火山 ガラス	1	1	多	正長石	花崗岩, 雲 母片岩風化 物と多少の 火山灰	水成堆積物 ・整合	河川の 流入に よる水 成堆積 物
	40	2	著しい	微斜長石			
花崗岩片, 雲母片岩片, 粗 面岩片, 石英, 正長石, 雲 母, 角閃石, 火山ガラス, 海綿骨片, 石英長石砂多	4	2	やや 著しい	正長石	花崗岩, 雲母片岩と (火山灰)	"	
	15	3	著しい	微斜長石			
正長石, 石英, 角閃石	7	2	多	正長石	花崗岩	凹地形部に河 川流入	
	11	2	少	灰曹長石			
石英, 正長石, 角閃石	57	2	著しい	正長石	"	整合	
砂分多し	81	3	甚だしい				
花崗岩片, 雲母片岩片, 石 英, 正長石(丸), 角閃石, 絹雲母, 石英砂多, 火山ガ ラス稀	±	2	著しい	正長石	花崗岩, 雲 母片岩風化 物	水成堆積物 ・整合	河川の 流入に よる水 成堆積 物
	5			微斜長石			
花崗岩片, 雲母片岩片, 石 英, 長石, 雲母類, 角閃石, 磁鉄鉱, 火山ガラス	45	1	多	正長石	花崗岩風化 物に火山灰 混	河川氾濫 流入堆積 整合	
	35	2	著しい	灰曹長石			
石英, 正長石, 曹長石, 角閃石, 砂多し	3	1	新鮮	正長石	花崗岩風化 物に火山灰 の混入	水成堆積物 整合	
	4	1		微斜長石			
ほとんど長石, 粗面岩片, 黒雲母少し	23	1	多	"			
	3	1	新鮮				
石英, 角閃石, 正長石, 雲母, 砂多し	12	2	多	"			水成堆 積層
	40	3	著しい				
花崗岩片, 石英, 正長石, 雲母, 角閃石, 砂多し	6	2	多	正長石	花崗岩風化 物	水成堆積物	
	20	2	著しい				
粘板岩, 結晶質砂岩, 砂岩, 石英, 絹雲母	3	1	多	曹長石	結晶片岩古 生層	水成沈積層 不整合	
	7	1	少				
砂質頁岩, 珪質砂岩, 珪質頁岩	62	5	甚だしい	曹長石	第三紀頁岩 風化物		
	86	5					

収力が大きく、硝酸吸収係数値が1,500以上、なかには2,500以上を示すものがあり、また、一般に強酸性で置換性石灰・苦土の含量がすくなく、その飽和度は多くの場合8%以下を示す。有機物含量は平均8%、なかには30%に達するものがある、などとされるが、これとどのような関連性を示すかを検討した。

1) 実験項目とその方法

イ、粘土中の主要な無機成分 (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2) の分析

粘土の採取: 風乾細土10~20量に稀アンモニア水 (1:3,000) 1,000容を加え、end over end 型振盪機で数時間振盪したのち、恒温水槽中に静置し、サイフォン法によつて粘土分 (<2 μ) を含む懸濁液をあつめ、この懸濁液中の粒子が相当少量になるまでこの操作を繰り返した。あつめた懸濁液を sharples 超遠心分離機中を通してその中の粘土を捕集し、風乾後メノウ乳鉢を用いて粉砕して実験に供した。

粘土の熔融と SiO_2 の定量: 熔融には Na_2CO_3 を用い、常法によつて珪酸分離を行ない、灰化灼熱して恒量をもとめた後、 $\text{HF-H}_2\text{SO}_4$ 処理をして再び灼熱し恒量をもとめ、秤量値の差を SiO_2 の量とした²⁷⁾。

第4表 北九州地方の黒色
Chemical properties of

土 名 Name	断面 番号 Profile No.	層 位 Hori- zon	粘 土 分 析 Clays (<2 μ)			モ ル 比 Mol ratios			遊離酸化 鉄 Free Iron oxide, as Fe_2O_3 %	pH	
			SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$		H_2O (1:2.5)	KCl (1:2.5)
伊勢塚 Isezuka	viii	A ₁	37.8	33.5	8.82	1.91	1.64	0.17	3.19	4.4	4.4
		A ₂	38.9	35.5	8.33	1.86	1.62	0.15	3.86	4.4	4.4
		B	39.0	35.5	7.05	1.86	1.65	0.13	3.40	4.5	3.6
西牟田 Nishimuta	iv	A ₁	35.3	43.8	1.01	1.37	1.37	0.15	4.88	4.5	3.8
		A ₂	33.9	35.9	9.30	1.60	1.37	0.17	4.82	4.7	3.8
春日原 Kasugabara	x	A	32.3	32.5	8.32	1.68	1.45	0.16	3.15	4.5	3.9
		A _(黒斑)	—	—	—	—	—	—	3.17	4.5	3.7
		A—B	36.7	35.0	8.14	1.78	1.55	0.15	3.59	4.7	3.8
		B—C	30.6	39.3	7.60	1.32	1.18	0.12	4.43	4.9	3.8
高良台 Kōradai	ix	A ₁	29.4	37.3	8.90	1.34	1.16	0.15	4.77	4.9	4.0
		A ₂	24.3	29.8	13.30	1.38	1.08	0.29	5.36	4.8	3.9
三井 Mitsui	**	A	33.8	35.8	8.43	1.60	1.39	0.15	10.10	4.9	4.0
		B ₁	30.6	39.9	7.10	1.30	1.17	0.11	5.31	4.5	4.4
基山 Kiyama	vii	A ⁺	51.5	28.0	12.30	3.12	2.44	0.28	11.00	4.4	3.9
		A'	38.5	35.4	7.98	1.84	1.61	0.14	2.04	4.6	3.8
佐賀 Saga	(viii)	A ₁	26.9	39.4	8.64	1.16	1.02	0.14	2.98	4.1	3.8
		A ₂	26.1	37.8	10.60	1.17	0.99	0.18	3.05	4.2	3.7

*第III章4) 節断面番号 **耳納山塊北麓新期洪積層 ***背振山塊南縁の新期洪積層、伊勢塚よりも約2

混合酸化物の量: 珪酸分離後の母液中で NH_4Cl の共存においてメチルレッドを指示薬として NH_4OH で沈殿をつくり、再沈殿を行なった後、磁製ルツボを用いて灰化・灼熱して恒量をもとめた²⁸⁾。

Fe_2O_3 と TiO_2 の定量: 粘土を $\text{HF-H}_2\text{SO}_4$ 処理してから HCl に溶解し、 Fe と Ti をチロン法で比色定量した⁴⁰⁾。

Al_2O_3 の量: 混合酸化物の乾燥粘土についてのパーセンテージから Fe_2O_3 と TiO_2 の乾燥粘土についての和を差し引いた値を Al_2O_3 のパーセンテージとした。したがって、 Al_2O_3 の値の中には混合酸化物中のごく微量の Si , もしくは P , Zr , V などの酸化物の含量が含まれているが、土壌粘土中では Al_2O_3 の量に対しては実用分析上無視して差しつかえないと想定した。

ロ、pH (H_2O): 風乾細土1量に炭酸ガス不含有水2.5容の割合に加えて浸出し、乾燥母液した母液についてガラス電極pH計で測定した。

ハ、pH (KCl): 風乾細土1量に1N KCl 溶液2.5容の割合に加えて浸出し、pH (H_2O) と同様に操

土 壌 の 化 学 的 性 質
black soil in Kyūshū.

置換 酸度 Exch. acidity	加水 酸度 Hydrol. acidity	$y_1/y_{(1)}$	磷酸吸収 係数 Phosphate absorptive coefficient $\text{P}_2\text{O}_5\text{mg}$ 風乾土 Airdried soil 100g	置換容量 Cation exchange capacity m.e./ 100g	置 換 性 Exch.		石灰飽 和 度 Rate of exch. Ca satura- tion %	石灰・苦 土飽和度 Rate of exch. Ca+Mg satura- tion	置換性 石灰/苦 土 Exch. Ca/ Mg (モル 比)	全窒素 Total Nitro- gen %	全炭素 Total Car- bon %	炭素率 C/N ratio
					石 灰 Ca m.e./ 100g	苦 土 Mg m.e./ 100g						
y_1	$y_{(1)}$											
32.8	131.8	0.25	2761	65.03	0.36	0.19	0.5	0.8	1.9	0.51	13.48	26
37.8	140.3	0.28	2813	67.48	0.29	0.20	0.4	0.7	1.5	0.61	15.18	25
29.2	34.6	0.84	1152	15.28	0.17	0.30	1.1	3.0	0.6	0.05	0.53	10
14.6	46.5	0.31	2082	27.04	1.07	0.55	3.9	6.0	1.9	0.25	4.82	19
15.5	62.5	0.25	2340	34.87	0.91	0.37	2.6	3.6	2.5	0.21	5.07	24
20.3	60.1	0.34	2529	36.08	0.49	0.27	1.3	2.1	1.6	0.36	7.28	20
29.0	115.3	0.25	2811	47.10	0.30	0.14	0.6	0.9	2.1	0.35	9.75	28
25.1	83.2	0.30	2226	34.39	0.76	0.20	2.2	2.7	3.8	0.22	5.09	23
12.1	28.1	0.48	1022	19.30	0.41	0.40	2.1	4.2	1.0	0.09	0.75	8
7.6	48.4	0.15	2433	30.83	1.28	0.44	4.1	5.5	2.9	0.44	7.40	17
11.1	32.8	0.34	1962	19.62	0.42	0.05	2.1	2.4	8.4	0.11	1.89	17
20.1	80.1	0.25	2661	43.13	0.34	0.26	0.7	1.3	1.4	0.27	6.75	25
10.0	34.1	0.29	2210	19.35	0.17	0.12	0.8	1.5	1.4	0.18	2.63	15
12.8	60.9	0.21	2768	33.04	0.27	0.12	0.8	1.1	2.2	0.28	7.63	27
9.8	31.3	0.31	1054	13.91	1.96	0.36	14.1	16.6	5.4	0.17	3.01	18
16.2	42.8	0.38	2274	37.83	0.26	0.22	0.6	1.3	1.2	0.41	9.81	24
10.6	35.4	0.30	2062	28.64	0.39	0.36	1.3	2.6	1.1	0.28	6.08	22

~3 m 低位 + 暗褐色で黒色味がない

作測定した。

ニ. 置換酸度 y_1 : ハと同様にして得た汲液をフェノールフタレンを指示薬として、0.1 N NaOH 標準液で滴定した⁵⁹⁾。

ホ. 加水酸度 y_1 : 風乾細土 1 量に中性 1 N $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液 2.5 容の割合に加えて浸出し、乾燥汲過した汲液を、フェノールフタレンを指示薬として 0.1 N NaOH 標準液で滴定した⁶⁾。

ヘ. 磷酸吸収係数: 磷酸 2 アンモニウムを用いる「本邦土性調査における方法」によつた⁶⁾。

ト. 遊離酸化鉄: MEHRA および JACKSON のハイドロサルファイト法により遊離酸化鉄を抽出し、抽出液中の鉄は重クロム酸カリウム標準液による滴定法で定量した¹⁰⁾⁴⁵⁾。

チ. 置換性石灰および苦土: Peech 法⁶⁾によつて得た中性 1 N $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ 溶液による浸出液を蒸発乾燥し、固型物を王水で処理して腐植と酢酸アンモニウムを分解した後、HCl で処理して塩化物に変え、その蒸発残渣の水溶液を溶媒抽出用分液漏斗中で溶媒抽出液により Fe, Al, Ti, Mn などを除去する⁴⁷⁾。水相を定容とし、2つの一定分量をとり、一方でエリオ・クローム・ブラック T を指示薬として EDTA 標準液で滴定して Ca・Mg の含量をもとめ、他方で Patton-Reeder の指示薬を用いて EDTA 滴定して Ca の量をもとめ、両者の差から Mg の量をもとめた⁴⁸⁾。

リ. 置換容量: Peech 法によりチの浸出液から分離した NH_4 飽和土壌をメタノールで洗つて過剰の塩溶液を除去した後、微酸性にした NaCl 溶液で洗つて得られた溶液をケルダール法により水蒸気蒸溜し、溜溜を H_2SO_4 標準液中にうけ、過剰の酸を NaOH 標準液で滴定し、吸収された NH_3 の量をもとめ、原細土の置換容量を算出した⁷⁾。

ス. 炭素: Tiurin 法の改変法⁵¹⁾によつた。

ル. 窒素: Kjeldahl 法の改変法⁵²⁾によつた。

ii) 分析結果と検討

分析結果は、第 4 表に示すとおりである。

第 5 表 北九州地方の黒色土壌と同一生
Chemical properties of black soil in other areas

地 方 Gross division	土壌名 Soil name	層 位 Horizon	pH		置換酸度 Exch. acidity y_1	磷酸吸収係数 Absorptive coefficient of Phosphorus $\text{P}_2\text{O}_5\text{mg}$ 風乾土100g airdried soil	置換容量 Cation ex- change capacity $\text{m.e.}/$ 100g	置 換 性 Exch.	
			H_2O (1:2.5)	KCl (1:2.5)				石 灰 Ca $\text{m.e.}/100\text{g}$	苦 土 Mg $\text{m.e.}/100\text{g}$
四 国 Shikoku	足 摺 Ashizuri	A	6.1	5.3	0.7	2118	42.5	6.19	0.61
		A ₁ '	5.0	4.4	11.6	2374	28.5	0.25	0.19
		A ₂ '	4.9	4.9	10.7	3080	47.3	0.10	0.12
東 海 Tōkai	亀 山 (青木)	A ₁	5.2	4.0	20.8	2559	43.5	0.14	0.02
		A ₂	5.3	4.1	25.3	2926	57.4	trace	trace
	亀 山 (青木)	A	4.8	4.2	15.5	2567	30.8	trace	0.10
		B	5.1	4.3	11.7	1258	10.3	0.20	0.13

試料…黒島・松井・木立採取 分析値…松井・春原:土壌調査部業務報告会資料(1961)中間報告

この結果をみると、珪礫比では基山〔第Ⅲ章 4) 節例示 (iv)〕の A 層(暗褐色)のみが 3 以上を示したが、他は 1.3~1.9 で、そのほとんど全部が礫土質であることを示した。また磷酸吸収係数は、B 層と基山の A' (埋没黒土層)を除いては 2,000 以上の大きな数値を示し、火山性母材の混入度合とは格別な関係が認められなかった。pH 値 (H_2O) はすべて 4 台で強酸性を示し、置換、加水両 y_1 値では加水酸度 y_1 値がことに大きな値を示したほか、置換性石灰・苦土 g の含量はすくなく、ことにその飽和度は上記基山の A' を除いて著しく低く、その不飽和性はポドゾル土壌に近似した内容を示している¹⁶⁾⁶⁸⁾。また、炭素量は伊勢塚の土壌が 10% を越したほか、他は 5~10% の範囲を示し、炭素率は 15~28 の範囲を示した。

また、調査地域以外の黒色土壌のうちで、調査地域のもと同様な生成過程を経たものと判定された四国地方足摺の黒色土壌〔第Ⅲ章 6) 節 29 頁 参照〕と東海地方四日市市西方古扇状地の黒色土壌〔第Ⅳ章 1) 節 44 頁参照後述〕の化学的性質は第 5 表⁵⁹⁾に示すとおりで天然林におおわれた足摺の A 層のみが森林からの物質循環の影響を強くうけているとみられるほかは、調査地域の黒色土壌とはほぼ同様な性質を示している。

調査地域の黒色土壌およびこれと同じ生成過程を経たと判定される黒色土壌の化学的性質が示したこれらの特徴を、前記の内山らの提唱する火山性黒色土の化学的性質にみられる特異な性質と対照すれば、全く類を同じくすることがわかる。

ここで、筆者らの注意を喚起したのは、黒色土壌の生成と母材すなわち火山灰との関係である。

冒頭にも記述したように、日本の黒色土壌の大部分のものが火山灰の堆積地に分布していることから、粘土鉱物学的研究とも相まって火山灰が黒色土壌の生成に関して支配的な要因であるとする考え方が、わが国の土壌学界の主流をなしている。

ところが、筆者らの研究対象とした黒色土壌では、その化学的性質が火山性黒色土といわれるものと同様であつたにもかかわらず、鉱物学的考察の結果火山灰の混入率が必ずしも支配的でなかったのである。しかも、土壌によつて火山灰混入の度合にかなり差が認められたにもかかわらず、その差に相応した化学成になる黒色土壌の化学的性質 same formation for northern Kyūshū.

石灰飽和度 Rate of exch. Ca. saturation %	石灰・苦土 飽 和 度 Rate of exch. Ca+Mg saturation %	置 換 性 石灰/ 苦土 Exch. Ca/Mg (モル比)	全 窒 素 Total nitrogen %	全 炭 素 Total carbon %	炭 素 率 C/N ratio	植 生 Vegetaion
14.6	16.0	10.0	0.90	10.9	12	タブノキ・イスノキ天 然生林 (100年以上)
0.9	1.5	1.3	0.42	6.2	15	
0.2	0.5	0.8	0.42	11.5	27	
0.3	0.4	7.0	0.70	14.4	21	クロマツ人工林 (30年)
—	—	—	0.52	15.1	29	
—	0.3	—	0.31	8.2	26	茶 畑
1.9	2.2	1.5	0.06	0.5	8	

による

第6表 一次鉱物による森林土壌の母材鑑別

Mineralogical composition of fine sand (0.2~0.1mm) of forest soils (Podzolic soil, Brown forest soil).

地 方 Gross division (of Japan territo- ry)	土 壌 型 Soil type	層 位 Horizon	一 次 鉱 物 粒 度 % Minerals										風化岩片 Fragment of wea- thered rocks		基 岩 Base rock	母材判定 Decision of soil material	備 考 Note
			火 山 ガラス Volcanic glass	石 英 Quartz	長石類 Feld. spar group	雲母類 Mica group	角閃石 Horn- blende	輝石類 Pyrox- ene	磁鉄鉱 Magne- tite	緑泥石 Chlorite	スコーリア Scholla	基岩片 Frag- ment of rock					
四 国	P ₀₁₁	A	50	10	28	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	火山灰と基 岩風化物の 混合
		B ₁	50	11	32	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	P ₀₁	B ₂	35	—	57	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	火 山 灰
		A	69	15	11	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Shikoku	B ₀	B	48	2	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	基岩風化物 に火山灰の 混入
		A	22	14	40	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B _{0(d)}	A-B	22	5	55	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	基岩風化物 に火山灰の 混入
		B	18	—	34	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
東 海	B ₀	A	6	9	26	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	中生・頁 砂岩・頁 岩
		B	6	9	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B ₀	A	20	38 ⁺	16	4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	中生・頁 砂岩・頁 岩
		B ₁	24	28 ⁺	26	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tōkai	B ₀	B ₂	19	35 ⁺	26	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	中生・頁 砂岩・頁 岩
		A ₁	11	28 ⁺	34	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B ₀	A ₂	27	30 ⁺	30	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	中生・頁 砂岩・頁 岩
		B	16	29 ⁺	28	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tōkai	B ₀	A	11	18 ⁺	22	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	中生・頁 砂岩・頁 岩
		B ₁	12	12 ⁺	22	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B ₀	B ₂	10	17 ⁺	7	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	中生・頁 砂岩・頁 岩
		A ₁	6	40 ⁺	10	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tōkai	B ₀ -B _{0E}	A ₂	12	31 ⁺	7	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	基岩風化物 に火山灰混 入
		A-B	6	28 ⁺	12	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B	A	12	32 ⁺	9	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	基岩風化物 に火山灰混 入
		B	12	32 ⁺	9	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

的性質の相違が認められなかつたのである。

火山灰が黒色土壌の生成に支配的要因となるとするならば、火山灰の影響の大きいわが国では、黒色土壌の分布は、さらに普遍的であるはずである。しかし、筆者らの既往の調査によれば、火山灰を母材とする土壌が常に黒色土壌であるということではなく、日本各地で、他の土壌群、その多くは褐色森林土およびポドゾル化土壌に属するきわめて多数の例を認めている。しかも、従来の考え方からすれば当然黒色土壌が現われても良いと思われる地形においても、他の土壌群が分布していたのである。

筆者らの用いた試料では火山灰の混入率に相当な幅があつてもその性質にほとんど変化がみられなかつたということをさきに述べたが、この事実に対して、試料中の火山灰の量はそれが最少のものであつても、黒色土壌の生成に十分であるということも考えられる。そうすると、日本全土の黒色土壌の分布は、さらにはるかに増大するはずである。なぜならば、日本は世界的な火山地帯であるから、土壌のほとんどが多少にかかわらず火山灰の影響を受けているとみるべきであるからである。

黒島は、その例示として、日本で比較的火山灰の影響のすくないと考えられる地域の褐色森林土およびポドゾル化土壌の母材鑑別を試みた。その結果は第6表に示すとおりである。

これによると、一見して火山灰の影響がほとんどないと考えられた土壌でも、相当量の火山灰が混入していることがわかる。しかも、その混入率は調査地域の黒色土壌のそれと同等あるいはそれ以上の範囲を示している。

第6表中、四国地方のポドゾル化土壌にみられる火山灰混入物はいわゆる音地性のもので、前記足摺岬における黒色土壌のものと類を同じくするものである。筆者らは、前者は陸上生成、後者は水の影響をうけたという事実を重視し、注目したいのである。

以上の結果から、日本の黒色土壌全般の生成機構を論ずることはなお早計であるとしても、黒色土壌およびその類縁の土壌の生成に関与する因子として、火山灰が必ずしも絶対的な要素となるとは限らないとみるべきであるし、しかも、その生成過程において、火山性黒色土壌がその内部機構として排水不良が1つの要因として考えられ¹⁷⁾、また、この報告でとりあげた黒色土壌が地史的に水、ことに溜水と深い関連をもつという内容的に共通な要素をもつということは十分注目されなければならないと考える。

さらに、黒色土壌の生成がかなり古い起源をもつという可能性は、これまでの論旨によつてもほぼ確実と見なされるべきであるが、上記の足摺岬の天然林に覆われたA層の性質の変化や、日本各地の森林下でみられる黒色土壌の表層の褪色現象などもこの土壌の生成の古さを物語る一面の現われであると考えられる。

IV 北九州地方とその他の地方の代表的な赤色土の対比

1) 古い赤色土とその生成あるいは堆積時代

前章までの検討結果によつて、北九州地方の赤色土が地質時代に生成された古い土壌であり、その主な堆積あるいは生成時代はほぼ旧期洪積世であることが判明した。

このような古い赤色土の存在は、すでに報告されたものとして、東亜地域ではジャワ高地にある赤色土が、第三紀以後の地殻変動によつて隆起した化石赤色土であるとされるもの⁴⁰⁾をはじめとして、中国大陸の古いポドゾル性赤色土が鮮新世前期、一部のものが洪積世に由来するとされるもの⁴⁹⁾、オーストラリアの温帯から熱帯にわたつて存在する赤色土またはラテライト性土壌は鮮新世の準平原地形内で地下水の変位によつて生成された化石土ではないかとされるもの⁶⁷⁾、西欧や北アメリカには鮮新世の熱帯的条件下で風化

生成された赤色土が化石土として残存するとするもの³¹⁾などがある。また、わが国内のものでは、さきに筆者らおよび木立の調査によつて鮮新〜洪積世時代の堆積・生成と判定された新潟地方の赤色土がある³²⁾。これらの各地域における赤色土の生成には、いずれも新世代後期の地殻変動による地史の変遷が共通して関与することを注目されねばならない。そして、これらの赤色土の堆積あるいは生成時代と判定されている地質時代は、地域によつて多少ずれがある。このことは、東亜あるいは世界全域という広範な地域を対象にした場合に、同系統の地史とこれにともなう古気候の変遷に地域性がともなうことは、当然想定しうることであるから、この種の土壤生成機構の考え方について、その妥当性に疑念をはさむ材料とはなり得ない。

つぎに、この問題を日本の赤色土について焦点をしぼつて、国内各地域のものを対比してみることにする。

新潟地方の赤色土の堆積あるいは生成時代を鮮新洪積世時代とした根拠は、この地方の堆積型を示す赤色土の出現する地層が魚沼統上部³³⁾および一部矢代田相当層であつて、それ以前の時代の地層には赤色土が流入堆積した徴候を認めなかつたことによつていふ。そして、魚沼統上部の堆積時代の正確な決定が日本の地質学で十分になされていらないので、上記のような2つの地質時代にまたがった表現がなされているために、赤色土の堆積あるいは生成時代を鮮新〜洪積世時代としたにほかならない。

一方、新潟地方も北九州地方もともに赤色土の出現する地層の様相も地形もきわめて相似し、また、赤



第33図 東海地方における赤色土の分布
Distribution map of red soil in the Tōkai district.

色土の出現様式でみると、新潟地方のものが岩体風化を行なつていふものと堆積型を示すものとが異なつた地点に出現するのに対して、北九州地方のものは岩体風化を行なつていふものと堆積型を示すものが同一地点の同一断面の中に重なつて出現するという相違がみられるが、両地域ともにそのほとんどが、堆積型を示している点が共通しており、さらに、赤色土堆積以後の地層の分布と位置を参照して、両地域の現在までの地史変遷を対比してみると、両地域とも赤色土堆積以後それよりも大きな陸地沈降がみられず、主として海退現象にともなう地層が、中期ないし新期洪積層として1ないし数層、赤色土層よりも低位置にみられるなど地史的にも同様の傾向を示しているため、この両地域の赤色土の堆積あるいは生成時代はほぼ同一時期と判断して差しつかえないと考える。

日本の他の赤色土の代表的な分布地域としては、東海、近畿および中国、四国地方の開析台地や丘陵地帯がある。筆者らおよび木立の調査した結果³⁴⁾では、これらの地域でも赤色土の断面形態、出現様式、堆積機構、地質時代、地史の経過など諸種の条件は、新潟地方および北九州地方とほぼ同様であつた。たとえば東海地方の赤色土についてみると、その分布は第33図に示すとおりであるが、分布図にもみられるように、この地域でも赤色土の分布はきわめて断片的であり、また、その出現は新生代後期ないし洪積世の地層と密接な関係が認められる。愛知県北部の瀬戸、犬山両市の地域では、その主体が鮮新世後期とみなされている瀬戸層群³⁵⁾の上位を占めて堆積型の赤色土がみられるし、愛知県中部の岡崎市、豊田市一色付近では、花崗岩または鮮新世の花崗質砂岩を不整合に被覆する鮮新洪積層とされる礫層または礫粘土層に、愛知県飯室郡赤坂付近では、結晶片岩を不整合におおう洪積層に、また知多半島では、鮮新洪積層と考えられている常滑層群³⁶⁾の上位層に、愛知県南部の渥美半島や豊橋市東方の天伯原地域では渥美累層³⁷⁾の上位層に、さらに、三重県鈴鹿市、四日市市西方の開析扇状地では、鮮新世の河芸(奄芸)層群を不整合に被覆する洪積層上に、いずれも特定の層序と密接な関係を示して堆積型の赤色土がみられる。

これらの堆積型赤色土は、いずれも海拔高100m以下のところに出現して、東海地方の赤色土の大部分を占めている。

一方、岩体に赤色風化のみみられるものは、三重県松阪市西方の片状花崗岩体小丘陵に、三重県名張市西方、愛知県西加茂郡猿投山の小尾根のいずれも花崗岩体に、岐阜県大野郡山下村の石英斑岩体などに比較的小規模な範囲をもつて出現するにすぎない(写真12, 13参照)。そして、岩体が赤色風化を示すところは上記松阪市付近のものが海拔高が100m以下に出現するのを除いて、他のものは海拔高300~600mの範囲に点在していて、堆積型赤色土とは海拔高の面で離れた位置を占めている。

このように東海地方で2つの型の赤色土が同一海拔高の範囲に出現しないという傾向は新潟地方と同様である。

つぎに、堆積型赤色土の出現と密接な関係を示す地層の堆積時代についてみると、上記のように、鮮新世上部から洪積層とされるものまで、地区によつて、その時代には幅が認められる。このことは、これまでしばしば記述しているように、日本の新生代後期から洪積世にかけての地層ではその堆積年代を決定づけるための資料が地層によつては十分でないため、赤色土という地層としてはきわめて表面的な、層位学的立場からみれば小規模な現象を、尺度の大きな累層という地層の堆積年代で直接対比させようとするところにも原因が存在するものと考えられる。地層によつて鮮新洪積層という表現を用いているものは前者の例であるし、第7表に示す瀬戸層群のように、その主体は鮮新世であることはわかつていても、その上部層については調査者によつて洪積層の被覆を考える人と、一括して取り扱う人があるように累層の細分

第7表 瀬戸層群の区分表(抜萃)

渡辺 (1932)	渡辺 (1932)	伊田 (1944)	堀田 (1950a)	堀田 (1950b)	藤岡・生越 (1950b)	赤嶺 (1954)	糸魚川 (1955)
7万5千分の1地質図 巾多治見より引用	7万5千分の1地質図 巾足助より引用	岩村町地方	瀬戸付近	猿投町地方	瑞良市地方	瀬戸多治見、土岐地方	岩村町地方
新上三系新統	新上三系新統	山上砂礫層	礫層	礫層	土岐砂礫層	土岐砂礫層	田沢砂礫層 (山上砂礫層よりむ)
砂礫、粘土	砂礫、粘土	粘土、砂礫	砂礫・粘土層	砂礫・粘土層	土岐砂礫層	長久手砂泥互層	瀬戸層群
砂、粘土	砂、粘土	砂礫、粘土	粘土層	砂礫・粘土層	土岐砂礫層	土岐口陶土層	東原累層
頁岩、角礫層	頁岩、角礫層	土岐統	新統	新統	土岐砂礫層	瑞良層群	瑞良累層
古生代層および花崗岩類	古生代層および花崗岩類	石炭紀岩類	黒雲母花崗岩類	花崗岩類	花崗岩類	古生代層および花崗岩類	黒雲母花崗岩類

(地層名辞典 O-S 1098-1099 1959による)

の段階で精粗の差があることも、赤色土の堆積という規模からすれば尺度が適合しないという原因になりうることである。

東海地方のこれらの地層のうちで比較的よく調べられているものとして、渥美半島を中心として分布する渥美累層がある。この地層はすこし前までは鮮新世上部とされてきたが、最近では洪積層下部(旧期洪積層)として取り扱われている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。この渥美累層は、古生層を不整合におおつて渥美半島の主要な部分を占め、また、渥美湾と浜名湖にはさまれた地域の基盤をなしている。土⁽⁵⁾によると、渥美累層を最下層とする

この地区の洪積世以後の層序とその出現は、第8表および第34、35図に示すとおりであるが、堆積型を示す赤色土は、渥美累層の最上位を占める天伯ヶ原礫層の上に1~3mの厚さをもつて出現する。

この赤色土層を最表層とする堆積面は開析が進み、現在わずかに残存するが、比較的低位のところでは

第8表 渥美半島周辺の第四系の層序
Stratigraphical classification of Quaternary in the Atsumi Peninsula.
(渥美半島周辺) (土原図)

沖積世	IV 沖積層 Alluvium	(層厚) 20m ⁺
洪積世	III 豊橋礫層 Toyohashi conglomerate	20m ⁺
	II 高師原礫層・新所原礫層 Takashigahara conglomerate	3~48m
	I 渥美累層 Atsumi form	80m ⁺
	古生層 Paleozoic	新第三系? Neogene



第34図 渥美半島における洪積世以後の層序
Schematic profile of geology in the Atsumi Peninsula, Aichi prefecture.



第35図 渥美半島の地質
Geological map of the Atsumi Peninsula.

の層は高師ヶ原礫層に不整合に被覆され、しかもこの両層の堆積面の開析度にはかなり相違があることから、渥美累層を生成した海侵の後に海退による削剝期が存在したとしている。さらに、この地域を含め東海地方の各地域における堆積層の対比結果から、東海地方では沖積面を含めて洪積世初期以来それぞれの地層が形成された4回の海侵があつたことを明らかにしている。黒島、木立の調査結果でも、これら洪積世に由来する各地層の堆積関係は、渥美半島ことにその中央部芦ヶ池の周辺から東方渥美湾の北岸、天伯原などの地域で十分に確認することができた。

さらに注目すべきことは、この地区で高師ヶ原礫層中の小坂井泥層中の化石の同定から、高師ヶ原礫層の堆積時代は亜熱帯的な環境下にあつたことが判定されていることである⁷⁴⁾。

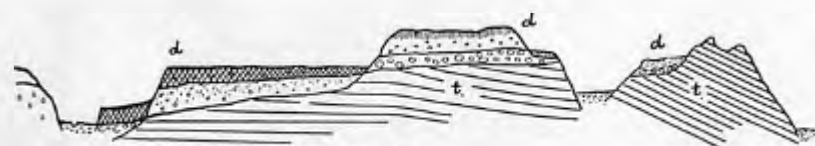
このことを上記の天伯ヶ原礫層の堆積面と照合して考慮すれば、この堆積面（すなわち、赤色土層）は亜熱帯的な環境下に直接さらされたことが裏づけられる。

以上のような東海地方、ことに渥美半島を中心とした洪積世の地層と地史に関する資料と北九州地方の洪積世の地史とを対比してみると、海侵の順位とその規模、地層堆積の時代ともに、渥美累層の上位堆積面を形成した海侵時と、北九州地方の後久留米変動時の海侵とがほぼ一致することが判定されるのみならず、堆積型赤色土の存在が両地域ともに、その堆積面上を占めるという共通の現象をみとめることができる。さらに、東海地方の上記の古気候を証明すべき資料によつて、この両地域ともに堆積面が陸化した直後の旧期洪積世の時代に亜熱帯的環境の影響を受けたということが十分に想定される。

このほか、東海地方で注目すべき土壌分布を示す地域として、上述の三重県鈴鹿市、四日市市西方の開析扇状地がある。

この地層はすでに記述したように、基盤は鮮新世の河芸（奄芸）層群で、これを洪積層が不整合に被覆している。現在までのところこの洪積層は一括して取り扱われているが³⁷⁾、すくなくとも2面以上の異なる堆積面をもち、その開析度合にもかなり相違がみられる。赤嶺¹⁾はこの現象は、高い位置の開析の進んだ堆積面の方が明らかにその形成が古く、それよりもやや低位の若い地貌を示す堆積面は古い堆積面を切つて順次堆積形成されたとしている。そして、第36図および第37図に示すように、開析度合の進んだ海拔高のやや高い堆積面には堆積型の赤色土がみられ、開析の進まないやや低位の堆積面には、土層中に古生層および花崗岩質の円礫を多数含んだ運積土型の黒色土壌が判然とした区界を示して分布している。

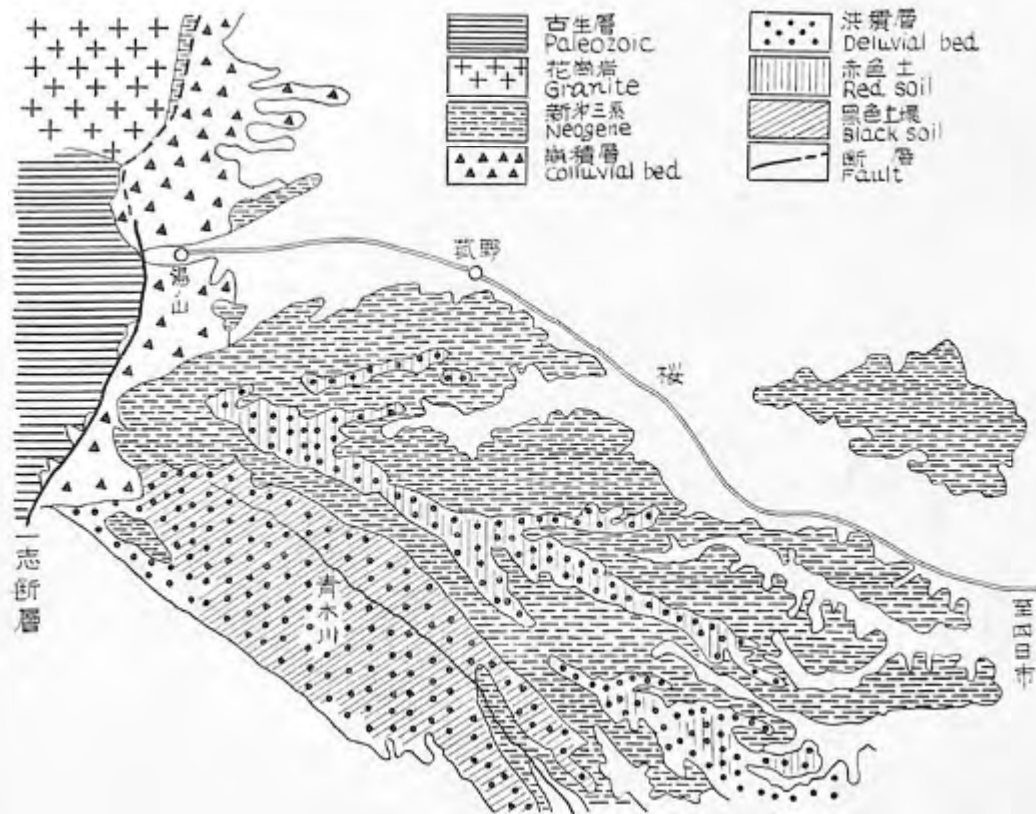
この赤色土と黒色土壌の堆積順位と地貌との関係は、北九州地方の赤色土と黒色土壌の関係と全く傾向を同じくするものであるから、その正確な堆積年代の決定は将来の研究にまつとしても、ほぼ同一の地



(奄芸層)

■ 黒色土壌 Black soil
 ▨ 赤色土 Red soil
 t 河芸層(新第三系) Kawage form (Neogene)

第36図 四日市扇状地の層序模式断面図
 Geological profile of the Yokkaichi diluvial fan, Mie prefecture.



第37図 四日市扇状地の地質と赤色土と黒色土の分布
 Distribution of red soil and black soil in relation to the geology in the Yokkaichi fan.

史経過をたどつたものと想定される。

2) 地域を異にする赤色土の粘土分の化学的組成および粘土鉱物

地史的に同一の生成過程を経たものと判定された各地域の代表的な赤色土について、その粘土分の化学的組成および粘土鉱物について対比することにする。

a. 粘土の化学的組織

第III章7節i), イ(34頁参照)と同様の操作および実験法を用いて、粘土分の無機成分(SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2)の分析を行ない、あわせて珪:礬比, 珪:鉄・礬比, 鉄:礬比などの算定を行なつた。実験および算定結果は、第9表に示すとおりである。

この結果、珪酸・礬土・鉄各成分の断面分布の傾向では、東海、新潟地方のものは珪酸が表層から下層に漸減し、礬土は変化に乏しいかまたは下層に漸増、鉄分は下層に漸増する洗脱型とみられる形態を示すのに対して、北九州のものはかなり複雑で、断面によつてまちまちの形態を示している。すなわち、東海、新潟地方のものと同様な形態を示すものは塩坂の赤色土(断面2)のみで、香椎中学(断面8)がこれに準ずるが、高良山(断面3)は礬土が下層に減少して鉄分が下層に急増する傾向を示し、赤坂(断面4)、山ノ神(断面5)、西牟田(断面iv)などでは礬土が下層に漸増するが鉄分は下層に漸減する傾向がみられ、高良山とは逆の形態を示している。さらに、高良台(断面6)と新大間池(断面7)ではそれぞれ中間の土層に珪酸と礬土・鉄の逆比例的な分布の特徴がみられる。

第9表 各地域赤色土粘土分の珪酸・礬土・鉄・チタン含量とモル比

Chemical composition of Clays (<2 μ) of red soil in Japan.

地 方 Gross division	土壌名 Name	断面番号 Profile No.	層 位 Horizon	乾燥重量をもとにしたパーセンテージ Percentages on dry basis				モ ル 比 Mol ratios		
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
北 九 州 Northern Kyūshū	香 椎 Kashii	1	B ₁ B ₂ B ₃ -C ₁	42.4 41.3 38.6	29.6 32.5 31.4	9.8 9.6 14.6	0.6 0.7 0.8	2.43 2.15 2.08	2.01 1.81 1.61	0.21 0.19 0.30
	塩 坂 Shiozaka	2	A-(B) B B-C	34.7 34.3 30.6	28.7 29.5 28.2	16.1 17.4 23.1	1.3 0.6 0.4	2.05 1.97 1.84	1.51 1.41 1.21	0.36 0.38 0.52
	高良山 Kōrasan	3	B ₁ B ₂	41.2 41.1	31.7 25.3	10.7 18.1	1.2 1.1	2.20 2.75	1.81 1.89	0.22 0.46
	赤 坂 Akasaka	4	A-B B B-C	39.6 40.4 38.4	35.5 34.6 38.8	8.8 9.4 6.9	0.8 1.0 1.4	1.89 1.98 1.69	1.63 1.69 1.52	0.16 0.17 0.11
	山ノ神 Yamano kami	5	A-B B B-C ₁	35.8 36.0 36.4	27.4 29.8 31.1	18.4 17.9 16.7	1.6 1.1 1.1	2.21 2.05 1.98	1.55 1.48 1.46	0.43 0.38 0.34
	高良台 Kōradai	6	B ₁ B ₂ B-C	41.3 35.5 48.2	32.9 32.5 27.6	10.1 15.2 10.7	1.0 0.8 0.5	2.13 1.85 2.96	1.78 1.43 2.37	0.20 0.30 0.25
	新大間池 Shin-ōmaike	7	B ₁ B ₂ B ₃ C ₁	36.1 32.7 37.8 30.7	29.5 27.4 29.7 25.3	18.1 23.0 15.4 27.7	1.4 1.2 1.3 1.2	2.08 2.02 2.16 2.06	1.49 1.32 1.62 1.21	0.39 0.54 0.33 0.70
	香椎中学 Kashii-Chugaku	8	B ₁ B-C ₁ B ₃ -C ₂ C	48.4 50.3 42.3 37.0	27.5 30.4 31.4 34.9	10.5 6.3 10.5 11.8	1.1 1.1 0.9 0.7	2.98 2.81 2.28 1.80	2.40 2.48 1.88 1.48	0.24 0.13 0.21 0.22
	旭 Asahi	9	B C	41.3 38.1	36.4 34.0	9.4 12.4	0.8 0.4	1.92 1.90	1.65 1.54	0.16 0.23
	西牟田 Nishimuta	iv*	B ₁ B-C ₁	40.9 41.7	33.3 35.5	11.0 8.6	1.1 1.1	2.08 1.99	1.72 1.72	0.21 0.16
	岡 崎 Okazaki		A-B B-C C	39.0 38.0 31.9	33.5 34.7 33.2	10.0 10.2 17.3	1.0 0.9 2.3	1.97 1.86 1.63	1.66 1.56 1.22	0.19 0.19 0.17
東 海 Tōkai	伊良湖 Ashiga-ike		A-B B-C C	40.7 41.2 38.3	28.8 31.7 33.3	10.9 10.6 10.4	1.1 1.1 1.0	2.40 2.20 1.95	1.93 1.82 1.66	0.24 0.21 0.20
	二川天伯 Tenpa-ku		A-B B B-C	39.6 33.6 28.6	32.6 34.0 34.9	10.5 12.5 17.2	1.1 0.8 0.9	2.06 1.68 1.39	1.71 1.36 1.06	0.21 0.23 0.31
	八 曾 Hasso		B ₁ B ₂	42.3 41.3	33.0 33.8	9.2 9.5	0.8 0.7	2.17 2.07	1.84 1.76	0.18 0.18

地 方 Gross division	土壌名 Name	断面番号 Profile No.	層 位 Horizon	乾燥重量をもとにしたパーセンテージ Percentages on dry basis				モ ル 比 Mol ratios		
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
新 潟 Niigata	菅 谷 Sugatani	3	B ₁ B ₂ B-C	38.5 39.4 33.2	31.9 31.8 35.5	12.7 12.7 13.7	0.9 0.9 1.0	2.05 2.10 1.59	1.63 1.67 1.27	0.25 0.25 0.25
	五十公野 Ijimino	1	A B	33.2 30.7	33.4 35.3	15.4 15.4	0.9 0.9	1.69 1.47	1.30 1.15	0.29 0.28
	愛宕山 Atago-yama	2	A B	37.5 37.2	33.4 33.9	12.1 12.7	1.0 0.9	1.90 1.86	1.55 1.50	0.23 0.24
	悠久山 Yukuzan		A-B B ₁ B ₂	43.9 41.8 42.3	30.8 29.9 29.4	11.5 12.7 13.3	0.8 0.7 0.8	2.42 2.37 2.44	1.95 1.87 1.89	0.24 0.27 0.29
	十日町 Tōkamachi		A-B B	38.5 36.8	32.1 34.1	12.6 13.7	0.4 0.3	2.03 1.83	1.63 1.46	0.25 0.26

* 第III章 4) 節 断面番号

** 赤色土壌の研究 I, 林野土壌調査報告 8. 3~6 頁記載参照

*** 新潟県長岡市, 愛宕山断面とほぼ同様な断面

**** 新潟県十日町市, 弱度(色の淡い)の赤色土

つぎに、珪礬比では、東海地方のものは各断面とも表層がやや高く、下層に値が小さくなる傾向を示して、その値の範囲は2.4~1.4、新潟地方のものは悠久山の土壌が全体的にやや高く2.4を示すが、他は東海地方のものとほぼ同様な傾向を示し、その範囲は2.1~1.5を示している。これに対して北九州地方のものは上記の各成分の土層中における分布と同様にかなり複雑であつて、香椎中学の断面ではB₁, B₂ 両層の値は3に近く、野外観察の結果と同様に下層との間に不連続関係が想定されるのを始めとし、高良山のB₂, 高良山のB-C層など下層の一部が高い値を示した。しかしながら、全体的には2.2~1.7の範囲のものが多く、他地域のものに比べてわずかに高いと感ぜられるにすぎない。

鉄分の含量率では、北九州の塩坂土壌のB-C, 新大間池土壌のB₂, C₁などで20%を越すほか、北九州のものは東海、新潟地方のものに比べて全般的にその含有率が高く、各地域の平均的な鉄・礬比 0.2~0.3 に対して0.4~0.55 と高い傾向をもつた土層がみられる。

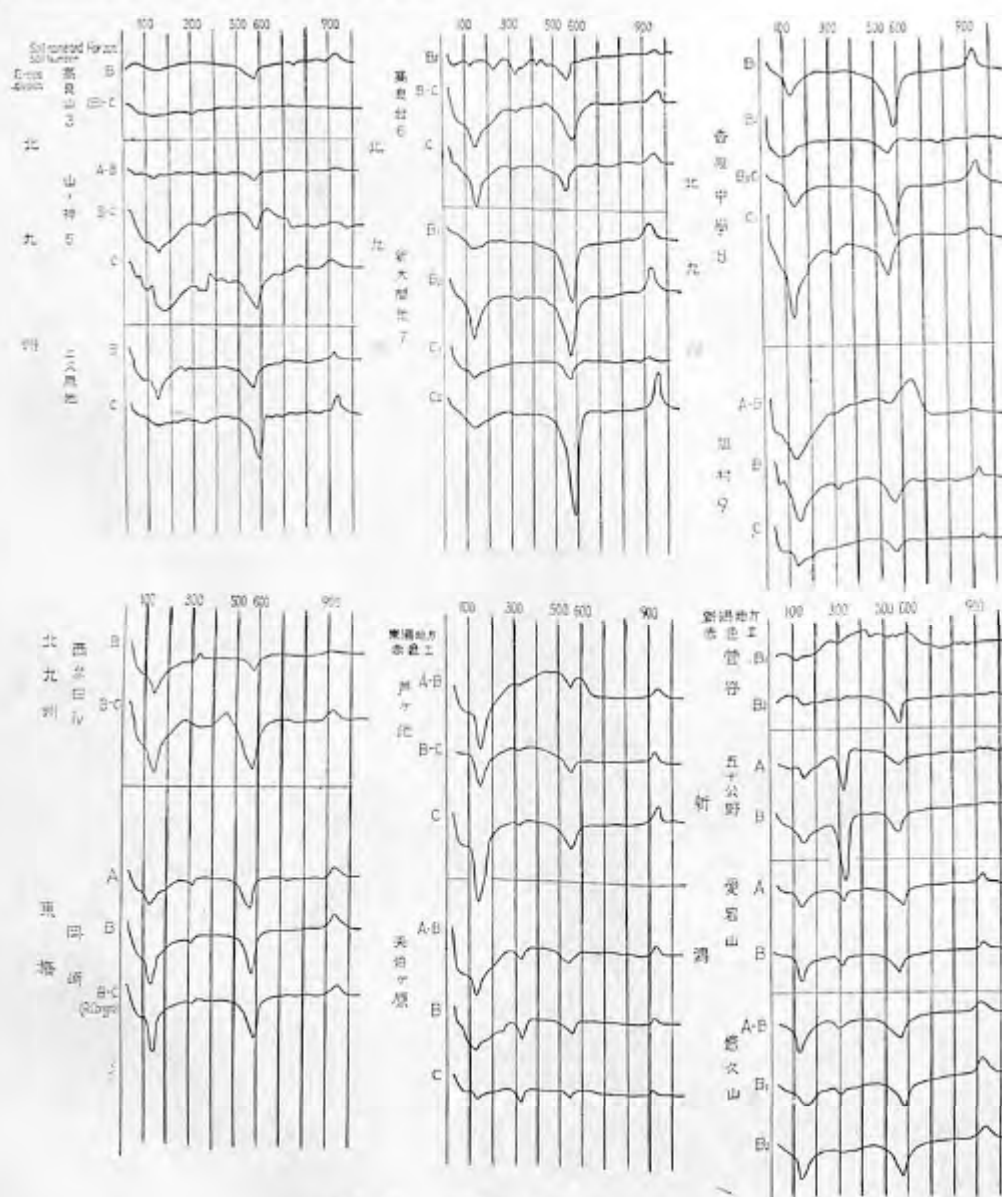
これらの徴候を総合的にみると、各地域とも礬土あるいは鉄分の移動がみられ、やや洗脱の進んだ土壌であると判定される。そして、東海、新潟地方のものはわずかに礬土性の高い型、北九州地方のものは鉄分の含量の高い型と考えられる。

このように、各地域によつて粘土の主要成分の組成比にわずかに相違がみられること、および北九州の赤色土が断面によつて、また土層によつて粘土の組成比にかなり相違が認められることの明確な説明は現状では困難であるが、その原因の1つには、東海、新潟地方のものは例示の大部分が堆積型赤色土で、一部にあげられた岩体風化型のものも同一断面中に堆積型のを重複していないのに対し、北九州の赤色土の例示ではこの2つの型のものが同一断面中に重複しているものがあげられているために、風化、土壌

生成にあたって水分の動向とともに物質の移動の形態が質、量ともに土層の理学的性の急変する影響を強くうけたことがあげられる。また、他の1つには、東海、新潟地方の赤色土は花崗岩、石英斑岩、石英粗面岩などの酸性岩およびその水積物を母材としたものを主体とするのに対し、北九州の赤色土は花崗岩類のほか、雲母片岩、角閃岩類のように鉄苦土鉱物に富んだ塩基性岩石およびそれらの水積物を母材とするものが多いことなどが考えられ、これらの条件が関連しあつて上記の結果をもたらしたものと思われる。

b. 粘土鉱物

上記の各地赤色土の対比を粘土鉱物の面からみるために、木立らの研究から、示差熱分析結果を引用する。実験結果は、第38図に示すとおりである。



第38図 示差熱分析曲線図
Differential thermal curve of red soil.

この結果、検出された粘土鉱物は、北九州地域の赤色土ではハロイサイト、加水ハロイサイトを主体とし、一部にカオリンなどいずれも1:1格子型構造をもつたものがみられ、ギブサイト ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) の存在は微量であつたが、東海地方のものは加水ハロイサイトを主体とし、これにハロイサイトを混在するものが多く、常に少量ないし相当量のギブサイトの存在がみられた。また、新潟地方の赤色土では加水ハロイサイトを主体とし、一部にカオリンおよびハロイサイトがみられ、常に少量ないし相当量のギブサイトの存在が認められたが、ことに五十公野の赤色砂土では多量のギブサイトが検出された。

このように各地域の赤色土の粘土鉱物には地域ごとにそれぞれ多少の特徴が認められたが、大局的にみると、各地域とも1:1格子型構造をもつ粘土鉱物である加水ハロイサイト、ハロイサイト、カオリンなどが主体をなすという点で大きな共通性が認められ、ことに東海、新潟両地域の赤色土はその相似度合いが高いと判定される。

これらの1:1格子型粘土鉱物は、赤色土、黄色土、ポドゾルなどのように湿潤気候下で溶脱の進んだ土壤中に含まれ、ことに温度の高い場合ハロイサイト属となるといわれ、粘土鉱物風化の最終段階に近いものとされている¹⁹⁾。また、ソ連の赤色土では大部分のものはハロイサイト、加水ハロイサイトを含んでいると報告されている⁶⁰⁾。これらの資料を照合すれば、上記各地域の赤色土は粘土鉱物の面でも広義の赤色土の性状を十分に具備しているものと判定される。

また、東海および新潟地方の赤色土で目立って検出されたギブサイトの存在は、これらの地域の赤色土の粘土組成が北九州のものに比べてやや礫土性が高いという前項aの記述とよく符号する。しかしながら現状では資料不足のためにその存在意義について解析を進めることは困難である。ただ、ハロイサイト属粘土鉱物の1格子を構成するといわれるギブサイトが独立してハロイサイト属粘土鉱物と共存するということは、粘土鉱物の風化過程の研究を進める上に注目されるべき事項となるものと思われる。

V 北九州地方の代表的赤色土の形態的ならびに理化学的性質

1) 形態的性質

調査地域内に現われる赤色土の断面形態は、その出現様式に示されるように非常に複雑であつて、日本の他の土壌群のように整然とした形態を示さない(第三章4)節参照)。したがって、以下に記載する層位の区分は必ずしも同一母材からの土壌生成作用によるものとは限らない。

また、ここの赤色土は新潟地方の赤色土のように、赤色化の程度や土性によつて区分することは困難である。ここでは表面侵蝕の影響の強弱に規準をおき、これに前述の岩体風化の有無をはじめ、出現様式にみられる特徴を加えて区分し、その代表的なものを例示してその形態的性質について記述する。

a. 安定した形態を示す土壌

断面 1. (第39図, 写真14参照)

所在 福岡市香椎町浜男

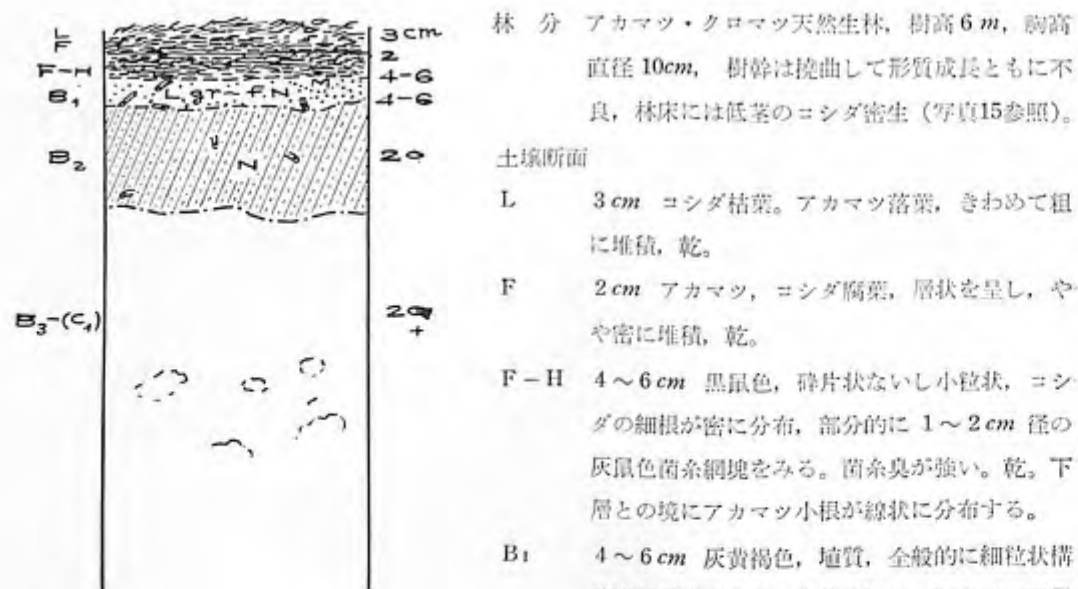
地形 波状に開析された小丘陵の斜面上部

傾斜 15度

方向 西南西

海拔高 40m

基盤 旧期洪積世, 含礫植土層



第39図 Prof. 1の模式図

Schematic presentation of Profile 1.

M...菌糸網 Mycelium

L-gr...細粒状構造

Loose granular structure.

f-N...細堅果状構造

Small nutty structure.

N...堅果状構造 Nutty structure.

B3-C1 20cm+ 橙赤褐色，埴質，カベ状を呈し，はなはだ堅密。

この断面は，香椎町周辺の赤色土のうちでは最も安定した形態を示すものの1つである。この断面にみられる1つの特徴は，A層を欠いて，土層の最上位は赤味の全然ないB₁層からなり，下層に進むにしたがつて赤味を増していることである。また，もう1つの特徴は，わが国森林土壌の一般的な傾向と同様に，地形にもとづく小環境の影響をうけて，大政の類別による乾性褐色森林土（BA型土壌）⁵⁴⁾と類似した形態を示すことである。

断面 2. (第40図，写真16参照)

所在 福岡市香椎町永谷，福岡営林署塩坂国有林533林班

地形 丘陵性山地の山麓に近い緩い凸形斜面

傾斜 20度

方向 南東

海拔高 70m

基盤 角閃岩および角閃片岩（三都変成岩類）

林分 アカマツ天然生林，樹高13m，胸高直径15cm，林内にはヒサカキが最も多く，ヤマモモ，ナナメノキ，クロギ，シロバカガシ，コナラ，ネジキ，ネズミサシ，ノフジ，ヤマツツジなどがみられ，林床にはやや高茎のコシダが群生する（写真17参照）。

土壌断面

L 2cm アカマツ，コシダ，広葉樹落葉粗に堆積。乾。

林分 アカマツ・クロマツ天然生林，樹高6m，胸高直径10cm，樹幹は撓曲して形質成長ともに不良，林床には低茎のコシダ密生（写真15参照）。

土壌断面

L 3cm コシダ枯葉，アカマツ落葉，きわめて粗に堆積，乾。

F 2cm アカマツ，コシダ腐葉，層状を呈し，やや密に堆積，乾。

F-H 4~6cm 黒鼠色，碎片状ないし小粒状，コシダの細根が密に分布，部分的に1~2cm径の灰鼠色菌糸網をみる。菌糸臭が強い。乾。下層との境にアカマツ小根が線状に分布する。

B₁ 4~6cm 灰黄褐色，埴質，全般的に細粒状構造⁵⁴⁾が発達するが，斑状に0.5~2cm大の堅果状構造のみみられる部分がある。コシダ根，アカマツ中根が多く，菌糸が蔓延する。乾。

B₂ 20cm 帯赤褐色，埴質，0.5~3cm大の堅果状構造が発達，アカマツ中根が散在，菌糸は構造の空隙に散見，堅，やや乾。

H-A 1cm 暗黒色，粉状ないし細粒状，菌糸の小斑をみる。コシダの細根多。乾。

A-B 10cm 暗黄褐色，細粒状構造と堅果状構造が斑状に入り交じる。角閃岩の小角礫を含む。中根多。やや乾。

B 30cm 橙赤褐色，弱い堅果状構造，角閃岩の角礫多。やや堅密，中根散在，やや乾。

B-C₁ 50cm+ 橙赤褐色，カベ状構造，軽微な割目あり。角閃岩の風化礫極多。角礫の周囲が濃赤褐色，堅密，潤。

この断面は表層（A-B）に赤味がなく，またやや乾燥型の形態を示す点は，断面1とよく似ているが，それよりもやや水分環境がよい土壌と考えられる。この断面には角閃岩の風化した角礫が多数含まれ，一見不安定な要素があるように考えられるが，現況では最も安定した形態を示し，土層の分化もかなり整然と行なわれている。また，B-C₁層中の風化礫の周囲が濃赤褐色を呈することもこの断面の特徴の一つであって，この点では新潟地方の菅谷にある片状花崗岩上の赤色土⁵⁵⁾と同様の形態を示している。

b. やや安定した形態を示す土壌

断面 3. (第41図，写真18参照)

所在 福岡県久留米市高良山，高良神社境内

地形 凸形斜面上部の小棚状部

傾斜 20度

方向 西

海拔高 200m

基盤 角閃岩（三都変成岩類）

林分 スダジイ，ヤマモモ，アラカシなどを主林木とし，ヒサカキ，シヤシヤンボ，タイミンタチバナなどを下木とし，林床にコシダ，ウラジロ，ネザサ，ヤマツツジなどを散生する常緑性広葉樹林（写真19参照）。

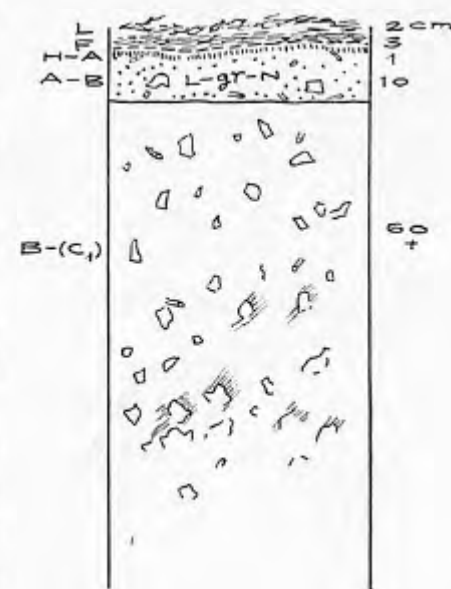
土壌断面

L 2cm 主として広葉樹落葉。粗。

F 0~2cm 広葉樹落葉，レンズ状に堆積。

B₁ 15~25cm 汚黄橙色と黄橙色が斑ないし帯状に

分布，部分的に細粒状構造と堅果状構造が入り交じる。細中根が密に分布，やや軟，潤。



第40図 Prof. 2の模式図

Schematic presentation of Profile 2.

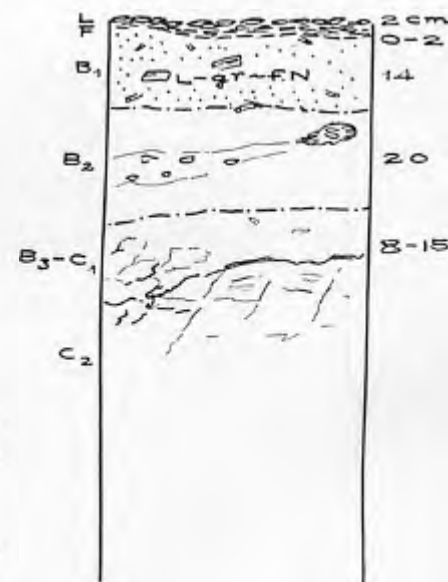
L-gr...細粒状構造

Loose granular structure.

f-N...細堅果状構造

Small nutty structure.

N...堅果状構造 Nutty structure.



第41図 Prof. 3の模式図

Schematic presentation of Profile 3.

L-gr...細粒状構造

Loose granular structure.

f-N...細堅果状構造

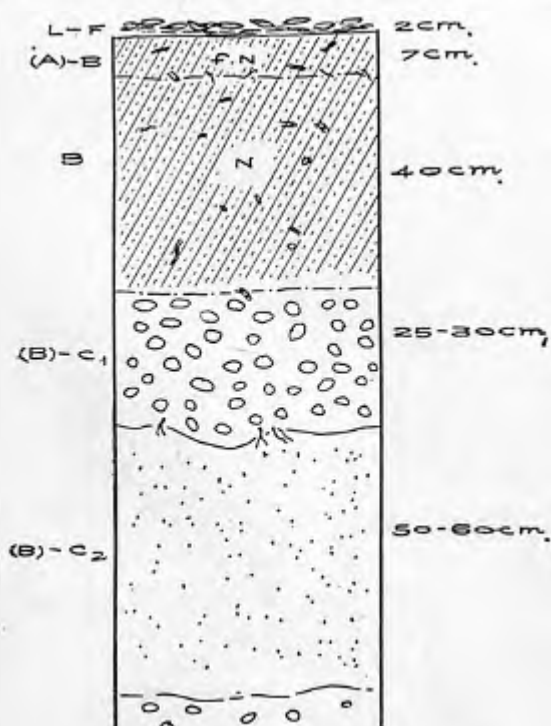
Small nutty structure.

B₂ 20cm 赤褐色、角閃岩の小砕礫と大塊を含む。植質、帯状に色の濃淡むらがある。カベ状構造、堅密、根の分布は少ない。

B₃-C₁ 8~12cm 帯橙黄褐色と赤褐色の斑、角閃岩の塊状礫を多数含み礫の周囲が赤褐色を呈する。

C₂ 角閃岩の基盤、節理面は赤色に染まっているが岩体は新鮮、上層との境界はきわめて判然とし、炭質物および砂鉄とみられる物質の線状沈積をみる。

この断面は、その林相が断面1, 2よりもはるかに安定した様相を示すにもかかわらず、侵蝕の影響を残した形態を示している。また、この土壌は前に記述したように（前述調査地域の地史項, 14頁参照）明らかに古い水成堆積土の形態を残存しているが、現地形が山地内の小棚地形面に位置することなどから考慮すれば、かなり古くから削剝の影響をうけ、比較的近世までその現象が続いた土壌と判定される。現に同一山陵内の各所に、かつてこの種の土壌の堆積したとみられる形跡は種々の段階で認めることができる。



第42図 Prof. 4の模式図

Schematic presentation of Profile 4.

f・N…細堅果状構造

Small nutty structure.

N…堅果状構造 Nutty structure.

マツ中根散在。

(B)-C₁ 25~30cm 帯赤褐色、珪岩、雲母片岩、角閃岩、粗面岩などの小円礫からなる礫層。はなはだ堅密。

(B)-C₂ 50~60cm 赤褐色、堅密な砂土層、根はほとんどない。

(B)-C₃ 50cm+ 黄褐色、堅密な砂土層。

この断面は、表層にわずかに土層の分化が行なわれているが、その他の主要な土層は地層としての様相

断面 4. (第42図, 写真20参照)

所在 福岡県筑後市赤坂

地形 やや開析された台地

傾斜 5度

方向 西北西

海拔高 50m

基盤 洪積世砂礫層（久留米層上部の疑いあり）

林分 アカマツ・クロマツ天然生林、樹高10m、胸高直径12cm、低木層にクロギ、ヒサカキ、ハギ、ヤマツツジ、林床にはネザサが密生、ススキ散生（写真21参照）。

土壌断面

L-F 2cm 主としてネザサ枯葉、マツ落葉粗に堆積。

(A)-B 7cm 淡暗褐色、細かい堅果状構造、植質、珪岩の小円礫を含む。ササ地下茎、細根多。

B 40cm 帯黄褐色、堅果状構造、植質、堅密、珪岩質の小円礫散在。ササ地下茎、

がそのまま残存する、比較的若い形態を示している。したがって厳密には不安定な要素をもった土壌とはいき切れないが、地形が緩いにもかかわらず、禿地に移行する要素はかなり強くもつていとみななければならない。その裏づけとして四圍の同一地形面には植生の被覆を欠いて禿地になっているところがしばしばみられる。

断面 5. (第43図, 写真22参照)

所在 福岡県粕屋郡久山町上久原山ノ神

地形 溪谷沿いの高位段丘

傾斜 10度

方向 東南

海拔高 220m

基盤 角閃岩（三都変成岩類）

林分 マダケとアラカシ、シイの混合した疎林。林床植生を欠く（写真23参照）。

土壌断面

L 2cm 主としてマダケの落葉

F 痕跡

A-B 5cm 暗橙褐色、細かい堅果状構造、細根多数、土粒は強く緊つている。乾。

B 30cm 汚橙黄褐色、堅果状構造、マダケ地下茎、木根多。土層は強くボロボロしている。植質、やや乾。

B-C₁ 120~150cm 赤褐色、重粘緊密な植土、カベ状構造、円礫の薄層をはさんで下層に推移する。

C 上部は比較的新鮮な角閃岩の巨礫層、下部は角閃岩体の基盤層となる。

この土壌は前に記述したように（調査地域の地史項14頁および前掲第5図参照）、古い水成堆積物であることは間違いなく、土壌と基盤は母材的に必ずしも一致しない。また、溪谷内のこの土壌の分布はきわめて限られており、この断面付近でも比高の小さな段線の土壌とは一線を画して推移する。地形上の位置は上記のように比較的緩いにもかかわらず土層の分化は十分に行なわれていない。現在この土壌は河谷によつて側面から侵蝕されつつあり、一部には地層的に滑落しているところもある。

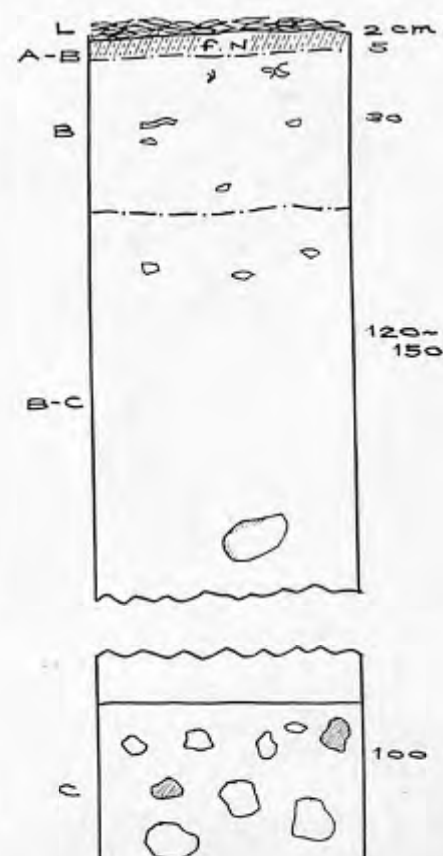
c. 削剝の影響が強く残っている土壌

調査地域内の赤色土は前述の特異な生成上の条件をもっているばかりでなく、地表を被覆する植生が一般に貧弱なためもあつて、その大部分のものは多少にかかわらず侵蝕の影響をうけ、現在なお表面侵蝕の進行しているものがきわめて多い。断面6以下にそれらのほぼ標識的なものを示すことにする。

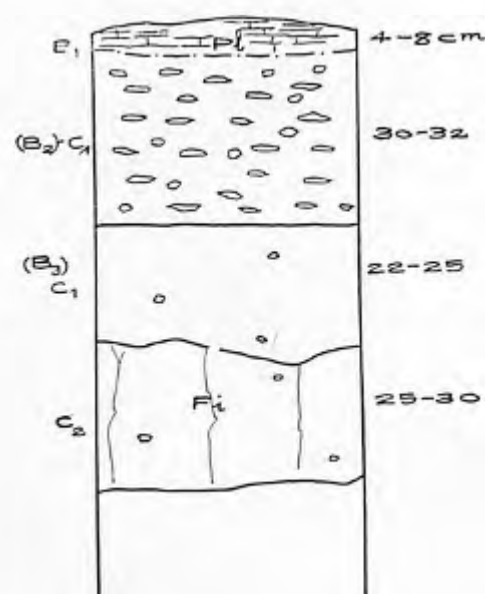
断面 6. (第44図, 写真24参照)

所在 福岡県久留米市高良台

地形 開析丘陵上（海蝕面）の小平坦面。



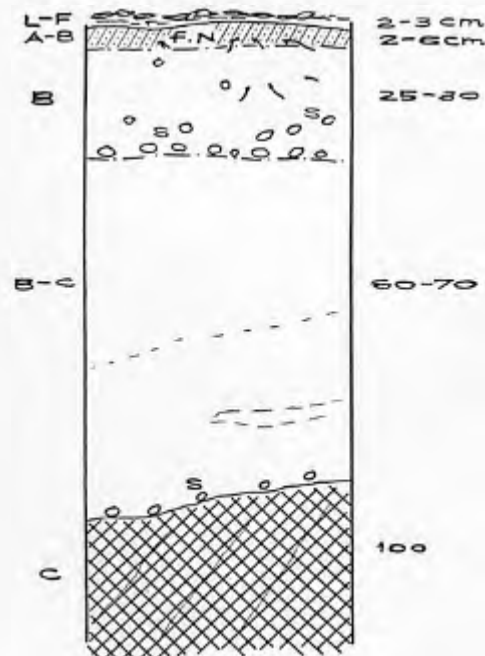
第43図 Prof. 5の模式図
Schematic presentation of Profile 5.



第44図 Prof. 6の模式図

Schematic presentation of Profile 6.

Pl…板状構造 Platy-structure.
Fi…割目 Fissure.



第45図 Prof. 7の模式図

Schematic presentation of Profile 7.

f・N…細堅果状構造
Small nutty structure.
S…礫 Stone.

傾斜 なし
海拔高 70m
林分(植生) 上木を欠き、わずかにネザサ、ハ
ギが散生、ほとんど裸地に近い。
基盤 旧期洪積層ないし久留米層
土壌断面
A₀ なし。
B₁ 4~8cm 橙赤褐色、堅密な埴土、著しい
板状構造、根は構造面に沿って分布、乾。
(B₂)-C₁ 32cm 淡赤褐色、輪郭の判然とした赤褐色
の小さなレンズ模様を多数含む、堅密な埴
土、カベ状構造、珪岩質の小円礫を含む、
潤、上、下層との境界判然。
(B₃)-C₁ 25cm 橙赤褐色、重粘な埴土、カベ状構
造、潤。

この断面の(B₂)-C₁層以下は母材の地層的な形態
が著しく残存して、普通の土壌の層位区分とは趣きを
異にする。これらの層位としての解析は、すでに地史
と土壌の出現様式との関係の項、例示(v)として記
述した(19-20頁参照)。この断面は、地形が平坦で
あるにもかかわらずわめて安定さを欠いた様相を示
している。その理由としては、土壌に対する地史的な
削剝によつて植生の発達が制限を受け、さらに近時の
植生の破壊によつて表面侵蝕が助長されたものと解さ
れる。

断面 7。(第45図、写真25参照)

所在 福岡県粕屋郡大川町平原

地形 地畠状小丘の上面

傾斜 10度

方向 南

海拔高 45m

基盤 角閃岩

林分(植生) 上木を欠き、シャシヤンボ、ヒサ
カキ、ソヨゴ、クロギ、ヤマツツジなどの
矮生木点在、ネザサ群状に密生(前掲写真
1参照)。

土壌断面

L-F 0~3cm ネザサの枯葉。

A-B 0~5cm 暗褐色、密な粒状ないし堅果状構造、ボロボロして乾、細根やや多数。

(B₁) 0~15cm 汚濁褐色、弱い堅果状構造、緊密な埴土、レンズ状に堆積、下層との界面に古生
層、小円礫散在、ササ地下茎木根多、乾。

(B₂) 25~30cm 淡赤褐色、緊密な埴土、カベ状構造、黄褐色土斑が帯状に分布、下層との界面に小
円礫散在。

(B₃) 40~50cm 黄褐色、緊密な埴土、色の濃淡によつて横縞模様を呈す、カベ状構造。

(B₄-C₁) 0~20cm 淡黄褐色、上層と全く同質であるが、その淡色部が下層との界面凹部に堆積した感
がある。下層との界面に珪岩質小円礫が線状に堆積。

C₁ 50~100cm 濃赤褐色に風化した巨円礫層、礫間は橙色を呈するが、堅さの差はない。

C₂ 濃赤褐色にビランした角閃岩の基層

この断面は第三章4)節の例示(i)の土断面の一部である。したがって、前記(16頁参照)のように
各土層の層位区分はA-B層を除いては土壌生成作用によるものでなく地層的なものである。

また、A-B層および(B₁)層がレンズ状の堆積を示して欠除するところもあり、地表面が平滑でな
いということは、この地形が比較的緩いにもかかわらず、土地が陸化後今日までの間表面侵蝕の影響を
相当強くうけたことを物語っている。

断面 8。(第46図、写真26参照)

所在 福岡市香椎町浜男、香椎中学構内

地形 丘陵上面の開析された緩斜面

傾斜 5度

方向 北東

海拔高 約40m

基盤 古第三系の砂岩、頁岩の互層上に旧期洪
積層(床まじりの粘土層)を被覆。

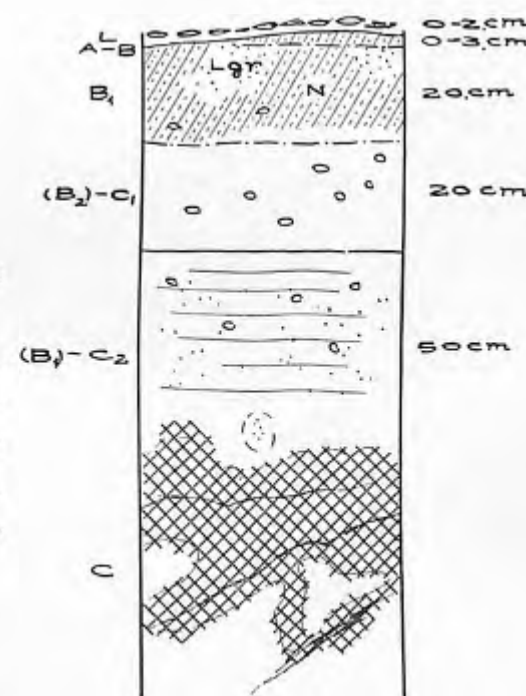
林分(植生) アカマツ・クロマツの形質不良
木が疎生、クロギの小径木、シャシヤン
ボ点在、低茎のネザサ、ススキ、コシダ
がコロニー状に生育、植生の被覆を欠い
て地表が裸出するところもある(写真27
参照)。

土壌断面

L 0~2cm ネザサ落葉散在。

A-B 0~3cm 暗褐色、細かい堅果状構造、
埴質、ササの細根やや多数、乾。

B₁ 20cm 黄褐色ないし汚黄褐色、細かい堅果
状構造、部分的に細粒構造、ササ地下茎
多数、小円礫を含み埴質、やや乾。



第46図 Prof. 8の模式図

Schematic presentation of Profile 8.

L-gr…細粒状構造
Loose granular structure.
N…堅果状構造 Nutty structure.

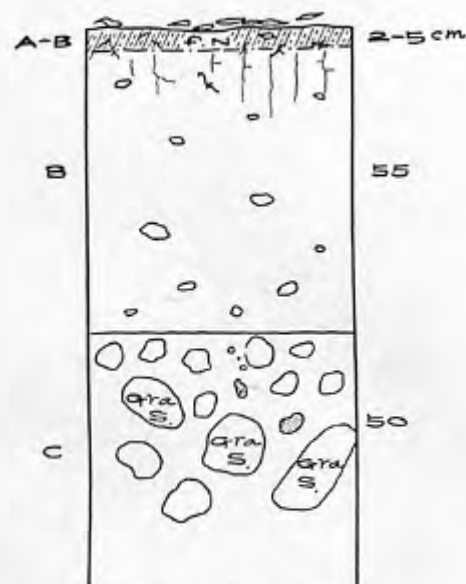
(B₂)-C₁ 20cm 灰白ないし灰褐色、埴質、緊密、カベ状構造、赤色風化した小円礫、結晶片岩の小円礫を含む。

(B₃)-C₂ 50cm 赤褐色、やや砂質、緊密、下方に基層と同質の赤色風化した巨礫を含む。

C 節理面および上層との界面付近が赤褐色に風化した古第三系の砂岩、頁岩の互層。

この断面は、地史と土壌の出現様式項の例示(ii)の一部である。したがって、この各層位は断面6, 7と同様に、A-B層を除いては地層的なものであり、C層は海蝕面直下の赤色風化岩体になる。

地表は現在もおおむね裸地の様相を呈し、表層(A, A-B)の発達が進んでおらず、レンズ状に残存するにすぎない。



第47図 Prof. の模式図
Schematic presentation of Profile 9.

f・N…細堅果状構造

Small nutty structure.

Gra・S…花崗岩質礫 Stone (Granite).

断面 9. (第47図, 写真28参照)

所在 佐賀県鳥栖市江島 (旧旭村)

地形 やや開析された段丘面

傾斜 5度

方向 北北西

海拔高 40m

基盤 旧期洪積世巨円礫層

林分 (植生) 矮生のマツ類散生、低茎のネザサ、ハギ、アカマツの幼稚樹などによつておおわれて

いる。

土壌断面 L 0~2cm ネザサ、マツ落葉散生

A-B 2~5cm 暗橙褐色、細堅果状構造、埴質、ササの地下茎、細根多数、乾。

B 55cm 赤褐色、小円礫を多数含む埴質、ササ地下茎、マツ根散在、やや乾。

C 100cm+ 灰白色、主に花崗岩からなる巨大円礫を多数含む、はなはだ堅密、礫は物理風化して優白色を

呈するものと、黄色、赤褐色にピランしたものとが入り交じる。根の分布はなくやや湿潤。

この断面は、第III章4)節の例示vi)の一部である。現在地形的には安定した位置にあるが、土壌生成作用による土層の分化はきわめて不良で、地史的な剝削の影響はなお名残をとどめている。

これらの断面記載例に示されるように、調査地域の赤色土の地表もしくは地表近くの土層は、表面侵蝕の影響が著しくない限り赤味に乏しいかまたは全くない。また、多少にかかわらず腐植によつて汚染されてわずかに層位の分化が行なわれている。これまでの考察をもとにすれば、現在の環境によつて土壌生成作用が行なわれている形態的な兆候は、上記の腐植によつて汚染されたA層もしくはA-B層の分化と、B層上部の構造の発達という2点にとどまっている。そして、比較的安定した断面のB層上部に赤味の乏しいことは、はたして土壌生成作用によるものかどうかは疑念がある。いずれにしても、調査地域の赤色土には形態的にみてポドゾル化の徴候は認められないとして差しつかえないと思われる。

さらに、これらの赤色土の形態的なもう1つの特徴は、いずれも、わが国の褐色森林土の乾性な土壌、

(B_A, B_B, B_C型土壌)に類似した形態を示すことである。

以上のような調査地域の赤色土が示す形態的な特徴は、新潟地方の赤色土²⁵⁾、東海地方の赤色土³⁰⁾とも同様である。

2) 化学的性質

日本の赤色土は、強酸性で塩基類に乏しく、相当に洗脱の進んだ礫土質土壌であるといわれている。このことは、北九州地方香椎および高良台の一部の土壌、東海地方の一部の土壌などについて菅野らの報告¹⁸⁾¹⁴⁾¹⁵⁾があるのをはじめとして、近畿地方潮ノ岬、南九州都井岬の土壌について川島の報告²⁰⁾、GHQ土壌調査報告⁵⁸⁾⁵⁹⁾など、多くの資料がある。

ここでは、既往の資料をさらに追試するというよりは、調査地域の赤色土にみられる出現様式の特徴と化学的性質との関係および、前章と同様に、北九州地方の赤色土と前に報告した新潟地方の赤色土(冷温帯地域の赤色土)との関係を化学的性質の面からも対比することを目的とし、両地域の代表的な土壌について分析し検討を加えた。

i) 実験項目および方法

イ. pH (H₂O)

ロ. pH (KCl)

ハ. 置換酸度 y₁

ニ. 加水酸度 y₂

ホ. 置換容量

ヘ. 置換性石灰および苦土

ト. 遊離酸化鉄

チ. 磷酸吸収係数

リ. 全窒素

ス. 全炭素

分析方法は、前記黒色土壌の分析方法と同様な方法によつて行なつた(第III章第7節b, (i) 34~36頁参照)。

(ii) 計算

イ. 置換酸度と加水酸度の比

ロ. 置換性石灰および置換性石灰・苦土の飽和度

ハ. 置換性石灰量と置換性苦土量の比

ニ. 炭素率

(iii) 結果と検討

分析結果は第10表に示すとおりである。

この結果、北九州地域の山ノ神(断面5)および新大間地(断面7)2点の土壌が特殊な性質を示した(これについては後に記述する)、北九州地域の他の土壌、および新潟地方の赤色土を通じて、pH (H₂O) は3.7~5.0、大部分のものが4台を示して強酸性、置換酸度と加水酸度の両 y₁ 値はともに大きく、ことに注目すべきことは置換酸度と加水酸度の数値比が1に近い1以上の値を示したことである。このことは青峰²⁾、菅野¹⁸⁾のすでに指摘したところであつて、赤色土の1つの特異な性質と考えてよいと思われる。置換容量は新潟地方の悠久山のものがやや大きな値を示したが、他は全般的に小さく、置換性石灰量は一部の表層(A, またはA-B)が植生による循環が想定される型を示してやや多くみられたが、下層土は含量がすくなく、多くの土層で置換性苦土量に近いまたはそれよりも小さい値を示した。すなわち、置換性石灰量と置換性苦土の比が1以下の値を示すことは相当に洗脱の進んでいることを物語るもので²⁰⁾、これもまた赤色土の一つの特異な性質と解してよいと思われる。これを裏づけるように、石灰

第10表 赤色土の化学的性質
Chemical properties of red

地方 Gross division	土壌名 Soil name	断面番号 Profile No.	層位 Horizon	pH		置換酸度 Exch. acidity y ₁	加水酸度 Hydrol. acidity (y ₁)	y ₁ /(y ₁)	置換容量 Cation exchange capacity m.e./100g	置換性 Exch.	
				H ₂ O	KCl					石灰 Ca	苦土 Mg
				(1:2.5)	(1:2.5)					m.e./100g	m.e./100g
北九州 Northern Kyūshū	香椎 Kashii	1	B ₁ B ₂ B ₃ -C ₁	4.3 4.7 4.8	3.3 3.6 3.6	23.6 22.0 32.6	46.9 34.6 36.4	0.50 0.63 0.90	13.8 10.9 13.5	1.16 0.56 0.68	0.93 0.49 0.76
	塩坂 Shiozaka	2	A-B B B-C ₁	4.2 4.3 4.6	3.0 3.1 3.6	45.6 49.7 21.9	47.1 42.7 23.6	0.90 1.16 0.93	19.50 18.08 10.51	0.44 0.19 0.20	0.74 1.40 0.91
	高良山 Kōra-san	3	B ₁ B ₂ B-C	4.5 4.9 4.7	3.3 3.3 3.0	38.0 49.1 47.3	37.2 39.5 38.6	1.01 1.24 1.23	14.04 14.44 15.87	0.19 0.21 0.27	0.10 0.23 0.37
	赤坂 Aka-saka	4	A-B B B-C	4.5 4.3 5.0	3.6 3.5 3.3	27.0 29.3 26.9	30.6 28.9 23.9	0.88 1.0 1.12	15.57 13.04 9.98	0.53 0.33 0.30	0.46 0.35 1.07
	山ノ神 Yama-noka-mi	5	A-B B B-C ₁	5.6 4.9 5.1	4.3 4.4 4.4	1.7 1.3 0.8	13.4 7.8 8.8	0.13 0.19 0.1	13.10 14.42 14.87	3.75 2.15 2.43	2.06 6.28 6.17
	高良台 Kōra-dai	6	B ₁ B ₂ -C ₁ B ₃ -C ₂	4.8 4.7 4.9	3.6 3.6 3.6	21.0 14.2 17.2	25.4 15.8 20.6	0.82 0.9 0.83	11.22 8.91 10.44	1.75 0.39 0.47	0.51 0.51 1.93
	新大間池 Shin-ōma-ike	7	B ₁ B ₂ B ₃ C ₁	5.0 5.0 4.9 5.1	3.7 3.7 3.7 3.8	24.6 21.1 8.4 18.5	26.1 23.1 15.3 19.9	0.94 0.91 0.54 0.92	12.53 11.35 13.20 11.48	1.19 1.34 1.38 0.85	1.04 2.05 4.41 2.07
	香椎中学 Kashi-i Chu-gaku	8	B ₁ B ₂ -C ₁ B ₃ -C ₂ C	4.2 4.3 4.6 4.4	3.4 3.5 3.4 3.6	73.6 33.3 44.1 26.2	72.6 34.7 43.9 35.7	1.01 0.96 1.0 0.73	27.02 12.48 15.32 24.09	0.82 0.40 0.24 1.32	1.71 0.68 1.59 2.75
	旭 Asahi	9	A-B B C	4.7 4.4 4.5	3.8 3.7 3.7	7.6 31.8 22.8	31.8 35.5 27.9	0.23 0.9 0.81	20.33 14.04 10.50	5.46 0.45 0.49	0.47 0.53 1.32
	西牟田 Nishi-muta	iv	B(II) B-C ₁ (III)	4.8 4.4	3.3 3.5	24.4 38.3	25.9 37.8	0.94 1.01	10.49 15.91	0.75 2.80	1.37 1.27
	菅谷 Suga-tani	3	B ₁ B ₂ B-C	4.5 3.7 4.5	3.5 3.5 3.6	26.6 26.5 12.0	41.7 29.1 11.9	0.63 0.9 1.0	21.46 15.72 7.39	0.36 0.26 0.30	0.65 0.25 0.25
新潟 Niigata	五十公野 Ijiminno	1	A B	4.4 4.5	3.6 3.7	16.0 11.1	17.5 10.7	0.91 1.01	6.78 4.59	0.31 0.22	0.14 0.25
	愛宕山 Atago-yama	2	A B	4.2 4.4	3.3 3.5	37.4 38.6	53.6 43.0	0.7 0.9	24.36 20.90	0.75 0.40	1.46 0.88
	悠久山 Yū-kyū-zan	***	A-B B ₁ B ₂	4.4 4.6 4.7	3.6 3.5 3.6	62.8 80.9 76.2	67.8 70.2 69.4	0.92 1.14 1.11	33.15 34.02 30.38	0.20 0.24 0.33	0.68 0.77 1.41

* 第三章4節断面番号

** 赤色土壌の研究 I (林野土壤調査報告 8) p 3~8 に記載。

学 的 性 質 (細 土)
soil in Japan.

石灰飽和度 Rate of exch. Ca saturation %	石灰・苦土飽和度 Rate of exch. Ca+Mg saturation %	置換性石灰/苦土 Exch. Ca/Mg (モル比)	磷酸吸収係数 Phosphate absorptive coefficient P ₂ O ₅ mg/風乾土100g	遊離酸化鉄 Free Iron oxide, as Fe ₂ O ₃ %	全窒素 Total nitrogen %	全炭素 Total carbon (Fine soil) %	炭素率 C/N ratio
8.4 5.1 5.0	15.1 9.6 10.7	1.2 1.1 0.9	710 639 734	2.83 3.72 7.61	0.11 0.07 0.04	3.47 1.58 0.85	31 22 21
2.3 1.1 1.9	6.1 8.9 10.6	0.6 0.13 0.23	1916 783 1001	3.78 6.48 9.37	0.10 0.07 0.02	2.12 0.16 0.24	21 9 12
1.3 1.4 1.7	2.0 3.0 4.0	1.9 0.91 0.73	631 723 401	4.51 5.58 3.59	0.09 0.05 0.06	0.93 0.33 0.35	10 7 6
3.4 2.5 3.0	6.3 5.2 13.8	1.15 0.91 0.28	1135 350 590	4.85 5.16 3.48	0.07 0.04 0.03	0.99 0.35 0.17	14 9 6
28.6 14.9 16.3	44.3 58.4 57.8	1.81 0.34 0.4	811 923 905	8.66 15.90 16.50	0.11 0.05 0.05	1.45 0.46 0.47	13 9 9
15.6 4.4 4.5	20.1 10.1 6.3	3.43 0.76 0.16	625 491 685	5.32 5.83 4.91	0.05 0.03 0.02	0.60 0.22 0.14	12 7 7
9.5 11.8 10.4 7.4	17.8 29.8 43.9 25.4	1.14 0.63 0.31 0.41	747 646 834 565	8.67 8.83 6.63 7.87	0.04 0.02 0.04 0.02	0.39 0.22 0.49 0.18	10 11 12 9
3.0 3.2 1.5 5.4	13.9 8.6 11.9 16.9	0.47 0.58 0.16 0.48	1057 827 815 1434	4.91 4.29 4.64 11.10	0.10 0.05 0.03 0.07	1.61 0.58 0.25 0.78	16 12 8 11
26.8 3.2 6.6	29.1 6.9 17.2	11.6 0.84 0.38	1331 1321 915	4.03 6.05 18.10	0.18 — —	4.06 — —	22 — —
7.1 17.6	20.2 25.5	0.54 2.2	792 1070	5.42 4.92	0.03 0.03	0.16 0.38	5 13
1.6 1.6 4.0	4.7 3.2 7.4	0.6 1.0 1.2	1347 329 477	4.93 5.09 3.95	0.23 0.13 0.03	3.67 1.14 0.32	16 9 11
4.5 4.7	6.6 10.2	2.2 0.9	523 402	3.37 2.77	0.04 0.02	0.77 0.16	19 8
3.1 1.9	9.1 6.1	0.51 0.45	1274 1333	7.66 8.71	0.18 0.09	3.36 1.23	19 14
0.6 0.7 1.1	2.6 2.9 5.7	0.3 0.3 0.2	1748 1581 1539	5.90 7.06 7.93	0.17 0.07 0.06	3.05 0.62 0.52	18 9 9

*** 新潟県長岡市、愛宕山土壌とほぼ同様な断面形態

飽和度も一部の表層を除いてきわめて小さな値を示している。磷酸吸収係数は表層を除いては一般に小さく、黒色土壌とは明らかに対蹠的な傾向がみられた。炭素、窒素量はその形態的性質とほぼ比例して小さく、炭素率でも格別地域差が認められなかった。遊離酸化鉄量は4~18%と土壌によつてまた土層によつてかなり差が認められたが、全般的に北九州地域の土壌にその量が多い傾向がうかがわれ、また第2層または基層に富化する傾向は両地域に共通してみられた。菅野ら¹⁰⁾は赤色土粘土中のほとんどの鉄分は遊離性の形態をとっているであろうと推論しているが、新名が試みた各地域における赤色土細土中の全鉄量に対する遊離酸化鉄量の比率を求めた分析結果⁴⁰⁾を示すと、第11表のとおりである。この結果から、日本の赤色土では鉄分の相当量のものが遊離性の形態をなしていることがうかがわれ、しかもその比率に比較的地域性がないことも注目される。

このほか、菅野らによる東海地方の赤色土の分析結果は、置換性塩基類の含量とその飽和度がやや高い傾向があるほかは、筆者らによる上記の分析結果もほぼ同様の性質を示しているし、また、松苗による新潟県地域地方の赤色土の報告³⁶⁾も、筆者らおよび木立の取り扱った新潟地方の赤色土と明らかに一連の土壌である内容を示している。

第11表 各地域の赤色土中に含まれる全鉄量と遊離酸化鉄量*

Total Iron and Free Iron oxide in red soil.

地 方	土壌名	層 位	細土中の全鉄 Total Iron in fine soil, as Fe ₂ O ₃	遊離酸化鉄 Free Iron oxide, as Fe ₂ O ₃	遊離酸化鉄 全 鉄 Free Fe ₂ O ₃ Total Fe ₂ O ₃	備 考
Gross division	Soil name	Horizon	%	%	%	Note
東 海	芦ヶ池 Ashiga- ike	A	4.69	3.32	70.8	愛知県渥美半島
		B	6.90	5.49	79.6	基盤、渥美果層（洪積世）
		C	7.79	6.17	79.3	
	八 倉 Hasso	B ₁	5.49	4.25	77.4	愛知県大山市
Tōkai		B ₂	5.33	3.29	61.7	基盤、瀬戸層群上位層（洪積世）
	倭 女 Uneme	B ₁	4.76	3.42	71.7	三重県四日市市
		B ₂	6.76	4.86	71.9	基盤、洪積世古扇状地
	烏ヶ森 Karasu- gamori	A-B	10.10	6.23	61.7	三重県名張市
		B-C	11.50	5.97	51.9	基盤、花崗岩、岩体風化
北九州 North- ern Kyūshū	名 島 Najima	B	10.30	5.50	53.4	福岡市名島
		C	13.50	4.36	32.3	基盤、古第三系頁岩 海蝕面
新 潟 Niigata	悠久山 Yūkyu- zan	A-B	9.34	5.90	63.3	新潟県長岡市
		B ₁	11.70	7.06	60.3	基盤、魚沼統上部 （鮮新洪積世）
		B ₂	11.30	7.93	70.3	
四 国 Shikoku	繁 藤 Shigetō	A-B	11.00	8.54	77.7	高知県香美郡
		B	19.09	15.30	80.1	基盤、古生層粘板岩
		C	26.60	24.70	92.7	

* 新名・黒島：未発表中間資料による

以上のように、地域を異にする赤色土および赤色土壌の化学的性質にはきわめて高い相似性がみられるということは、その生成条件が同じであつたということと共に、類別上も全く同一群の土壌であることを物語っている。

北九州地方の赤色土のうちで特異な化学的性質を示した山ノ神（断面5）および新大間池（断面7）の土壌は pH 値がやや高く、置換性石灰、ことに苦土の含量が多く、その飽和度が高いなどの傾向が著しいが、両土壌とも置換性石灰と苦土の比、土層中のこれら成分の含量分布の傾向、置換容量などの面では、他の赤色土と同様な傾向を示している。これらの性質をもたらした原因は、この両土壌の存在する地形上の位置および基盤、周囲の地質などの条件をもとに考察すれば、この土壌は母材、すなわち鉄・苦土鉱物に富む超塩基性岩石である角閃岩類の影響を強くうけた結果であると判断される。そして、その位置が周囲を角閃岩類で囲繞された溪谷段丘を占める山ノ神土壌がとくに鉄・苦土量に富む傾向が著しく、断面基盤のみが角閃岩類からなり、周囲が古第三系の堆積岩からなる新大間池の土壌にその傾向がやや弱いことは、この考察を裏づけるものと考えられる。

その生成過程において、激しい風化と洗脱作用をうけたといわれる赤色土にも、このような母材の影響がなおみられるということは、赤色土の細区分の段階において重要な因子となると考える。

3) 理 学 的 性 質

調査地域の赤色土は、その形態的性質の記載に示されるようにほぼ全土層を通じて堅硬緻密であつて、通気透水性がきわめてわるいのが普通である。しかもこれらの性状は土性にかかわらない傾向が認められる。たとえば、比較的少量の降雨によつても土壌の表面近くは速やかに飽水し、傾斜地では水の表面流下が容易に起こり、また丘上の平坦ないしは微凹部などでは一時的に湛水することなどはこの性状の現われと解することができる。このような性状をもたらす原因は種々考えられるが、根本的にはこの土壌の生成過程において、母材あるいは土壌自体が水成堆積をしたための地層的な性状がはなはだしく残存しているためと考えられる。そして、このような性状が残存する原因には、前記の瘠悪な化学的性質、赤色土の占める地形にもとづく環境に加えて、これらに対応した貧弱な植生などが相互的に深く関与していることは論をまたない。

つぎに、上記のような性状を示す赤色土について、各層位ごとに土塊の薄片を作製し³¹⁾、理学的性質の細部を形態的に例示し、あわせて普通の森林下の土壌および耕土の細部形態と対比すれば、写真29~35に示すとおりである。

これらの例示によつて明らかのように、赤色土は各層位を通じて他の土壌よりも孔隙量が少ないばかりでなく、細孔隙にも乏しく団粒化の程度の弱いことがよく現わされている。また、野外形態で板状構造を示すもの、堅果状構造を示すものともどもに細部においてもその特徴がそのまま表現されていることは、狭い視野内の現象が野外形態を代表しうることを示すことを物語っている。さらに写真31に示される赤色風化した砂が丸い形状を示すことは、赤色土母材または土壌自体が地質時代に運搬されたとする論拠を裏書きする一面からの現象として注目されねばならない。

VI 北九州地方の赤色土の環境

1) 気 候 条 件

調査地域の気候は、その地理的位置や海拔高などによつて差異がある。しかしながら、赤色土の分布す

第12表 北九州赤色土地域気象因子総括表
Climatic data of the Northern Kyūshū (mean).

月 Month	福岡 Fukuoka			佐賀 Saga			大分 Ōita		
	温度 Temperature °C	降水量 Precipitation mm	湿度 Humidity %	温度 Temperature °C	降水量 Precipitation mm	湿度 Humidity %	温度 Temperature °C	降水量 Precipitation mm	湿度 Humidity %
1	4.8	64	71	4.5	48	75	4.9	37	69
2	5.2	80	73	5.3	69	74	5.2	74	70
3	8.3	94	72	8.6	111	72	7.8	98	72
4	13.2	116	76	13.7	152	74	12.6	116	76
5	17.6	116	78	18.3	173	76	17.1	137	79
6	21.6	245	81	22.2	289	79	21.0	229	82
7	26.2	227	81	26.4	294	83	25.5	249	84
8	26.8	152	82	27.0	192	81	26.1	171	83
9	22.5	241	83	23.0	235	81	22.7	234	82
10	16.5	97	79	17.1	90	77	17.0	125	78
11	11.7	86	77	11.8	73	77	12.0	64	76
12	7.3	79	74	7.0	66	77	7.5	49	71
平均(合計) Mean (Total)	15.1	1596	77	15.4	1793	77	15.0	1581	77
R・F	106			116			105		
N-S-Q	539			594			538		

気象観測値は理科年表(1958)による

る位置は大略海拔高200m以下の低位置にあり、しかも海岸線からあまり離れていないから地域内の平地にある都市の気象観測資料がほぼあてはまるものと思われる。いま、地域内の福岡、佐賀、大分3都市の気象資料⁷¹⁾をもとに、調査地域の気候因子の平均的な傾向を示すと、第12表に示すとおりである。

これによると、年平均気温15°C、年降水量1,580~1,800mm、関係湿度77%、雨量係数106~116、N-S係数538~594の数値は、わが国としては高温な地域であり、また、降水量は山地帯よりもかなり少ないが、低地帯としてはほぼ中庸の値を示す偏湿気候条件である。また、降雨分配の傾向は年総量の約70%が5~10月の高温な6カ月の期間に集中し、残余の冷涼な期間は比較的乾燥するというかなり極端な条件をもっている。第12表に示した気候条件を、前述したJENNYの欧米における黄赤色土の気候条件、年平均気温14~21°C、雨量係数55~87、N-S係数234~379と対照してみると、温度条件を除いては、いずれもより偏湿の条件を具えていることがわかる。したがって、このような環境下では地質時代に生成された赤色土は、すくなくとも退位の方角に進むことが当然考えられる。

ところが、現実には地域内の赤色土の保存は、剝削による消滅の条件を除いては割合によいとみななければならない。この理由を考える場合に、わが国の気候条件の年を通じた一般的な傾向が、亜熱帯の気候条件に比べて冷涼な期間と高温な期間とが大きな気温の較差をもつて断然とわかれていることに注目しなければならない。調査地域では、月平均気温が15°Cを超える期間が5~10月の6カ月間に及んでいる。この期間における気候因子を通年の場合と同様に解析し、あわせて東海地方、北陸地方の気候因子についても解析を加えてみると第13表に示すようになる。

第13表 日本各地域の雨量係数とN-S係数
Rain factor and N-S Quotient of each region in Japan.

地方 Gross division	地名 Name of city	平均温度 Mean temperature			雨量係数 Rain factor			N-S係数 N-S Quotient		
		年間 Year	除氷期 Non-freezing period	温暖期 5~10月 Warm period	年間 Year	除氷期 Non-freezing period	温暖期 5~10月 Warm period	年間 Year	除氷期 Non-freezing period	温暖期 5~10月 Warm period
北九州 North- ern Kyūshū	福岡 佐賀 大分	15.1		21.9	106		49	539		288
		15.4		22.3	116		57	594		300
		15.0		21.6	105		53	538		369
		15.2		21.9	106~116		49~57	538~594		288~369
東海 Tōkai	津 名古屋 浜松 岐阜 岐阜 高山*	14.6		21.7	116		55	621		295
		14.2		21.7	107		47	542		252
		15.0		21.6	125		59	544		329
		14.3		21.7	125		55	611		281
		9.9 (14.5)** 13.6*		18.1 18.1 ~21.7*	176 107 ~176*	124	60 47~60	952 542 ~952*	692	347 252 ~347*
北陸 Hoku- riku	金沢 富山 高田 新潟	13.3		20.6	187		53	904		272
		13.0		20.6	176		51	1022		288
		12.7		20.4	239		46	1254		254
		12.8		20.4	136		39	655		192
東北 Tōhoku	山形 仙台 盛岡	12.9		20.5	136~239		39~53	655 ~1254		192~288
		10.7	13.2	19.0	117	81	37	617	426	192
		11.1	12.1	18.5	110	98	47	584	507	299
		9.3	13.1	17.5	130	78	40	571	377	220
北海道 Hokka- ido	札幌	10.4	12.8	18.3	110~130	78~98	37~47	571~617	377~507	192~220
		7.4	13.0	15.9	151	59	37	762	310	215

* 高山を含む **高山を除く

これによると、調査地域の高温期6カ月間の平均温度22°C、雨量係数49~57、N-S係数288~369、東海地方の平均温度21.7°C、雨量係数47~59、N-S係数252~329、北陸地方の平均温度20.5°C、雨量係数39~51、N-S係数192~288はいずれもJENNYの黄赤色土の気候条件を十分に満足している。

また、残余の冷涼な6カ月間の上記3地域の気候条件をみると、第14表に示すように、北九州、東海地方は降水量が438~607mmで比較的乾燥した条件を示すのに対して、北陸地方は降水量952~2,076mmで著しく湿った条件を示している。しかしながら、ここで北陸地方の冷涼期間における降水量の大部分が雪であることに注意しなければならない。この積雪下および融雪時期の土壌水分の消長に関する検討はすでに前報⁶⁶⁾で詳細にわたって行なつてあるからここでは詳しく述べないが、冬期間の土壌水分は70~80%くらいでその割に湿潤ではない。したがって、冷涼期間の土壌条件は3地域を通じて、降水量の差ほど著しい差はないものと考えられる。また、北陸地方では融雪時に一時的に土壌水分が増加し、飽水状態になることは当然考えられるが、この地方の融雪時期である4~5月は気候的に乾燥時期にあたっており、また赤色土の存在する地形および地形上の位置はともに水分の流去しやすい条件下にあるのみならず、乾燥し

第14表 各地域における冷涼期(11~4月)の平均温度と降水量
Mean temperature and precipitation of the cool period (Nov.~April) in each region.

地 方 Gross division	地 名 Name of city	平均温度 11~4月 Mean temperature °C	降 水 量 Precipitation mm
北九州 Northern Kyūshū	福岡 佐賀 大分	8.4	519
		8.5	519
		8.3	438
東 海 Tōkai	津 名古屋 浜松 岐阜	7.4	480
		6.8	485
		8.4	607
		6.9	586
北 陸 Hokuriku	金沢 富山 高田 新 潟	5.9	1397
		5.4	1251
		5.0	2076
		5.2	952

赤色土の保存に対しては有意であることは容易に推察できよう。

2) 土壌分布と地形上の位置および母材との関係

調査地域の赤色土の分布がきわめて断片的であつて、その占める位置が局所環境を強調するような地点には必ずしも出現しないでむしろ新しい地質時代に形成された海蝕面と、これに関連した段丘面にほぼ限られることはすでに記述したとおりである。これらの古い地形面はその後の地盤の上昇とともに開析せられ、また場所によつては地盤の上昇に際して傾動して、その多くは寸断され、また傾いて丘陵の緩い背面や斜面を形成するものもしばしばみられる。したがつて、この古い地形面上にみられる赤色土は地形面の消滅や傾動にともなつて、あるものは丘陵の平坦に近い背面を占め、またあるものは丘陵の斜面、さらに溪谷中の高位段丘面などに出現しているが、丘陵中の谷斜面の侵蝕面には決して出現しない。このような低山地域の丘陵の背部、斜面、高位段丘面の環境は、山岳地形の斜面などと違つてその地域の気象変化がそのまま表現される傾向が強い。ことに、水分環境の面ではその傾向が著しく、降雨によつて供給された水分は長く土壌にとどまることなく流去し、寡雨時には土壌は著しく乾燥する。調査地域の赤色土は上記の地形面上の環境を反映して、日本の森林土壌としては種々の程度に乾燥した形態を示している。

調査地域の赤色土の母材は、前に記述したように、岩体風化面や土層中に含まれる円礫の風化形態から判定する岩種は多様であるが、角閃岩類のように塩基性岩から花崗岩類のような酸性岩類に至るものまで赤色風化を行なつてゐる。また、堆積型を示す赤色土では土層中に含まれる細粒部分は風化が著しくてその母材を適確に判定することはほとんど不可能である。したがつて、土層中に多数夾在する円礫によつて供給された母材の大略の傾向をつかむほかはないが、検出された岩種は珪岩質岩石を除いては岩体風化の場合とほぼ同様であつて、赤色土生成にあつて母材の選択性は乏しいものと判定される。

3) 植生からみた特徴

調査地域はその気候条件から森林帯としては暖帯に属し、海岸低地と海拔の高い地域を除く天然植生

やすいところに当たつてゐるため湿潤な時期は予想外に短く、引きつづいて高温な比較的乾燥した環境の影響をうけるので、これまた他の地域とは著しい差異を生じないと判断される。事実北陸地方の赤色土の現地調査の結果では、土壌断面の形態にも植生の面からも乾燥地の要素は強く認められたが、多湿の要素は何ら認められなかつた。

以上のような土壌生成作用に強く関与すると考えられる暖帯の期間が年のちようど半分の期間を占めるといふことは、その期間の長さとしては赤色土を生成する条件として不満足であるとしても、古い生成になる

の極盛相はタブノキ、クスノキ、シイ類を主林木とする常緑性広葉樹林がみられるはずであるが、この地域は古くから文化が開け、森林はしばしば人為の影響をうけてきたために、極盛相の組成をもつた林分はほとんどみられず、大部分の森林はアカマツ、クロマツを主体とし、これに常緑性広葉樹を混入した2次林的な組成をもつた林分となつており、また、一部には常緑性広葉樹の矮林型をなしたもののや、マダケを多く混入して竹林となつてゐるところもみられる。

これらの関係を既往の資料⁽⁸⁾⁽²⁹⁾⁽⁷⁸⁾と黒島の調査結果をもとにしてとりまとめてみると次のとおりである。

極安定相

第1層* タブノキ、スダジイ、ツブラジイ、クスノキ、ウラジロガシ、ムクノキ、シリブカガシ、クロガネモチ、ヤマモモ、イスノキ、アラカシ、シロダモ。

第2層* アオガシ、カゴノキ、ナナメノキ、サカキ、ヒサカキ、ネズミモチ、タイミンタチバナ、ヤブムラサキ、ウシコロシ、ゴンズイ。

第3層* 4層* アオキ、ヤブコウジ、フニイチゴ、ホソバカナワラビ、イノデ、ヤブソテツ、ナツエビネ。

また、安定したマツ林分として海拔高300m以下のところには、クロマツ・アカマツ・クスノキ・ネザサーウラジロ群集がみられる。その組成は、

第1層 クロマツ、アカマツ、コナラ、ヤマハゼ、クスノキ、タブノキ

第2層 ネズミモチ、ヒサカキ、ヤブムラサキ、ウシコロシ、アラカシ

第3層 ネザサ、ムラサキシキブ、ゴンズイ、タブノキ、クスノキ

第4層 ウラジロ

海拔高300~400mでは、アカマツ・シーウラジロ群集がある。その組成は、

第1層 アカマツ、クロマツ、ヤブツバキ

第2層 スダジイ、アラカシ、ヤマハゼ、アカガシ

第3層 クスギ、ヒサカキ、クロギ、タブノキ、モツコク、アオガシ、ボロボロノキ

第4層 ウラジロ、コシダ

以上の林分がこの地方では各遷移段階におけるほぼ代表的なものと考えられる。

これに対して、赤色土のところは前にも記述したように一般に林相がわるく、また、組成種にも2次林的な要素が強くみられるのが常である。その多くは、生育不良の天然生アカマツ、クロマツにわずかの広葉樹類、たとえばクロギ、ヒサカキ、シヤンヤンボ、ネジキ、コナラ、リョウブ、ヤマハゼ、スノキ、ハギなどを混え、林床は低茎のネザサ、コシダおよびウラジロなどでおおわれているが、広葉樹類の混入がほとんどみられないで、形質不良のアカマツ、クロマツを上木とし、林床にネザサあるいはコシダの被覆した単純な組成をもつた林分もしばしばみられる。また、はなはだしい場合には植生は散生的で、地表は斑状に裸出して禿地に移行していることもすくなくない(写真36~38参照)。

このように赤色土をおおう植生の生育状態が貧弱であることは、土壌の理化学的性質がわるいことによ

*第1層(高木層) 樹高6m以上

第2層(亜高木層) 樹高6~2m

第3層(灌木層) 高さ2m~80cm

第4層(草本層) 高さ80~3cm

第5層(藓苔層) 高さ3cm以下

(吉岡邦二: 日本松林の生態学的研究, p.16による。)

ることは論をまたないが、そのために一度植生を破壊すると回復が遅く、その間に表面侵蝕によつて表土の流亡が行なわれ、生産性がますます低下する悪循環が、一層これを助長するものと考えられる。

また、赤色土の上に成立する林分の組成種にみられる1つの特徴は周囲の林分に比較して、シヤシヤンボ、ネジキ、コナラ、リョウブ、ヤマツツジ、コシダなど乾燥地に成立する組成種が増加し、タブノキ、クスノキ、アオガシなど、シイ類を除く本来の気候的安定種の混入が著しくすくないことである（写真39～40参照）。このことは、前に記述したように、赤色土の環境が日本の森林土壌の環境としては乾燥した型に属することとともに、赤色土の強酸性で塩基に乏しい瘠悪な性質の影響を強くうけているためと考えられる。

しかしながら、以上のような植生にみられる特徴は、赤色土の性質によつて絶對的に支配された土地の極盛相と判断すること、および赤色土のところが同一地域内の局所環境としてもつとも乾燥する位置を占めると考えることはともに早計である。なぜならば、調査地域の赤色土のところでも小規模ではあるが、この地方本来の安定した林分組成に近い常緑性広葉樹を主体とした林分が、福岡市香椎町長谷、粕屋郡久山町中久原、久留米市高良山の一部などにみることができ（写真41、42および前掲写真19参照）、および赤色土と同様な乾性の組成種を多く混入する林分が、同一地域内の地形的に乾燥しやすいところにある赤色土以外の土壌の上にもしばしばみられるからである。

VII 赤 色 土 の 分 類

これまでの検討結果によつて、日本各地にみられる赤色土はいずれも地質時代に生成された古い赤色土であり、それが現在の環境、ことに5～10月の温暖時期の気候条件によつて比較的良好に保存されているという、同一の生成条件下にある土壌であるといえる。また、これら各地にわかれて出現する赤色土は、形態的にも、表層は赤味が乏しく下層に赤味を増すが、溶脱層とみられる層の形成をみないなどの共通点をもち、さらに、その化学的性質も強酸性で塩基類に乏しく、その他の諸性質ことに粘土分の組成、粘土鉱物の種類、鉄分含量および遊離酸化鉄の割合など、主要な性質はほぼ同一の傾向を示している。したがつて、日本の赤色土は、その類別上の立場からみると同一群の土壌として取り扱つて差しつかえない。

このような赤色土と森林（樹種、林型、成長過程など）との関係を明確にするための細区分方式として、安定した形態を示すものについては、日本の褐色森林土およびポドゾル土壌に対する大政の分類方式⁵⁴⁾を、不安定な形態を示すものはこれに侵蝕度合を加味する区分方式⁵⁵⁾を採用するのが最も適切であると思われる。

褐色森林土、ポドゾル土壌群に対する大政の分類はその基礎を土壌水分におき、土壌の水湿状態の相違に応じて現われる腐植の形態、土壌の構造、土壌中の塩基および鉄、アルミナの移動、集積状態などによつて行なつたもので、MARBUT 氏の分類方式の Category III (Family groups—local environment groups)⁷⁰⁾に相当するものであるが、黒鳥らの調査結果では赤色土でも褐色森林土の場合と同様に土壌水分の消長がその断面形態によく表現されていることを認めた。

また、不安定な形態をもつた赤色土の分類規準は、その侵蝕の程度によつて、Er-β（強度—表層の全層および赤味の少ない上位土層を欠いて、赤味の強い土層の露呈するもの）、Er-α（弱度—表層を欠くもの）とする。

このようにして赤色土の土壌型を類別するとつぎのようである。

1. 安定した形態をもつた赤色土

- a) 乾性赤色土（傾斜地型） RA
- b) 乾性赤色土（緩斜地・台地型） RB
- c) 弱乾性赤色土 RC

2. 不安定な形態をもつた赤色土

- a) 強度に侵蝕をうけた赤色土 R-Er-β
- b) 弱度に侵蝕をうけた赤色土 R-Er-α

1. 安定した形態をもつた赤色土

- a) RA 型土壌、乾性赤色土（傾斜地型）

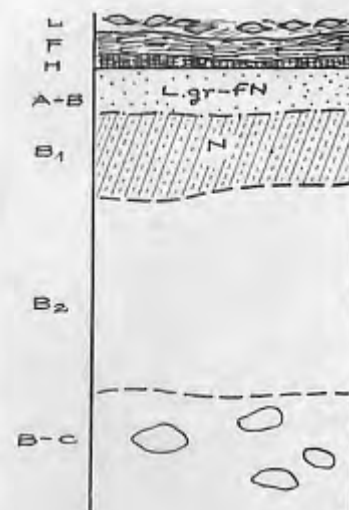
この種の土壌はやや開析の進んだ丘陵の背部によく現われる。その断面形態は、第48図および写真43に示すように、A₀層、ことに下層の発達が必要とされるが、A層の発達はきわめておろい、または欠き、B層上部には細粒状構造が支配的に発達し、A₀層下部または鉄質土層との境にはしばしば菌糸網層の形成をみるのが特徴である。

土層の色調を除いては BA 型土壌⁵⁴⁾と形態を同じくする傾向を示

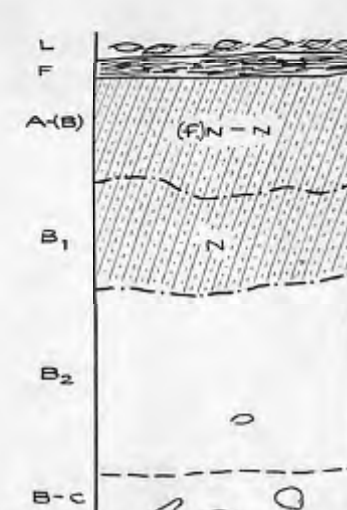
すが、一般に細粒状構造の発達する範囲が少なく、土壌はその割合に膨軟な感じがしない。北九州地方では第V章、断面1（49頁、第39図、前掲写真14参照）は RA 型土壌のほぼ標識的なものである。

- b) RB 型土壌 乾性赤色土（緩斜地・台地型）

この種の土壌は RA 型土壌よりも地形の安定した緩い斜面に主として現われる。断面の特徴は、第49図および写真44に示すように、A₀層の堆積がやや厚く、しかも F—H または黒味の強い H 層が形成される。



第49図 RB型土壌の模式断面図
Schematic presentation of RB-soil.
L-gr…細粒状構造 Loose granular structure.
f-N…細堅果状構造 Small nutty structure.



第50図 RC型土壌の模式断面図
Schematic presentation of RC-soil.
L-gr…細粒状構造 Loose granular structure.
f-N…細堅果状構造 Small nutty structure.

A層の発達はあるく、一般に10cm以下であるが、角粒状または細かい堅果状構造がみられる。B層上部には堅果状構造が支配的である。A₀層の発達は一様にB₀型土壤⁵⁴⁾よりも著しくない。第V章、断面2(50頁、第40図、写真16参照)は北九州地方のR₀型土壤のほぼ標識的なものである。

c) R₀ 型土壤 弱乾性赤色土

この種の土壤は盆地あるいは平野に面した段丘面上や、前方の開放した山麓面などの平坦な緩い傾斜をもった安定した地形のところに多く現われる。その断面形態は、第50図および写真45に示すように、R₀A、R₀B型土壤と違って、A₀層は格別に発達することなく、比較的淡色の腐植は土層中のかなりの深さまで浸透しているのが常で、腐植の浸透した範囲に堅果状構造が支配的にみられるのが特徴である。

土層の色を除いた形態的性質はB₀c型土壤⁵⁴⁾と全く同様であり、また、その出現する地形上の環境もよく似ている。

北九州地域の赤色土は一般に侵蝕の影響が強くみられ、R₀c型土壤の標識的なものはみられなかったが第V章、断面4(52頁、第42図、写真20参照)はほぼこの型に相当する土壤である。また、すでに報告した新潟地方の菅谷土壤(赤色土の研究I、5~6頁、断面3参照)は、この種の土壤の標識的なものである。

現在までの調査結果では、安定した赤色土の水分環境にもとづく分類は以上のとおりであつて、褐色森林土の場合のように、B₀d型土壤(適潤性褐色森林土)以下B₀e型土壤(弱湿性褐色森林土)、B₀f型土壤(湿性褐色森林土)⁵⁴⁾などに相当する赤色土は全く出現しなかった。それは、前にも記述したように、赤色土が残存する地形上の位置が低山の背部や、山脚の短い凸形斜面、平野または盆地に面した開析段丘面のように比較的乾燥しやすい環境にあることと、古い生成になる赤色土は、凹地形の現在湿潤な環境のところには、土壤生成以後に地形が開析された過程において、侵蝕のために残存し得なかったためにほかならない。

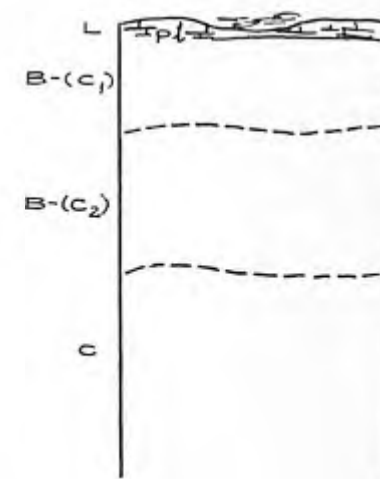
2. 不安定な形態をもつ赤色土

日本の赤色土は生成されてから今日に至るまで、いくつかの過程で侵蝕の影響を受けている。そして、侵蝕の起源は赤色土の生成あるいは堆積直後の陸化時の水磨によつて始まり、植生被覆までの乾陸時代にもかなり激しく行なわれたものと想定され、さらに現在までの地質年代的な長い期間種々の程度に剝削されてきているものと判定されるので、現在の環境下で土壤生成作用が始まるときの様相は、赤色土の現われる小地域ごとに必ずしも一様ではなかったものと考えねばならない。したがって、この土壤の場合、厳密な意味での侵蝕の度合を決める尺度を決めることは不可能である。ここでは、主として植生の破壊と、それにともなう表面侵蝕の影響によつて生じた断面形態の変貌を、周囲の比較的保存された土壤と対比して判定する方式をとることとする。

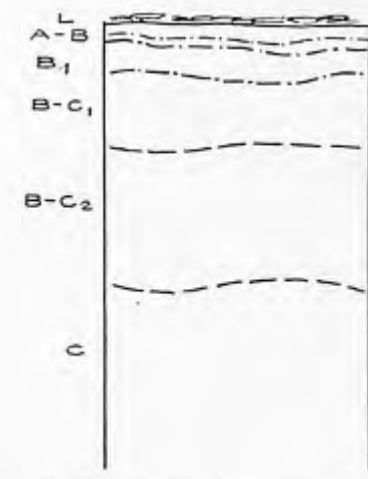
a) R-Er- β 型土壤 強度に侵蝕された赤色土

この種の土壤は丘陵の背部、凸形斜面の上部など、R₀A型土壤の現われるような地形のところに多くみられる。地表はほとんど裸出している場合が多く、第51図に示すように、A₀層の堆積も、腐植の土層への浸透も多くの場合みられない。土層は最表層から堅硬で根系の侵入ははなはだ困難である。ときには土層の最上位部に板状構造がみられることがある。

また、多くの准積型赤色土が激しい表面侵蝕を受けた場合、土層中に含まれていた円礫が侵蝕され残つて、地表が石原状を呈することもしばしばある。



第51図 R-Er- β 型土壤の模式断面図
Schematic presentation of R-Er- β soil.
Pl...板状構造 Platy-structure.



第52図 R-Er- α 型土壤の模式断面図
Schematic presentation of R-Er- α soil.

第V章、断面6(54頁、第44図、写真24参照)は北九州地方で多数みられるR-Er- β 型土壤のもつとも標識的なものである。また、写真46、47に示す土壤(愛知県犬山市今井、八幡園有林内)は他地域でみられるこの種の土壤の代表的なものであるが、中でも写真47は地表が石原状になつた土壤断面の例である。

b) R-Er- α 型土壤 弱度に侵蝕を受けた土壤

この種の土壤は、日本各地の赤色土地域でもつとも普遍的な出現をしている。R-Er- β 型土壤と違って貧弱ではあつても地表は常に植生によつて被覆されている。土壤断面の特徴は、第52図に示すように、多くの場合L層のみが地表をおおい、FおよびH層の発達はみられない。土層中に腐植の浸透はわずかながら認められ、多くの場合5cm内外の比較的堅いA層または、A-B層を形成する。この層およびB層上部には普通密につまつた堅果状構造がみられる。安定した土壤型のものよりも土層は堅硬で密で、理学的性質は一段と劣る。第V章、断面5(53頁、第43図、写真22参照)はこの種の土壤の例であり、また、新潟地方五十公野の赤色土(赤色土の研究I、3~4頁、断面1参照)は同様にR-Er- α 型土壤に相当する。

VIII 赤色土と森林植生との関係

1) 天然植生

日本の赤色土上にみられる森林でもつとも支配的なものは、アカマツ、クロマツなどのマツ類である。この関係は、アカマツ、クロマツ分布の北限を越える北海道の赤色土を除いてはそのほとんどを占めている。しかしながら、赤色土上にみられるマツ林は、ほぼ森林帯の異なる地域ごとに主林木を形成するマツ類がアカマツ、アカマツ・クロマツの2群に大別せられ、また、アカマツ、クロマツの混生地帯でもクロマツの混合割合に変化がみられる。すなわち、森林帯上温帯地域に属する東北地方および北陸地方の北部にあたる新潟地方(海岸砂地を除く)では、主林木はアカマツによつて占められ、クロマツの混入を欠くが、森林帯上暖帯地域に属する北陸地方中部の富山地方以西、東海地方、近畿・中国地方ではアカマツに

必ず少量のクロマツの混入がみられ、四国南部、北九州地方ではクロマツの混入割合が高く、40~50%に達する。

また、主林木以外の林分組成種では、マツ類の変化よりもやや細かい変化がみられる。

いまこれらの関係を、吉岡⁷⁾の著書をもとにして、黒島の現地調査結果を加え、各地方ごとに赤色土にみられるマツ群落をあげて四国の代表的なマツ群落との対応関係を取りまとめてみると、第15表のとおりである。

この表にみられるように、新潟、山形地方などの温帯地域での随伴する指標植物にはマルバマンサタ、コナラ、ヤマツツジ、アケボノなどがみられるほか、多少にかかわらずミズナラ、ブナ、クリなどの温帯性落葉広葉樹類の混入がみられる。また、この地方のマツ林としての基群集との関係をみると、スギ、ササ(チマキザサ)などの安定した指標的植物の成立がきわめて乏しいことが目だっている。

これに対し、暖地域の東海、近畿・中国、四国および北九州地方などでは、シヤシヤンボ、ソヨゴ、ヒサカキ、サカキ、クロギ、シイ類、アラカシ、ネズミモチなどの常緑性広葉樹類の混入と、針葉樹ではネズミサシ、またシダ類では、コシダ、ウラボシなどの暖地性植物の混入が支配的になることと、ネザサの成立が目だっている。さらに、これらの暖地域では、林分の破壊による土壌侵蝕の影響や、地形による水分環境の差などによって、赤色土上の基本的な群落は種々の程度にその組成種に変化がみられる。まず、水分環境の差が強く影響している組成種としては、極端な乾燥地にはコシダが優占し(前掲写真39参照)やや水分環境に恵まれたところではウラボシの繁茂がみられ(写真48参照)、ネザサではこの両環境で茎高に著しい差が認められる。これらの林分の破壊程度が著しく、土壌侵蝕が進んで、地表に土壌中の円礫が浮出残存するようになると、地表にハナゴケが占有しているのをしばしばみることができる(写真49および前掲写真46参照)。

第15表 各地域の赤色土の上にみられるマツ林の
Pine community on the red soils and ecological

地方 Gross division	地区 Region	赤色土の上にみられる基群集 Sociations on the red soil	マツの形質 および成長 Growth and form pine
東北 Tōhoku	山形	アカマツ・マルバマンサタ・ヤマツツジ* アカマツ・コナラ・アケボノ**	中の下 "
北陸 Hoku- riku	新潟 石川	アカマツ(スギ)・ヒサカキ・ヤマツツジ アカマツ・ヤマウルシ・ヤマツツジ・アケボノ アカマツ・ヒサカキ・ヤマツツジ	中・中の下 中 中
東海 Tōkai	静岡 愛知	アカマツ・シヤシヤンボ・ヒサカキ・コシダ アカマツ・ネズミサシ・シヤシヤンボ アカマツ・クロマツ・ネズミサシ・コナラ・ハナゴケ	不良 " "
瀬戸内 Setouchi	兵庫 岡山	アカマツ・クロマツ・ネズミサシ・コシダ クロマツ・ネズミサシ・ヒサカキ クロマツ・アカマツ・ネズミサシ・ネザサ・ヒサカキ	不良・疎生 " " "
山陰 Sanin	鳥取 島根	アカマツ・ソヨゴ・ヒサカキ・ウラボシ アカマツ・クロマツ・モミ・シラカシ・シガシラ	中・やや疎生 中
北九州 North- ern Kyūshū	福岡	クロマツ・アカマツ・ヒサカキ・コシダ アカマツ・ヒサカキ・コシダ・ウラボシ クロマツ・アカマツ・ソヨゴ・ヒサカキ・シヤシヤンボ・ネザサ	中~下 不良 "

赤色土上にみられるこのような林分の後退現象と考えられる極端なものは、東海地方と近畿・中国地方の瀬戸内海沿岸地域によくみられる。

一方、赤色土のところでも上記の現象とは逆に、安定相に向かいつつあると考えられるものも皆無ではない。前掲第15表に示した山陰地方松江市北方にみられる、アカマツ・クロマツ・モミ・シラカシ・シガシラ群落はその一例である。この林分は面積的にはきわめて小さいけれども、旧跡付帯地として保護されてきた関係もあつて、第2層にモミ、シラカシ、サカキなど安定相にみられる樹種の混入が目だち、林床にはヤブコウジ、ヤマツツジ、シガシラ、モミ稚樹などが多数みられ、明らかに他の赤色土上の林相とは景観を異にし、この地域の安定相と考えられる、モミ・シラカシ・ヒサカキ群落に移行する傾向を示している。

このほかにもすでに記述したように、北九州地方においても、林型には人為の影響がみられるが、組成的には、シイノキ、アラカシ、ナナメノキ、タブノキ、ヤマモモ、タイミンタチバナ、林床にはウラボシ、テイカカズラ、ヤブコウジ、マンリヨウなど暖地性広葉樹を主体とした安定相に近いとみられるものが、久留米市高良山中にみられ、また、福岡市香椎町長谷の一部にも老齢のマツが点在し、他の大部分の組成種が上記のものと同様な林分が、いずれも小規模ながら赤色土上をおおって存在するのが認められる(前掲写真19, 41, 42参照)。

赤色土上にみられるマツ林の生育は、しばしば記述しているように四国の他の土壌にみられるマツ林の生育に比べて一般にわるく、また、その形質も劣るのが常である。しかしながら、赤色土上のみに限つてみると、マツ類の生育およびその形質は地域によつてかなり差異があり、また土壌型間でも差異が認められる。

地域差の概括的な傾向としては、東北地方、新潟、北陸および山陰地方など裏日本地域のものは、東群落とそれと同位的な関係にある群落
equivalent community on other soils.

同位的関係にある基群集 Equivalent sociations on the other soils	備考 Note
アカマツ・スギ・コナラ・ササ・ヤマツツジ アカマツ・スギ・ササ	*2次林, 東田川郡低山 **移行林, 山形市周辺の丘陵
アカマツ・スギ・ササ・ヒサカキ・ヤマツツジ アカマツ・ササ・ヒサカキ・ヤマツツジ	温暖帯の移行林型, 五十公野・菅谷村, 新潟県中部の丘陵 金沢市卯辰山公園
アカマツ・クロマツ・シヤシヤンボ・ウラボシ* クロマツ・アカマツ・ネズミ・ヒサカキ**	*久能山北方の丘陵 **岡崎市周辺の小丘陵, 暖帯
クロマツ・アカマツ・ヒサカキ・ネザサ アカマツ・クロマツ・ネズミ・サシ・ネザサ・ヒサカキ	顕著な瘠弱林型, 第1層を欠くものがある
	鳥取市, 旧城山 松江市
クロマツ・アカマツ・クスノキ・ネザサ・ウラボシ*	*香椎町周辺の丘陵地

第16表 各地域アカマツ天然生地の収獲表
(早尾丑磨：日本主要樹種林分収獲表，1951年より抜粋)

The yield tables (lower quality) of natural Pine forest in each region.

地 方	年 齢 年	中 央 木		1 町 歩 あ た り			
		胸高直径 寸	高 間	本 数 本	幹 材 積 石	幹材積成長量	
						連 年 石	平 均 石
北 陸 地位3等地	20		1.7		107	20.1	5.3
	30	1.80	3.5	4,519	308	21.3	10.3
	40	3.20	5.1	2,339	521	19.5	13.0
	50	4.40	6.3	1,585	716	16.7	14.3
	60	5.50	7.3	1,219	883	15.7	14.7
	70	6.65	8.1	1,014	1,040	11.0	14.9
	80	7.25	8.8	881	1,150	10.6	14.4
	90	7.95	9.4	791	1,256	9.0	14.0
	100	8.55	9.8	724	1,346		13.5
近 畿 地位3等地	20	0.80	1.1	7,413	41	11.1	2.0
	30	2.05	2.8	3,062	152	14.6	5.1
	40	3.20	4.5	1,968	298	14.4	7.4
	50	4.20	6.0	1,514	442	13.6	8.8
	60	5.00	7.2	1,271	578	11.7	9.6
	70	5.70	8.2	1,117	695	10.5	9.9
	80	6.30	9.1	1,019	800	9.4	10.0
	90	6.85	9.8	944	894	8.2	9.9
	100	7.20	10.5	891	976		9.8
中 国 地位3等地	20	1.15	0.4	5,012	46	19.1	2.3
	30	2.65	1.4	2,291	164	19.2	5.5
	40	3.95	2.8	1,585	314	17.0	7.9
	50	5.05	4.2	1,259	463	14.3	9.3
	60	5.95	5.4	1,081	598	12.3	10.0
	70	6.75	6.6	968	718	10.2	10.3
	80	7.30	7.6	891	823	9.0	10.3
	90	7.85	8.5	836	917	7.4	10.2
	100	8.20	9.3	794	998		10.0
北 九 州 地位下等地	10	1.0	1.4	4,000	16	12.4	1.6
	20	2.2	3.4	3,348	139	25.1	7.0
	30	3.4	5.2	2,779	390	24.4	13.0
	40	4.5	6.5	2,112	634	18.4	15.8
	50	5.5	7.5	1,627	817	11.9	16.3
	60	6.2	8.3	1,350	936	8.5	15.6
	70	6.8	8.8	1,161	1,021	5.3	14.6
	80	7.3	9.2	1,022	1,074	4.4	13.4
	90	7.7	9.2	930	1,118	3.0	12.5
	100	8.0	9.8	865	1,148		11.5

海、近畿、山陽および北九州地方のものに比べて生育、形質ともにまさっている。たとえば、写真50～52などは東日本地域の赤色土ではそうまれでない林相であるのに対し、東海地方以西の瀬戸内海地方や北九州地方ではこのような林相はきわめてまれで、写真53～55や、前掲の写真36～38にみられるような貧弱なものがそのほとんどである。

この理由は種々考えられるが、東海地方以西の暖地域では東日本地域に比べて、古来林分の破壊頻度が高く、ために土壌の荒廃度が進んでいるものが多いためと、植生被覆の回復にあたって、比較的高温なしかも乾燥頻度の高い気候条件が、東日本地域のように冬の積雪によって土壌が比較的湿潤に保たれる気候条件よりも過酷な条件として作用するためではないかと考えられる。

このように林分の生育に地域差があるという裏付けとして、それぞれの地域における収獲量の低いマツ林分の収獲表⁹⁾を対比させてみると、第16表に示すとおりで、やはり赤色土の場合と同様の傾向が認められる。

つぎに、類別された土壌型と植生との関係をみると、土壌が不安定な形態を示すものほど、その程度にほぼ比例して林相がわるくなる。すなわち、熟成した形態を示すRA～RC型土壌に比べてR—Er型土壌は一般に林相がわるく中でも、R—Er_β型土壌は各地域とも共通して林相がもつとも劣るのが常である。

熟成した形態を示すRA、RB、RC型土壌間では、褐色森林土の場合とほぼ同様に、RC型土壌の林相がもつともよく、RA型土壌の林相がもつとも劣る傾向が認められる(写真56～58および前掲写真15, 17, 21参照)。そしてこの傾向は主林木に限らず林内組成種の生活型においても同様である。また、林内に混生する組成種、ことに林床植物と土壌型との関係では、東海地方以西の暖地域でその関係が目立ちR—Er_β型土壌とハナゴケ、RA型土壌とコシダ、RB型土壌でウラボロ・コシダ、RC型土壌でネザサ・ウラボロなどがそれぞれ深い関連を示している。

また、赤色土上のマツ林では、一般にマツ類の更新が良好である。これは赤色土のところは比較的乾燥した環境にあることと、土壌が瘠せているために、一般に土地に対する要求度の高い高茎草本類の繁茂がみられないで、地表に光線がよく当たるためであると思われる。写真59, 60は北九州地方、写真61は東海地方の伏見地におけるマツの更新状況、写真62は林内におけるマツの更新状況を示す一例であるが、これらは赤色土に対する森林施業計画をたてるときの重要な指標ともなるものと思われる。

2) 人 工 造 林

赤色土に対する重要樹種の造林実施はその例が各地ともにきわめて乏しい。

スギは、造林地としての規模をもつものは全く見当たらなかったが、植栽した形跡は、北九州地方で福岡市西油山、山陰地方で鳥取市城山付近、四国地方高知県香美郡天坪村、東海地方三重県四日市市安女付近などわずかの地点で認められた。その生育は写真63～65にみられるようにきわめて不良で、林冠は閉鎖するに至らず、一部には天然生マツ林に移行しているものもみられ、成林は全くおぼつかない。わが国主要造林樹種のうちで、土地に対する要求度が高かつとも高いとされるスギがこのような成績を示すことは、赤色土のわるい理化学的性質とその水分環境とからみれば、当然の結果であると判断され、将来とも赤色土上にスギを成立させることはまず見込みがないと思われる。

ヒノキは、愛知県犬山市今井付近の八幡国有林、兵庫県三木市付近の蓮華寺山国有林などかなりの規模で植栽されているが、写真66, 67に示すように成長はきわめて不良で、植栽後約30年を経過しても平均胸高直径5 cm、樹高3～4 mで林冠が閉鎖するに至らない。スギと同様に企業的には成りたないと考え

られる。

マツ類では、東海地方の一部にクロマツの植栽地がみられるが、そのほとんどが形質、成長ともに天然生マツ林よりも劣り、用材林としての価値の乏しいものが多い。

ただ1例だけではあるが、東海地方三重県四日市市西方の開析扇状地上の赤色土（赤橙型）のところで形質、成長ともに比較的すぐれたクロマツ人工林が認められた。写真68はその林相、写真69はその土壌断面である。この赤色土は地表が安定しており、断面写真と模式図（第53図）が示すように、腐植が比較的良好に浸透し、1～3 cm 大の堅果状構造の発達した、断面があまり緊密でない Rc 型土壌（弱乾性赤色土）であった。

3) 赤色土にみられる特殊造林と土壌改良

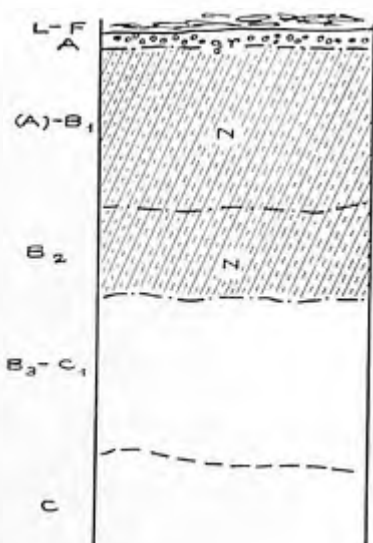
赤色土の禿地およびそれに近い形態を示す土壌（R-Er- β ～R-Er- α 型土壌）のところには、林相改良および土壌の侵蝕防止を目的として、しばしばニセアカシヤ、ヤマハシノキ、ヤシヤブシ、ヒメヤシヤブシなどのマメ科および非マメ科の根瘤植物を主体とした植栽が行なわれている。これらの植物は、普通肥料木ともいわれ、瘠地でもよく生育すると考えられているばかりでなく、その成立によつて地表の環境を緩和し、あわせてその落葉などに含まれる有機無機有効成分や土壌中の根瘤ならびにその枯死体などに含まれる有機体窒素などの働きによつて土壌が改良され、同時に天然に混生する植生の成長回復などが期待されている。普通これら肥料木の植栽にあたっては、普通林地の植穴よりもやや規模の大きな植穴を、治山山腹工事などで

は水平溝掘り穴の形式をとり、多少の施肥および埋葉などを行なっている。

赤色土に植栽された上記各樹種の成績は、深層風化した花崗岩類の禿地などの成績に比較して一般にわるく、短年月間に植栽木の衰弱あるいは枯死する現象がみられ、地表が十分に被覆されていない例が多い。写真70は、東海地方のクロマツが疎生した禿地型赤色土に肥料木を混植したが、衰弱して消滅した植生状況であり、写真71はその土壌断面である。このような形態を示す赤色土の理学的性質はことに堅硬で、植穴から周囲土層への透水性がきわめてわるく、降雨後などには植穴内はかなり長期にわたって飽水状態となり、植物根はその機能を発揮し得ないで枯死するものと判断される。このような経過は、根の枯死が植穴内の下部から始まり、衰弱木あるいは枯死木の多くに、地表面直下の根株から2次根を出した形跡が認められることで明らかである。

つぎに、写真72、73は愛知県犬山市今井の八曾国有林の R-Er- α 型土壌に、積極的な土壌改良を目標として、深さおよび幅約50cm、長さ約150cm の矩形植穴を掘り、植穴内に多量の葉付粗朶を混入し、普通の場合と同量の施肥を行なつて、肥料木を植栽して6年目の天然生マツの生育状況と、植穴内の土壌断面である。

この写真72、73と上記の写真70、71の著しい相違は、肥料木の消長も対照的であるが、土壌断面の形態の大きな差異である。すなわち、写真71ではその形態的性質が緊密で、完全に原土壌の状態にもどつてい



第53図 クロマツ優良人工林の赤色土（Rc 型土壌）の模式断面図
Schematic presentation of Rc soil.

N…堅果状構造 Nutty structure.

るのに対し、写真72では深さ約 30cm まで耕起のあとが残つて軟らかく、しかも多量に加えられた粗朶の分解物に起源すると思われる腐植様物質によつて土色に変化がみられ、根系が下方までよく分布している。

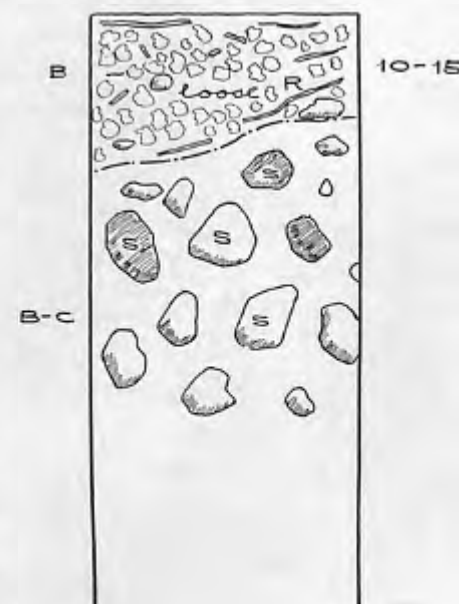
また、写真74～76は、愛知県瀬戸市水野付近の礫粘土質赤色土に、水平方向に溝掘式植穴方式をとり、農家よりの有機質老廃物を混入して、クロマツおよびヒメヤシヤブシを混植して20年を経過した林相と、その根系分布および土壌断面である。ここにみられる一つの特色は、クロマツの成林によつて肥料木の大部分は消滅し、林床にはコシダ、ウラボシが全面的に被覆して、地表の裸出したところが全然みられないこと、土壌断面では A₀ 層ごとに F-H 層の発達がみられ、腐植が土層中に浸透し始めていること、植溝外の土壌断面では現在なお表層から緊密であるのに対し、植溝内断面では約 30cm 深さまで軟らかく孔隙に富んでいることがあげられるが、さらに注目すべきことは、写真76にみられる根系分布の形態である。すなわち、植栽後20年を経過する植栽木の根系が現在なお植溝内のみを横走して植溝外にはほとんど分布していないという現象である。この現象は、一面からみると植生によつて土壌の性質が改変される速度が自然的にはかなり長期間を要するものであることを物語っている。

つぎに、写真77は、福岡県久留米市高良台の禿地型赤色土に、前例と同様な溝掘式植穴方式をとり、植溝内に久留米市より排出された有機質塵埃を多量に混入して、植栽したモリシマアカシヤの4年後の生育状況と地表の様相である。モリシマアカシヤは、樹高6～8m、胸高直径8～12cm で旺盛な生育を示し、また、地表は植溝内のみススキ、およびアカマツが侵入して良好な生育を示している。植溝内の土壌断面は、第54図に示すとおりで、地表から 10～15cm の範囲は孔隙に富んで軟らかく、土色にも変化がみられ周囲の自然土層とは明らかに趣きを異にしている。根系は前例と同様にこの土層のみに集中して横走する傾向がみられた。

以上のような数地点の例示は、禿地型に移行した赤色土に植生被覆を計る場合には、積極的な土壌改良の手段が必要であつて、肥料木など瘠地に耐えうる植物の導入を主体とし、それによつて土壌の改善および植生の成長回復を期待するという考え方は不十分であることを物語るものとする。そして、このような瘠土の積極的な改良手段としては、できるだけ規模の大きな耕起（植穴掘り）によつて、植穴に対する周囲の土壌条件からくる排水不良の影響を除去するようにし、これに、耕起によつて得られた孔隙に富む理学的性質の保持と植物栄養源の補給をあわせて付加する意味で、多量の有機質物質の混入が必要である。

このことは、高良台赤色土における開拓農地におい

て、都市からの有機質塵埃の多量の添加によつて、土壌の性質が著しく改善され、ことに、pH 値が高まり、置換性石灰量が著しく増大したという菅野らの報告¹⁵⁾や、静岡県三方ヶ原の黄赤色土の開墾地土壌に



第54図 土壌改良処理をした R-Er- β 型土壌の模式断面図
Schematic presentation of R-Er- β soil (The upper part has been plowed and treated with organic debris).
R…根系 Root S…巨円礫 Shingle

においても同様な処理法によつて酸性の矯正および置換性石灰量の増大がみられ、土壌は速やかに熟化することのべた塩入らの報告⁶⁾があり、さらに、熟化の過程において、多量に加えられた有機質が石灰の共存において腐植化度が高まり、良質の腐植が形成されることを追究した弘法の報告²⁾などによつても十分に理解できる。

摘 要

本報告は、北九州に分布する赤色土とこれにともなう黒色土の生成機構を検討し、さらに赤色土を分類し、かつ、その林業的価値を論じたものである。もとより、この二種の土壌の分布は、北九州に限られたものでなく、広く本邦全土におよんでいる。したがつて、北九州のこれらの土壌の生成を検討するとき他地方の同様の土壌に論及したことはいうまでもない。しかし、研究の主体はあくまで北九州のそれにおかれている。

本研究の要旨を摘録すれば次のとおりである。

1) 北九州地域の赤色土は、その分布がきわめて断片的であるのみならず、地形上の位置、方位が相違し、近接地間でも出現する海拔高にかなりの差異があるなど、局所環境を強調するような位置とは必ずしも関連していなかった。また、赤色風化は、古第三紀の堆積岩をはじめ、花崗岩類（酸性岩）から角閃岩類（塩基性岩）に及んでいて、特定の母材との関連性を示さなかった。したがつて、局所気候、母材料等の環境因子との関係は稀薄のように見うけられた。

2) その断面形態と出現様式には、土壌生成作用による土層の分化とは解されないものがあり、むしろ地質時代に生成されたものと解釈することによつて完全な説明がついた。すなわち、赤色土は地質時代に風化生成されたものおよびそれが移動堆積したものであつて、堆積層は基岩体上部の風化面に不整合堆積していた。

3) 上記の堆積層および不整合面の形成を地史的に解析した結果、後久留米変動時（旧期洪積世）の海浸時に形成された海蝕面とそのときの堆積層（旧期洪積世巨円礫層）であることを明らかにした。

4) 旧期洪積層以後の新期洪積層および旧期沖積層には赤色土の存在はほとんどみられなかった。例外的にこれの認められる場合は明らかに2次的な堆積であることが認められた。

5) 上記の事実および後久留米変動以前の堆積層である久留米層中に赤色風化物混入が認められなかったことから、北九州地域の赤色土の堆積あるいは生成時期は、旧期洪積世と推定した。

6) 古い赤色土の存在は諸外国の資料に照して妥当性のあることを認め、また、赤色土生成に必要なとされる暖暑の気候条件は、古気候に関する資料によつて、旧期洪積世中期（ギェンツ・ミンデル間氷期）の温暖時期がほぼ時期的に符号し、矛盾のないことを確かめた。

7) 北九州地方の赤色土と、日本の赤色土の他の代表的な分布地域である東海地方、およびさき古い赤色土と確認された新潟地方の赤色土を、その生成時期、粘土の化学的組成、粘土鉱物などの面から検討した結果、下記のように、これら各地域の赤色土が同一群の土壌であることが明らかになった。

8) 古い赤色土の残存と、現在の気候条件との関係を検討し、北九州地方をはじめ、東海、新潟地方ともに、平均気温が20°Cを越える温暖期6カ月間の亜熱帯的な気候条件が、その保存のために有意であると考へた。

9) 日本の赤色土を、農林業に対する実用的な精度の細分類を行なうために、安定した形態を示すもの

と、侵蝕の影響によつて不安定な形態を示すものに2大別し、安定した形態を示すものは、地形にもとづく水分環境の差による形態変化を基準として、Ra型（乾性赤色土・傾斜地型）、Rb型（乾性赤色土・緩斜地・台地型）、Rc型（弱乾性赤色土）の3型に、不安定な形態を示すものは、侵蝕の度合によつて、R-Er-β型（強度に侵蝕を受けた土）、R-Er-α型（弱度に侵蝕を受けた土）の2型にそれぞれ細区分をした。

10) 赤色土と森林植生との関係を調べ、つぎの事項を明らかにした。

i) 天然植生との関係

北海道を除く主要な地域ではアカマツ林が支配的であるが、その組成種には森林帯の相違とほぼ平行して差異が認められ、温帯地域では、落葉広葉樹類の混入が、暖地域では、主林木にクロマツの混入と常緑性広葉樹類の混入が目立ち、また、林床にはコシダ、ウラボシ、ネザサが指標的に出現する。各地域とも赤色土の林分は、周囲の他の土壌のところに比べて林相がわるく、組成も単純なものが多い。また林分の生育には地域差が認められ、北陸、山陰地方など裏日本地域に比べて、東海、瀬戸内、北九州地域は一般に林相が劣る。

ii) マツ類の天然更新は比較的良好で、各地域とも安定した土壌ではこの方式による林分の更新が可能である。

iii) 人工造林

スギ、ヒノキの赤色土への導入は企業的価値がきわめて乏しい。Rc型土壌の比較的堅密でない土壌でマツ類の人工造林が可能である。

iv) R-Er型土壌、ことにR-Er-β型土壌に対する植生被覆には、機械的な作業による理学的性質の改変とともに、多量の有機質物質の混入によつて土壌の性質を改良することが、絶対的必要条件である。

11) 北九州地方の赤色土にともなつて出現する黒色土の分布は、赤色土と同様に特定の層序と密接な関係を示すが、地史的に検討を加えた結果、赤色土よりも後期の地史的堆積面、すなわち、新期洪積層段丘面と旧期沖積層の堆積面に限られていることを知つた。

12) 上記のような黒色土の分布形式を考慮して、古地形の解析によつて、この土壌は水辺植物の遺体と2次的に流入した腐植が水中に堆積し、古い水底の比較的溜水条件下で分解変化を開始し、地史の変遷によつて、陸化排水されて現在の形態をとつたものと考えた。

13) 黒色土の細砂分の一次鉱物検定の結果、一部のものを除いては、火山灰混入がすくなく、大部分は花崗岩類の風化物によつて占められ、それに一部他母材（雲母片岩類、粗面岩など）風化物を混入していることが判明した。

このことは、この土壌の生成を火山灰と直接関係あるものとする従来の考え方以外に水中堆積という考え方を可能ならしめるものである。

14) この種の黒色土の化学的性質を調べ、従来提唱されている火山性黒色土の性質と対比した結果、ほとんど同様の性質を示すことを明らかにした。

文 献

- 1) 赤嶺秀雄: 国土調査, 土地分類基本調査, 四日市(表層地質) 経済企画庁 (1961)
- 2) 青峰重範: 土壌の置換酸度と加水酸度の関係について, 日土肥, 19, (1948) p. 87.
- 3) DALRYMPLE, J. B.: The Application of Soil Micromorphology to Fossil soils and Other Deposits from Archaeological Sites. Jour. Soil. Sci. 9, (1958) p. 199~209.
- 4) 船引真吾・青峰重範: 土壌実験法, 東京, (1953) p. 173.
- 5) ————: ————, (1953) p. 126.
- 6) ————: ————, (1953) p. 147.
- 7) ————: ————, (1953) p. 148.
- 8) 初島住彦: 箱屋演習林植物調査, 九大演習林報告, 4, (1934) p. 8~14.
- 9) 早尾丑庵: 日本主要樹種林分収獲表, 東京, (1951) p. 119~125.
- 10) JACKSON, M. L.: Soil Chemical Analysis. Advanced Course. (1956) p. 47.
- 11) 鴨下 寛: 技術, 5, 4, (1946) p. 25~34.
- 12) 菅野一郎: 日本の土壌型とN S係数・雨量係数との関係, 日土肥, 20, (1949) p. 21~22.
- 13) 菅野一郎・松井 健・岡田久江: 北九州福岡市外香椎の赤色土, 日土肥, 21, (1951) p. 93~97.
- 14) ————・———・岩佐 安・岡田久江: 東海地方洪積層台地の赤色土, 日土肥, 22, (1951) p. 41~45.
- 15) 菅野一郎・永井政雄・有村玄洋: 久留米市南方高良台洪積台地の赤色土, 日土肥, 23, (1953) p. 109~111.
- 16) 河田 弘: 森林土壌の化学的性質および腐植の形態に関する研究, 林野土壤調査報告, 10, (1959)
- 17) 川村一水: 土壌の分類について, 農業及園芸, 25, (1950) p. 11~14.
- 18) ————・船引真吾: 農林土壌学, 東京, (1960) p. 110.
- 19) ————・———: ————, (1960) p. 220~221.
- 20) 川島緑郎: 西南日本太平洋沿岸における土壌の風化型式について, 日土肥, 9, (1935) p. 171~179.
- 21) 小林貞一: 日本地方地質誌, 四国地方, 東京, (1950) p. 62~65.
- 22) ————: ————, 総論, 東京, (1951) p. 49~50, 220~223, 230~234.
- 23) 弘法健三: 開墾地土壌の熟化課程における腐植の形態変化, 東大立地自然科研報告2, (1949) p. 1~7
- 24) 工業技術院地質調査所: 1/50万地質図, 京都, (1951)
- 25) ————: ————, 福岡, (1952)
- 26) 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, 第1報, 日土肥, 30, (1959) p. 29~33.
- 27) KOLTHOFF, I. M. and SANDELL, E. B.: Text Book of Quantitative Inorganic Analysis. 3rd. ed. (1952) p. 391, 702.
- 28) ———— and ————: ————, (1952) p. 703.
- 29) 熊本営林局: 筑紫山脈東半部地方植生調査説明書(業務資料), (1937)
- 30) 黒島 忠・木立正嗣・大政正隆: 東海地方の赤色土(未発表).
- 31) ————・松本久二: 顕微鏡観察による土壌の研究 第1報, 林野土壤調査報告, 9, (1958) p. 1~12.
- 32) 日下部正雄: 雨量係数及びN-S係数よりみたる気候的土壌, 農学, 2, (1948) p. 432~435.
- 33) 横山次郎: 日本地方地質誌, 中部地方, 東京, (1950) p. 175~190.
- 34) ————: ————, ————,
- 35) 松井光瑞・黒島 忠・春原敏子: 土壌調査部業務報告会資料(未発表).

- 36) 松苗一正: 新潟県上越地方の土壌型に関する研究(第2報), 日土肥, 25, (1954) p. 212~216.
- 37) 松下 進: 日本地方地質誌, 近畿地方, 東京, (1953) p. 120~121.
- 38) 三木 茂: 鮮新世以来の近畿並に近接地域の遺体フロラに就て, 鉱物と地質, 2, (1947) p. 129.
- 39) 湊 正雄・井尻正二: 日本列島, 東京, (1959)
- 40) MOHR, E. C.: (越後周造訳) 熱帯土壌 I, 東京, (1944) p. 209.
- 41) 日本地質学会: 地層名辞典, 日本新生界ノ部, A-I, 東京, (1954) p. 58.
- 42) ————: ————, ————, K-N, (1955) p. 507.
- 43) ————: ————, ————, O-S, (1959) p. 1095~1100.
- 44) 新名謙之助: Tiron による鉄とチタンの比色定量について, 林野土壤調査報告, 8, (1957) p. 137.
- 45) ————・原木静男: 林野土壌の遊離酸化鉄定量法について, 日林誌, 41, (1959) p. 213.
- 46) ————: EDTA 滴定によるカルシウムとマグネシウムの定量について 第1報, 林試研究報告, 125, (1960) p. 79.
- 47) ————: (未発表)
- 48) ————・黒島 忠: (未発表)
- 49) 農林省林業試験場: 林野土壌層断面図集(I) (1952) p. 28~29.
- 50) 農林省林業試験場: 国有林野土壌調査方法書, (1955) p. 32.
- 51) ————: ————, (1955) p. 33.
- 52) ————: ————, (1955) p. 35.
- 53) ————, 林野土壌調査方法解説書, (1958) p. 70.
- 54) 大政正隆: ブナ林土壌の研究, 林野土壤調査報告1, (1951)
- 55) ————・黒島 忠・木立正嗣: 赤色土壌の研究 I, 新潟県に分布する赤色の森林土壌の分布, 形態的性質および生成について, 林野土壤調査報告, 8, (1957) p. 1~23.
- 56) 大塚弥之助: 地質構造とその研究, 東京, (1952) p. 56.
- 57) Reconnaissance Soil Survey of Japan: Kanto Plain Area. G. H. Q. Natural Resources Section Report. No. 110-A, (1948)
- 58) ————: Kyushu, Kyoto, Shikoku, Hiroshima, ———— No. 110-B, C. D. E. (1950)
- 59) ————: Nagoya, ———— No. 110-F, (1951)
- 60) SABACHVILI, M. N.: (原田竹治訳) ソ同盟の亜熱帯に分布する赤色土, 農業技術, 10, (1955) p. 414~417.
- 61) SEKI, T.: Bodenkarte Grossjapans. Ernähr. der. Pflanz., 204, (1938) p. 34.
- 62) 塩入松三郎・柏木大安: 畑土壌の化学的研究(1), 日土肥, 20, (1950) p. 153~157.
- 63) 商工省地質調査所: 1/7万5千地質図, 伊良湖岬, (1927)
- 64) ————: ————, 豆田, (1933)
- 65) ————: ————, 山鹿, (1933)
- 66) ————: ————, 小城, (1934)
- 67) STEPHENS, C. G.: Comparative Morphology and Genetic Relationships of Certain Australian, North American, and European Soils. Jour. Soil. Sci. 1, 1950, p. 140~141.
- 68) 竹原秀雄・久保哲茂・細川一信: 土壌調査部業務報告会資料(未発表)
- 69) THORP, J.: 支那土壌地理学(邦訳) 東京, (1936) p. 103~112, 227.
- 70) ———— and BOLDWIN, M.: New Nomenclature of the Higher Categories of soil Classification as used in the Department of Agriculture, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 3, (1938) p. 260.

- 71) 東京天文台: 理科年表, 東京, (1958)
- 72) 鳥山武雄: 筑紫平野及其四辺の地質に関する構造史的考察 (一), 地球, 18, (1932) p. 323~334.
- 73) ———: ———(二), 地球, 18, (1932) p. 416~429.
- 74) 土 隆一: 渥美半島周辺の第四系の地史学的問題, 第四紀研究 I, (1959) p. 193~211.
- 75) 内山修男・阿部和雄・土屋 正: 農耕地の土壤調査, 第II報, 栃木県農技研報告, B. 3, (1954) p. 43~139.
- 76) YABE, H: Geological Age of the Latest Continental Stage of the Japanese Islands. 帝国学士院紀事, 5, (1929) p. 430~433.
- 77) 矢部長克・遠藤誠道: 肥前茂木化石植物群及其地質上の意義, 地学雑誌, 42, (1930) p. 599~607.
- 78) 吉岡邦二: 日本松林の生態学的研究, 東京, (1958) p. 16, 77, 91~95, 102~107.

Red soils and their accompanying black soils in Kyūshū
(Studies of red soils in Japan).

Tadashi KUROTORI and Masataka OHMASA

(Résumé)

Red soils of Japan have been considered in this country as the soils formed under present-day climatic conditions and are classified as the zonal soils developed in the southern part of the country. The writers and KIDACHI, however, found that red soils of this kind were widely distributed in this country as is shown in Fig. 2. Even in Hokkaido, the northern extreme island of Japan's four main islands, there exist red soils whose profiles have the same features as those of the red soils of the southern part which are conceived to be the typical red soils climatically developed.

Considering the distribution of these soils and the results of the preceding study⁸⁵⁾ which proved that some of these soils were formed in the geological age, the writers keenly felt the necessity of studying the formation of the red soils distributed in the warmer region of this country.

Therefore this paper deals with the study of red soils distributed in Kyūshū, the southern extreme island of Japan's four main islands, the results being compared with those of the study of red soils existing in Tōkai and Kinki districts (cf. Fig. 2).

These districts, especially the northern part of Kyūshū, are supposed to be the typical area where red soils will develop.

Geological and pedological methods are adopted in this study, and as a result of the investigation, red soils of the warm and temperate regions of Japan are recognized as the soils formed in the old diluvial age.

The mode of formation and the characteristic features of the soil profiles developed in North Kyūshū are similar to those that occur in other districts, and consequently these soils are considered to belong to the same group of the system of soil classification.

Studies were also made on black soils which were distributed, with red soils, in North Kyūshū, South Shikoku, Kinki and Tōkai districts (cf. Fig. 2).

These black soils are considered as a kind of "Ando-Soil" of American scientists or "the Volcanic black soil" of some Japanese scientists.

The peculiarity of the mode of occurrence, however, attracted the writers' attention and further studies were carried on, both geological and pedological methods being adopted as above.

The results show that these soils are derived from the organic matter accumulated at the bottom of the waters in the geological age. Comparing the physical and chemical natures of these soils with those of the typical "volcanic black soil", the writers also find the coincidence of the characteristics of both soils.

Some details of the study will be given in the following chapter.

I. Red soils

A. The distribution of red soils

As is shown in Fig. 3, the red soils of North Kyūshū do not cover the whole land but are scattered like dots.

There are no definite characteristics concerning the place of occurrence of these soils such as the relief and the direction of the slope, except the altitude where these soils can be grouped in two; (cf. Fig. 6, 7) one group below 100 m and the other between 200 m and 220 m.

The majority of these red soils are sharply differentiated from the surrounding soils and some of them are covered with the products transported in the geological age.

All these facts indicate the scarcity of the relationship between the formation of these soils and the present-day climatic conditions.

The same facts were observed by the writers both in Tōkai and Kinki districts and, further in the temperate regions, in Niigata prefecture. The results of the investigation carried on in Niigata were reported in the preceding paper⁵⁵⁾.

B. The parent materials and the formation of red soils

Even if there is no interrelation between the present-day climate, whether it is local or orographical, and the formation of red soils, there remains still an idea that the parent materials would affect the development of these soils.

According to the writers' investigation, it is evident that Profile 1 and Profile 8 developed on sandstone and sandy shale of palaeogene, Profile vii on granite, Profile 2, Profile 3, Profile 5 and Profile 7 on amphibolite and Profile 4, Profile 6, Profile 9 and Profile iv on the stratum of diluvium (gravels and clay of granite and mica-schist origin), thus ranges the parent material from acid to alkaline.

Moreover, it can be observed that the red soil and the soil of other types develop on the same rock within the same climatic area.

These facts manifest that there is no intimate relation between the parent material and the formation of red soils.

C. The features of the profiles of red soils

The uppermost horizon of the red soil of Japan is said to be more or less decolorized owing to the leaching action, but the writers observed very few examples of soils of this kind. In many cases, such as are illustrated in Fig. 16 (Profile 7), Fig. 18 (Profile 8), Fig. 21 (Profile 6) and Fig. 23, light colored upper-most layers are sharply differentiated from the layers below, and there remained the evidence of sedimentation of soils (or weathered products of rocks) of different origin on the weathered portion of basal rocks.

Thus the features of the profiles of these soils can be more comprehensively explained by introducing the conception of the sedimentation of soil forming materials in the geological age than by adopting the assumption of soil development under the influence of the climatic conditions today.

D. Genetic study of the formation of red soils

The distribution of these red soils and the features of the profiles prompted the further study of the writers.

The results of the study is that,

- a) Neither red soils nor redly weathered products were detected in the formations made in the epoch preceding the Gokurume crustal movement, some details of this movement being described in the following.
- b) So far as the present investigation is concerned, the red soil of Kyūshū is conceived to be derived solely from the sediments (shingle bed of the older diluvium) deposited uncon-

formably on the abrasion surfaces and the uppermost part of the abraded rocks below.

The abrasion surfaces here mentioned were formed by the transgression of the period of the Gokurume crustal movement. Toriyama pointed out that this movement was the largest one to occur in North Kyūshū in the old diluvial age.

- c) Numerous faults were made at the age of middle tertiary in North Kyūshū, and the land was cut into small blocks, the complex movement of each block being realized. Each block thus formed moved in its way at the time of the Gokurume crustal movement and considerable differences were realized among the movements of land blocks.

Consequently, the level of terraces formed in each geological epoch since the Gokurume crustal movement is not even, and the abrasion surface above mentioned appears separately at the level of 40~70 m and 200~220 m high. These places are identical with the places of occurrence of red soils.

- d) Among the several transgressions that occurred in North Kyūshū since the Gokurume crustal movement, the largest was caused by the very movement of this time, and from that time, as a whole, regressions continued up to the present. Find 2 to 3 terraces were made as a result of transgressions following the largest one, but no red soils are observed on such terraces, except very few cases in which red soils contaminate the materials transported from other soils or weathered products, manifesting the secondary sediments of red soils.

All those facts stated above led the writers to the conclusion that red soils of this district were formed during the period of land elevation following the transgression caused by the Gokurume crustal movement, and that some of these soils were afterwards eroded, transported, and sedimented on other planes, remaining as red soils up to the present.

E. The formation of red soils and palaeoclimate

The warm and humid climate is considered by the majority of soil scientists as the necessary factor in the formation of red soils.

From such viewpoint, the writers can point out the warm climate of the middle epoch of the older diluvium (Guntz-Mindel interglacial epoch) as being approximately identical with the period of formation of these red soils.

However, as the details of the climatic conditions of the tertiary or the diluvial age have not yet been studied thoroughly, and the time of formation of the Kurume-form which precedes the Gokurume crustal movement is not indisputable, further study is required on the climate of the period of red soil formation within this area.

F. Comparative study of red soils developed in Kyūshū and other districts

a) Mode of occurrence

Red soils distributed in Tōkai district (cf. Fig. 33) develop on the surface of the upper Seto form (Pleistocene or the older diluvium) and Atsumi form (the older diluvium). In Niigata prefecture (cf. Fig. 2) they develop on the surface of the upper Uonuma form (pleistocene or diluvium) and are covered, in some places, with the Yashiroda bed (the middle diluvium). The last fact indicates that the red soil of Niigata was formed before the middle epoch of diluvium. The exact age of the Uonuma form is still under discussion, because the study of recent geology is not greatly advanced in this country.

Be that as it may, the mode of occurrence of red soils in every district of this country is the same as that of the soils described above.

In Kyūshū, sediments on the abrasion surfaces are strongly weathered and redly colored together with rocks below, and they appear both at the altitude of 40~70 m and 200~220 m, whereas, in Tōkai district and Niigata prefecture, weathered rocks are recognized only on the level of 400~600 m high and weathered sediments are confined to the altitude lower than 200 m.

b) Soil characteristics

Comparing the chemical compositions of clay fractions of red soils taken from three different districts cited above (Table 9), the writers find that the soils of North Kyūshū contain more iron and less aluminium than the soils of Tōkai and Niigata, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratios of the soils of North Kyūshū being somewhat higher than those of the other two districts.

Kinds of clay minerals contained in these soils are alike as shown in Fig. 38. Hydrated halloysites and Halloysites predominate and some Kaolines exist in all red soils of the three districts. A considerable amount of Gibbsite is detected in the samples taken from Tōkai and Niigata, which corresponds to the rather high amount of aluminium in the clay fraction of these soils taken from these districts.

As for the chemical properties of these soils (cf. Table 10), no significant differences are observed among them. All soils are acid in reaction (pH value about 4), unsaturated with bases and thus have the small amount of exchangeable bases especially calcium. The ratios of exchangeable calcium to exchangeable magnesium is below 1, which indicates the advancement of leaching. y_1 value of the exchange acidity is about the same as that of the hydrolytic acidity, a fact that indicates a substantial difference between red soils and brown forest soils or black soils of this country.

The amount of free iron in the soil varies according to the samples taken from different districts, but, insofar as each profile is concerned wherever it exists, the increase of the amount of free iron can be observed with increasing depth. Considering the facts indicated above and the mode of occurrence previously stated, red soils of the warm and temperate regions can be classified in one group.

G. Present-day climate and conservation of red soils

Many factors may be conceived as the agents of conservation of the red soils formed in geologic time, and among them present-day climate is the one which must be taken into account.

Climatic factors which influence the soil formation were examined in each district where red soils occurred—in North Kyūshū, Tōkai, Hokuriku, Oou and other districts (cf. Fig. 2).

Table 12, Table 13 and Table 14 show the Rain Factors and the N-S coefficient of each district. From the values indicated in these tables one may comprehend that the climate during 6 months, from May to October, of each district is warm and humid. That is, the mean temperature of 6 months is higher than 20°C and the precipitations of the same period more than 1000 mm. RF values are 39~57 and N-S/Q coefficient are 288~369.

One may agree with the opinion that these climatic conditions are significant in conserving red soils, although the conditions are not sufficient to form them.

H. Subdivision of the red soil of Japan

Red soils of Japan recognized by the writers as soils belonging to the same group of

the system of soil classification can be subdivided into 5 units according to the features of the profile.

1) Stable red soil

This type of soil can be divided into 3 units in accordance with features of the profile originated by orographic and hydrologic conditions.

a) RA-soil (dry red soil, slope type) (Fig. 48)

Characteristics of the profile

A_0 layer with thick F layer well develops underlain frequently by a gray layer of fungous mycelium. A horizon is scarcely detected or sometimes not at all by the naked eye. Fungous myceliums develops down to a considerable depth and, in consequence, "loose granular structure" of OHMASA⁵⁴⁾ develops predominately.

Occurrence

RA-soil occurs on the hilltop or on the upper part of hill-side slope facing south-west.

b) RB-soil (dry red soil, gentle slope type) (Fig. 49)

Characteristics of the profile

A_0 layer with black H layer well develops. A horizon is poor in humus, its structure being of well-defined granular or small nutty type. Nutty structure appears in the upper part of B horizon.

Occurrence

This kind of soil develops on the wide hilltop or on the upper part of the gently sloping hill-side.

c) RC-soil (weakly dried red soil) (Fig. 50)

Characteristics of the profile

A_0 layer does not develop extensively. A horizon is gray or light brown in color, its structure being of granular or small nutty type. Nutty structure predominates in B horizon, so that the soil profile is, as a whole, friable.

Occurrence

RC-soil occurs at the skirt of a gentle slope of a hill or on the shallow depression among the range of hills. Occasionally it develops on the edge of a plateau.

RC-soil is the most productive of all kinds of the red soils distributed in this country.

2) Truncated red soil

Red soils of Japan are heavy and very infertile, so that these soils are inadequate to plant growth. Moreover, as the places where these soils occur are usually located quite near to the villages and towns, the trees and shrubs grown on these soils have been frequently exploited. In consequence, the upper horizons of the profile are more or less washed away by the surface erosion.

The writers divided this type of soil into two groups.

a) R-Er- α soil (weakly eroded red soil) (Fig. 52)

The Characteristics of the profile

This type of soil is lacking in A horizon, the result being that the B horizon becomes the surface layer. Small nutty structure develops in the upper part of B horizon, and only in this portion, humus can penetrate to some extent. The profile is, as a whole, compact and sticky when wet. R-Er- α soil is covered with ground

vegetation but not always with trees.

b) R-Er- β soil (strongly eroded red soil) (Fig. 51)

The Characteristic of the profile

The differentiation of horizons cannot be detected in the profile. One may accordingly define it as an immature soil. This kind of soil is compact and red brown in color, the whole surface being covered sometimes with rounded gravel. This gravel was once contained in the soil as a layer, but the soil portion on the gravel was carried away and now it appears on the surface of the soil-body, presenting an aspect of gravel field.

As can be supposed from the above description, this type of soil is very infertile and almost bare of vegetation. Without reclamation, no vegetation can flourish on it.

II. The black soils which occur with the red soils

A. The formation of the black soils

The distribution of the black soils accompanying the red soils of North Kyūshū is shown in Fig. 3. These black soils are recognized by the writers as formed in the geological time. They develop exclusively on certain planes made in the period of younger diluvium or of older alluvium.

For instance, as is shown in Fig. 8, at the southern foot of Seburi mountain range, the occurrence of black soils is restricted on the plane of younger diluvium, which is situated at lower altitude than the place of occurrence of red soils. The same mode of occurrence is seen at the district of Yame-hills (cf. Fig. 3) where black soils develop on the planes formed in the period later than the period of red soil of formation. At the Futsukaichi rift valley, thus named by Toriyama, black soils are distributed on planes younger than the abrasion surfaces formed during the period of the Gokurume crustal movement (cf. Fig. 14, Fig. 26 and Fig. 27).

Here, in some places, black soils are covered with the sediments of older alluvium.

Almost all of the places where black soils develop were formed in the period of younger diluvium, whereas some of the planes in Futsukaichi valley are of older alluvium origin. Accordingly, the writers came to the conclusion that the black soil of North Kyūshū was formed in a younger stage of geologic formation than the red soil of the same district.

Same mode of occurrences are found in South Shikoku, and the profile features of the black soils of those districts reveal the fact that these soils were formed by the sedimentation of organic materials in the waters and not by the penetration of organic matter into the soil forming material from above.

As an example of the profiles manifesting the sedimentation of organic materials Fig. 23 and Fig. 24 are cited. Fig. 23 illustrates the sedimentation of soils (or parent materials) in layers on the surface of granite which is strongly weathered and redly colored. Unconformity is seen between the soil mass and the underlying weathered rock. The black soil appears in this profile as the second layer and is covered with the dark soil layer of different origin. Pebbles can be seen in every layer of the profile, a layer of debris of granite origin being recognized between the uppermost surface layer and the layer of black soil below indicating that both of the soils sedimented on the weathered granite was transported.

Fig. 24 shows the profile of the black soil found at Isezuka, Saga prefecture (cf. Fig.

3), its thickness being 2 meters. This black soil profile is composed of two layers. Pebbles can be detected in every part of the profile and a layer of pebbles is recognized along the borderline between the two layers. The existence of this pebble layer indicates the fact that the black soil portions on both sides of the layer are of different origin, the upper portion being transported from another place. The under layer of the black soil with pebbles pass unconformably and distinctly into the underlying stratum of the red soil or the red weathered product of rock. The fact indicates that the formation of this black soil layer is indifferent to the formation of underlying stratum.

Black soils in North Kyūshū other than those illustrated by Fig. 23 and Fig. 24 also contain pebbles and have, in some cases, distinct boundaries between layers, manifesting the fact that all of them were formed from the organic material deposited in the water and not from the uplifted mineral sediments impregnated with the organic matter.

Moreover, the places where the profiles shown in Fig. 23 and Fig. 24 develop are situated at the edges of terraces close to the plane formed in the alluvial epoch, and the latter profile (Fig. 24) occurs on the elevation which is higher by 2 meter or more than the surrounding area.

These topographic conditions indicate no evidence of recent sedimentation but reveal the fact that these soils were formed in the geological age.

The palaeogeographical studies made by the writers prove that the topographical position where such black soil develops is the watersides.

As the result of the detailed investigations, the writers came to the conclusion that the soils of this kind were formed in geologic time by the accumulation of organic matter derived mainly from the vegetation grown on the waterside and partly from the organic materials brought by rivers or streams.

These organic materials might decompose at first in the water under relatively anaerobic conditions and become uplifted, drained, thus presenting the features of the black soil of today.

B. Minerals found in the profiles of black soils

The fine sand fraction of the samples taken from the profiles of the black soils was used for the detection of minerals, and the coarse sand and gravel fractions for the identification of mother rocks. The purpose of this examination is to ascertain the inorganic parent materials of the soil.

Results are shown in Table 3 which indicates that the minerals contained in the profiles of the black soils seem to be derived from the rocks (granites, mica-schist, trachytes etc.) transported from the hinterland.

Some of the Japanese soil scientists conceive that the necessary condition of the formation of special humus soil such as "Ando-soil" is the existence of volcanic ash, but, so far as this study is concerned, all soil samples except two contain a very small amount of volcanic ash (cf. Table 3).

Although the same amount of volcanic ash as that of the black soils mentioned above exist in the podzolic soils and the brown forest soils developed in the localities quite near to the place of occurrence of the black soils (cf. Table 6), yet no tendency of the formation of black humus can be observed in the profiles of these soils.

These facts led the writers to the conception that the black soils can develop only under

the special conditions which we suggested in the preceding chapter.

C. Chemical characteristics of the black soil

The chemical characteristics of the black soil dealt with by the writers in this study are shown in Table 4 and Table 5. Comparing the figures indicated in these tables with those of "Ando soil" or "the volcanic black soil", the same characteristics can be observed which are,

- 1) Soils of this type are acid in reaction, pH value being 4.1~4.9.
- 2) They are poor in exchangeable calcium and magnesium. Degree of saturation with bases is very low and calcium and magnesium saturation degree varies between 0.8% and 5.5%
- 3) Almost all of these soils have the high power of absorbing phosphoric acid, their absorptive coefficient being more than 2000.
- 4) Carbon content of these soils is relatively high, showing the value 5%~15% on the average 8%.
- 5) $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratios of clay fractions of these soils vary between 1.2 and 1.9.



Phot. 1 新大間池脇の赤色土切取断面 (例示 i)
Profile of red soil near Shin-ōma pond
(Example i).



Phot. 5 西牟田駅前の赤色土切取断面 (例示 iv)
Profile of red soil near Nishimuta station in the
south part of Fukuoka prefecture (Example iv).



Phot. 8 鳥栖市田代町長ノ原の崖断面
(例示 vii)
Profile of the precipice near Tashiro
town, Saga prefecture (Example vii).



Phot. 12 三重県名張市付近の花崗岩の赤色風化
Red weathered granite near Nahari city,
Mie prefecture.



Phot. 13 岐阜県高山市南方の石英斑岩の赤色風化

Red weathered quartz-prophyry in the southern part of Takayama city, Gifu prefecture.



Phot. 46 R-E_r-β 型土壌, その 1
Profile of R-E_r-β soil, (1). At Hasso national forest, Aichi prefecture.



Phot. 18 久留米市高良山, 断面 3
Profile of red soil (Profile 3) at Kōra mountain near Kurume city, Fukuoka prefecture.



Phot. 47 R-E_r-β 型土壌, その 2
Profile of R-E_r-β soil, (2). Many pebbles are on the surface.



Phot. 68 赤色土にみられた生育良好なクロマツ人工林 (三重県四日市)

Well-grown artificial stand of pine (*Pinus Thunbergii*) on red soil (Rc-soil) at Yokkaichi, Mie prefecture.



Phot. 69 同上 土壌断面 (Rc 型土壌)
The profile of red soil (Rc-soil) under pine stand (Photo 68).



Phot. 71 Phot. 70 に示した植生のところの土壌断面
Profile of R-E_r-β soil (Phot. 70).



Phot. 73 土壌改良処理を行なったところ (Phot. 72) でみられた天然アカマツの成長回復
Well-grown stand of pine (*Pinus densiflora*) after soil improvement (After 6 years) (Photo 72).



Phot. 2 花崗岩体上にみられる巨円礫層 (宇美町)
The shingle bed on granite near Umi town.



Phot. 4 例示 ii 東方 300m の赤色土切取断面 (例示 iii)
Profile of red soil at 300m east from the profile of Photo 3
(Example iii)



Phot. 3 香椎中学路の赤色土切取断面 (例示 ii)
Profile of red soil at Kashii middle school (Example ii).



Phot. 6 高良台相川の赤色土切取断面 (例示 v)
Profile of red soil at Aikawa in Kōradai hill (Example v).



Phot. 7 鳥栖市江島の赤色土切取断面
(例示 vi)
Profile of red soil at Ejima, Tosu city,
Saga prefecture (Example vi).



Phot. 9 同上崖上部の埋没型黒色土壌
Buried type of black soil which
develops on the precipice shown
in Photo 8.



Phot. 10 佐賀県伊勢塚の黒色土壌出現様式 (例示 viii)
Profile of black soil at Isezuka,
at the foot of Seburi mountain,
Saga prefecture (Example viii).



Phot. 11 八女丘陵中の黒色土壌出現様式 (例示 ix)
Profile of black soil under bamboo
stand at the Yame hills, Fukuoka
prefecture (Example ix).



Phot. 14 福岡市香椎町浜男, 断面 1
Profile of red soil (Profile 1) at Hamao, Kashii, Fukuoka city.



Phot. 15 同上林相
Stand of pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) on red soil (Prof. 1).



Phot. 16 福岡市香椎町永谷, 断面 2
Profile of red soil (Profile 2) at Nagatani, Kashii, Fukuoka city.



Phot. 17 同上林相
Stand of pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc., and *Pinus Thunbergii* PARL) on red soil (Prof. 2).



Phot. 20 筑後市赤坂, 断面 4
Profile of red soil (Profile 4) at Akasaka, Chikugo city, Fukuoka prefecture.



Phot. 21 同上林相
Poor stand of pine (*Pinus densiflora*) on red soil (Prof. 41).



Phot. 19 同上林相
Natural stand of Shii (*Castanopsis cuspidata*) on red soil (Prof. 3) See color photo No. 18.



Phot. 22 福岡県久山町上久原山ノ神, 断面5
Profile of red soil (Profile 5) at Yamanokami, Hisayama town, Fukuoka Prefecture.



Phot. 23 同上林相
Stand of bamboo (*Phyllostachys reticulata*) on red soil (Prof. 5).



Phot. 24 久留米市高良台, 断面6
Profile of red soil (Profile 6) at Kōradai, Kurume city, Fukuoka Prefecture.



Phot. 25 福岡県粕屋郡大川町新大間池脇, 断面7 (Phot. 1の上部)
Profile of red soil (Profile 7) at Shin-ōmaike, Ōkawa town, Fukuoka Prefecture. The upper part of the profile shown in Photo 1.



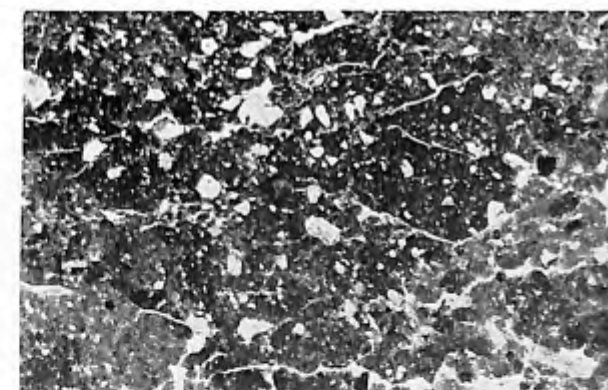
Phot. 26 福岡市香椎町香椎中学, 断面8
Profile of red soil (Profile 8) near Kashii middle school, Kashii, Fukuoka city. A part of the profile shown in Photo 3.



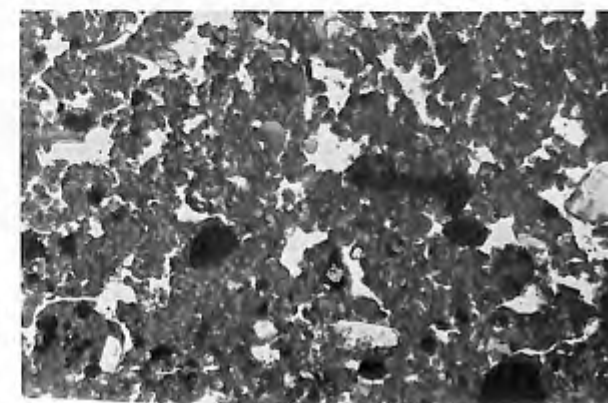
Phot. 27 同上林相
Poor stand of pine (*Pinus densiflora*) on red soil (Prof. 8).



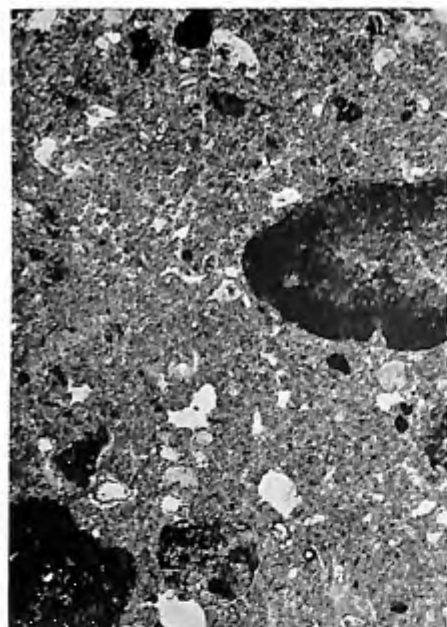
Phot. 28 鳥栖市江島, 断面9
Profile of red soil (Profile 9) at Ejima, Tosu city, Saga prefecture.



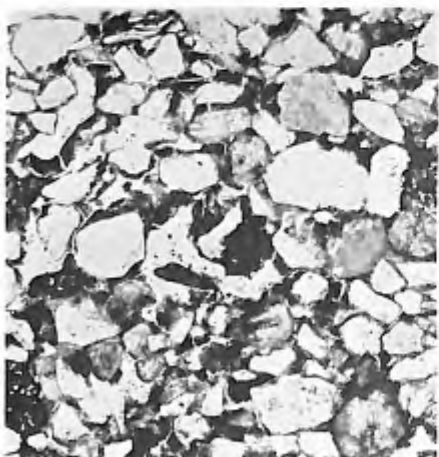
Phot. 29 赤色土の細部構造, その1. 板状構造 ×20
Micro-structure of red soil, 1. Platy structure



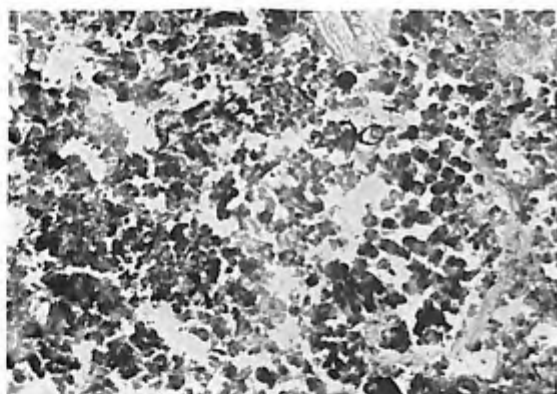
Phot. 30 同上 その2. 堅果状構造 ×20
Micro-structure of red soil, 2. Nutty structure. Deep red spots are visible.



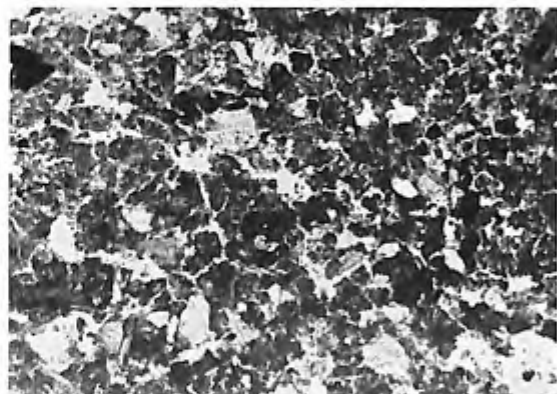
Phot. 31 同上 その3. カベ状構造 ×20
Micro-structure of red soil, 3. Massive structure. Rounded pebbles and sand, which was weathered deep, and red can be seen.



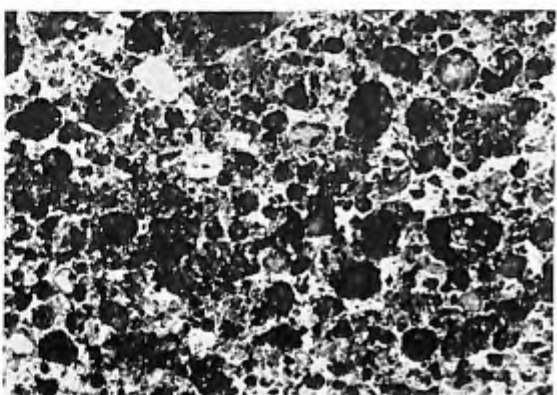
Phot. 32 同上 その4. 粒子間隙のつまつた砂土 ×20
Micro-structure of red soil, 4. Massive structure of sandy soil.



Phot. 33 普通の森林土壌の細部構造, その1. 団粒状構造を示すA層 ×20
Micro-structure of normal forest soils, 1. Crumb structure of A horizon.



Phot. 34 同上 特別な構造のみられないB層 ×20
B horizon of the same soil. Structure is weakly formed.



Phot. 35 耕土の構造, 耕耘による人工団粒 ×20
Micro-structure of cultivated soil. Artificially formed structure.



Phot. 36 北九州地方における赤色土上のマツ林相 1
Natural stand of pine (*Pinus densiflora* & *Pinus thunbergii*) on the red soil in northern Kyūshū 1.



Phot. 39 赤色土上の乾性な林床植生, その1. コシダ
Ground cover vegetation on red soil, dry type, 1. *Dicranopteris dichotoma*.



Phot. 37 同上 単純な林内植物組成
Poorly composed vegetation in pine stand (Photo 36).



Phot. 38 同上 その2. 疎林
Thinly stocked pine stand, a common forest cover on red soil, 2.

Phot. 40 同上 その2. ネザサ, シヤシヤンボ
Ground cover vegetation on red soil, dry type, 2. *Pleioblastus yoshidaka* and *Vaccinium bractearum*, etc..



Phot. 41 赤色土上にみられる安定林相
An example of stable stand on red soil in Kyūshū.



Phot. 42 同上 林内植生
Interior of the same forest (shown in Photo 41).



Phot. 43 RA 型土壌
Profile of RA-soil. F and mycelium layer are developed.



Phot. 44 RB 型土壌
Profile of RB-soil. H layer is developed.



Phot. 45 Rc 型土壌
Profile of Rc-soil. This type is characterised by its well-developed nutty structure.



Phot. 48 赤色土を被覆するウラジロ
Closed stand of Urajiro (*Gleichenia japonica*) on red soil.



Phot. 50 北陸地方の赤色土上にみられる
優良なマツ天然林相 1 (富山県)
Well-grown natural stand of pine (*Pinus densiflora*) on red soil at Hoku-
riku district, 1. (Toyama prefecture).



Phot. 51 北陸地方の赤色土上にみられる
優良なマツ天然林相 2 (新潟県
北部)
Well-grown natural stand of pine (*Pinus densiflora*) on red soil at Hoku-
riku district, 2. (Northern part of Niigata prefecture).

Phot. 49 R-E_r 型土壌にみられるハナゴケ
Closed stand of Hanagoke (*Cladonia rangiferina*) on R-E_r soil.



Phot. 52 北陸地方の赤色土上にみられる優良なマツ天然林相3 (新潟県中部)
Well-grown natural stand of pine (*Pinus densiflora*) on red soil at Hokuriku district, 3. (Middle part of Niigata prefecture).



Phot. 53 東海地方以西の赤色土上に多くみられるマツ天然林相1 (愛知県瀬戸地区)
Natural stand of pine (*Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii*), a common forest cover on red soil at south-western part of Japan, 1. (Seto region in Aichi prefecture).



Phot. 54 同上2 (三重県四日市地区)
Pine forest similar to the stand in photo 53 (Yokkaichi region, Mie prefecture).



Phot. 55 同上3 (愛知県渥美地区)
Pine forest similar to the stand in photo 53 and photo 54 (Atsumi region in Aichi prefecture).



Phot. 56 RA型土壌のマツ林相
Stand of pine (*Pinus densiflora*) on RA-soil.



Phot. 57 RB型土壌のマツ林相
Stand of pine (*Pinus densiflora*) on RB-soil.



Phot. 58 Rc型土壌のマツ林相
Stand of pine (*Pinus densiflora*) on Rc-soil.



Phot. 59 北九州地域の赤色土における伐採跡地のマツの更新状況 (背振山地南麓)
Natural regeneration of pine (*Pinus densiflora*) on red soil at northern Kyushu (south foot of Seburu mountain).



Phot. 60 同上 (遠賀川流域)
Natural regeneration of pine (*Pinus densiflora*) on red soil at northern Kyushu (at the basin of the river Onaga).



Phot. 61 東海地方の赤色土における伐採跡地のマツの更新状況 (愛知県豊橋地区)

Natural regeneration of pine (*Pinus densiflora*) on red soil at Tōkai district (Toyohashi, Aichi prefecture).



Phot. 62 林内におけるマツの更新状況 (新潟県北部)
Regeneration of pine (*Pinus densiflora*) on red soil (Northern part of Niigata prefecture).



Phot. 63 赤色土にみられたスギの生育状況 1 (北九州地方)
Growth of Sugi (*Cryptomeria japonica*) on red soil at northern Kyūshū



Phot. 64 赤色土にみられたスギの生育状況 2, マツ林に移行しつつある (山陰地方)
Growth of Sugi (*Cryptomeria japonica*) on red soil at Sanin district.
It is shifting to pine (*Pinus densiflora*) stand.



Phot. 65 赤色土にみられたスギの生育状況 3 (四国地方)
Growth of Sugi (*Cryptomeria japonica*) on red soil at Kōchi prefecture. (Shikoku island)



Phot. 66 赤色土上のヒノキの生育 1
(愛知県八幡国有林)

Growth of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) on red soil 1. At Hasso national forest in Aichi prefecture.



Phot. 67 赤色土上のヒノキの生育 2 (兵庫県蓮華寺山国有林)

Growth of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) on red soil 2. At Rengejiyama national forest in Hyōgo prefecture.



Phot. 70 R-Er-β 型土壤に肥料木を植栽して林相改良を試みて失敗した状況 (愛知県渥美地区)
Unsuccessful vegetation improvement test on red soil. Soil improving trees were planted (At Atsumi region, Aichi prefecture). See color Photo No. 71.



Phot. 72 R-Er-β 型土壤に土壤改良試験をほどこした土壌断面 (愛知県八幡国有林)

Profile of red soil (R-Er-β soil) under soil improving treatment test (At Hasso national forest, Aichi prefecture). See color photo No. 73.



Phot. 74 R-Er-β 型土壤に土壤改良処理をほどこして
20年後の土壤断面（愛知県瀬戸地区）

Soil profile of R-Er-β soil undertaken soil improving
treatment 20 years ago. H layer and A horizon are
well developed. Seto region, Aichi prefecture.



Phot. 75 同上 クロマツ林相
Growth of artificial stand of pine
(*Pinus Thunbergii*) on red soil (R-
Er-β soil) in Photo 74 (20 years).



Phot. 76 同上 土壤断面中の根系の分布
Distribution of pine root system in the soil (Photo
75).



Phot. 77 R-Er-β 型土壤に土壤改良処理を加えて植栽されたアカシヤモリシマの生育状況
(4年後)（福岡県高良台地区）

Growth of a root nodule bearing tree (*Acacia mollissima*) on R-Er-β soil, which was
planted after soil improving treatments (After 4 years). (At Kōradai, Fukuoka prefecture)

昭和38年3月15日 印刷
昭和38年3月20日 発行

林野土壤調査報告 第13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

S B