

Characterization of muddy clays for "Ohshima Tsumugi" using traditional dye method

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-07-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00061675

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



奄美大島紬を染める泥の特性

脇元理恵*・田崎和江**・縄谷奈緒子*・池田頼正*・今井茂雄*・佐藤一博***・奥野正幸*

Characterization of muddy clays for “Ohshima Tsumugi” using traditional dye method

WAKIMOTO Rie*, TAZAKI Kazue**, NAWATANI Naoko*, IKEDA Yorimasa*,
IMAI Shigeo*, SATO Kazuhiro** and OKUNO Masayuki*

Abstract “Dorozome” is one of the traditional dyeing methods with muddy clays in Amami-Ohshima Island, Kagoshima, Japan. The brilliant black color of dyed “Ohshima Tsumugi” derives from muddy clays in Dorota (small ponds with muddy clays). In this paper, muddy clays for dyeing were mineralogically, chemically and microbiologically characterized. The muddy clays consist of Fe-rich chlorite, vermiculite, mica clay minerals, kaolin minerals as well as a large amount of iron hydroxides associated with high P₂O₅, N, C and S contents in the muddy field. Principally, iron is a key element which constitutes not only crystalline/amorphous hydroxides iron minerals, but also clay minerals. After one year of using the muddy clays, the Eh and DO are significantly reduced in fallow field. Various microorganisms were observed in the muddy clays, such as coccus and bacillus typed bacteria and fungi. Anaerobic bacteria may contribute for reducing condition in the muddy field. The black parts of “Ohshima Tsumugi” contain high concentrations of S, Ca and Fe, whereas white parts without dye contain a small amount of such elements. The heavy metals are originated from both muddy clays and *Rhaphiolepis umbellata*. The results suggest that specific condition of iron hydroxides is an important factor for brilliant black dye under reducing condition.

Key Words: Ohshima Tsumugi, dye, characterization, reduced iron, muddy clays, anaerobic bacteria, Amami-Ohshima Island

はじめに

人類は古来より植物の繊維や蚕から糸を取り、はたを織って衣類を作り出してきた。日本における植物繊維の織物の歴史は古く、弥生時代の遺跡から土器の下に敷いたと思われる布が出土している(三瓶 1962)。また、動物繊維である蚕の糸から作る絹織物も、奈良朝(西暦710~793年)以前から行われており、奈良東大寺や正倉院の献物帳には「南島から褐色紬が献上された」と記録されている(笠畑 1989)。ここに示される「褐色紬」とは、奄美大島を発祥の地とする「大島紬」を指している。また、繊維に染色を施す技術も古く、染織りは、エジプトや中国では紀元前から行われてきた(三瓶 1962)。染色剤としては、広く草木が用いられ、「草木染め」や「藍染め」がその代表的なものとして挙げられる。しかしながら、奄美大島では、染色剤に草木ではなく、泥を使用する「泥染」が行われてきた。

また、大島紬は、染色剤だけでなくその染色方法にも特徴がある。通常絹織物の染織りは、染色後に織るか、織り上げてから染色するかのいずれかであるが、大島紬は、絹糸の染色しない部分を木綿で締めながら織り、染色後に織った物を解き、その後、染色された絹糸のみを再度織るという、2度織りの工程を経る。

大島紬は明治30年頃から生産量が増大し、34年には大島紬同業組合が設立され、検査に合格した製品のみが市場に出された。明治40年には、これまでの手括りによる緋出しから締機による締緋法が開発され、大島紬の量産が可能となった。大正10年頃から良質の絹糸が原料として使用され、昭和に入ると従来の泥染大島紬に加えて泥藍大島紬、色大島紬、草木大島紬等の新製品が開発され、今日に至っている(鹿児島県大島紬技術指導センター 2001)。大島紬の特徴として、しわになりにくい、燃えにくい、汚れにくい、静電気が発生しにくい、虫が付きにくい等が挙げられ、これらの特徴は泥染

2002年3月4日受付。2004年4月8日受理。

* 金沢大学大学院自然科学研究科, 〒920-1192 金沢市角間町。

Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192, Japan.

** 北陸支部, 金沢大学理学部地球学科, 〒920-1192 金沢市角間町。

Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192, Japan.

*** 金沢大学理学部地球学科, 〒920-1192 金沢市角間町。

Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192, Japan.

によってもたらされると言われている（本場大島紬協同組合 2001）。

また、絹糸自体にも、細菌の増殖の抑制、紫外線を遮る等の性質がある事も明らかになっている。大島紬は、天然の泥を使用するという特殊な染色方法により様々な特徴を得、さらに、化学染料では合成し得ない独特の黒い色調を呈している。この黒い色調は、泥染の前に行うテーチ木（和名；車輪梅）染めにより、絹糸に染み込むタンニン酸と、泥中の鉄分が結合することで得られる（本場大島紬共同組合 2001）。このため、大島紬の品質は、染色に用いる泥の性質とテーチ木の生育場所によって決まると言われている（竹内 1991）。泥染に使用する泥田は、鉄分が豊富で、さらに泥の粒子が細かい事が重要であるが、この泥田は島の北部の名瀬市、竜郷町、笠利町、瀬戸内町、宇検村に限られている（鹿児島県大島紬技術指導センター 2001）。また、染色には染媒が必要であるが、従来、大島紬の染媒は泥中の鉄分のみとされており、タンニン酸と鉄分との関係が主に研究されてきた（林 1958；笠畑 1989；Lopes et al. 1999；William 1999；Nakajima and Sakaguchi 2000）。しかし、大島紬の泥染に使用される泥の性質と絹糸についての研究は少ない。

そこで、本研究では大島紬の泥染に使用されている泥田の泥の特性と、泥によって染色された絹糸について、化学的、鉱物学的、微生物学的に検討したので報告する。

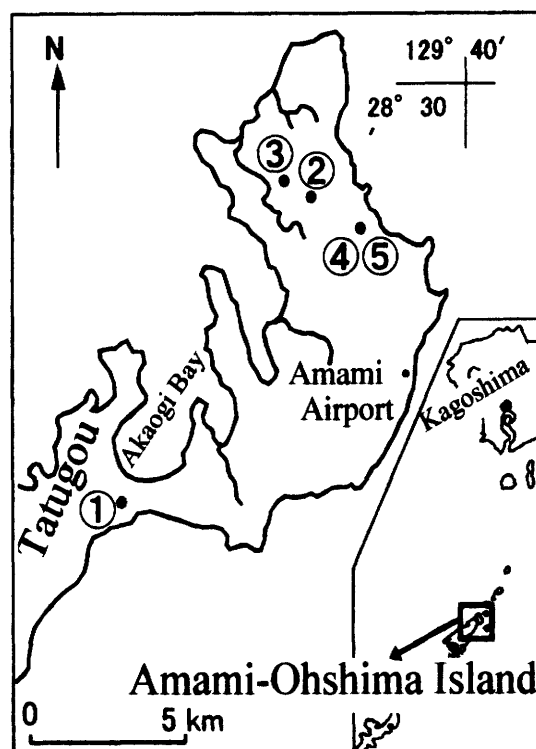
大島紬について

大島紬の泥染の工程は、下記の通りである。大島紬の図案の作成後、締機で絹糸を必要な本数にそろえ、糊で固め、締織を行う。小さく割られたテーチ木（車輪梅）を約14時間煎じ、その汁で紬を数十回染める（テーチ木染）。テーチ木のタンニン酸によって糸は次第に赤褐色に変わる。テーチ木の樹液で20回染める毎に泥田で1回泥染を行う。この2つの工程を3～4回繰り返し、総計約100回の工程で、テーチ木のタンニン酸と泥の鉄分とが化合して、糸は柔軟になり、大島紬独特の渋い黒の色調に染め上がる。染め上がった糸は手織り工程（糸繰り・糊付け・糊張り・部分染色・刷り込み染色・拵むしろほどき・綾ひろい・柄あわせ）を行う。手織りは約7cm織っては経糸をゆるめ針で拵を合わせる作業を繰り返し、柄の難易度により1ヶ月～数ヶ月で完成する。織り上がった大島紬は18項目に及ぶ製品検査が行われる（鹿児島県大島紬技術指導センター 2001）。

試料

奄美大島は南北約1,000km以上にわたり点在する琉球列島の北部に属し、鹿児島市から南方に約300km、沖縄本島から北方に約270kmに位置する（Fig. 1）。気候は亜熱帯海洋性で四季を通じ温暖、多雨であり、テーチ木がよく育つ（笠利町企画財政課 2001）。

2001年4月28日～2001年5月2日にかけて鹿児島県奄



No	Sampling area	Geology *
①	Ohshima Tsumugi village Tourist area	Cretaceous period, Naze Formation, clayslate and mudstone
②	Old muddy field at Ageniho	Cretaceous period, Naze Formation, sandstone and mudstone
③	Old muddy field at Ueda	Cretaceous period, Naze Formation, clayslate and mudstone
④	Active muddy field at Suno	Eocene epoch, Wano Formation, sandstone
⑤	Fallow muddy field at Suno	Eocene epoch, Wano Formation, sandstone

* : Sakai et al. (1977)

Fig. 1. Location map of sampling points with geology at north Amami-Oshima Island, Kagoshima, Japan.

美大島南部笠利町において、大島紬の染色に用いられている泥田の調査を行った。奄美大島は大島紬発祥の地で、現在も伝統的な泥染めが行われている地域であり、実際に使用されている泥田および現在不使用する旧泥田も多く残されている。そこで、大島紬を多く生産している鹿児島県笠利町の泥田の5ヶ所の泥を採取し、分析を行った（Fig. 1）。そのうちの3ヶ所における地質は、中生代白亜紀の名瀬層の粘板岩および泥岩と砂質泥岩の互層であり、他の2ヶ所は新生代始新世に堆

積した砂岩層の和野層である(坂井ほか 1977)。奄美大島は、古生代には比較的浅い海底下にあり、古生代末期に隆起したと考えられている(笠利町教育委員会 1973)。本研究に用いた5ヶ所の泥田における地質をFig. 1下に示す。なお、この泥田は、他所からの土壌の添加は行っていない。

研究試料は鹿児島県笠利町の大島紬の村(①)、上穂(②)、上田(③)、須野(④、⑤)の計5ヶ所の泥田の底質を表層から5~10cm深から採取した。同時に泥田の水質測定も行った。なお、須野においては、泥染直後の絹糸に付着した泥も比較のために分析を行った。現在使用されている泥田の他に1年休ませた泥田についても検討した。各々の泥田の特徴は下記の通りである。

試料① 大島郡龍郷町大島紬の村は観光地で、観光客が泥染体験をする際に使用する田である。泥田の周りには排水溝があり、表層の余分な水分は排水されている。泥田の底質の深さは約50cmである。

試料② 大島郡笠利町上穂は現在使用されていない旧泥田である。現在は使用されていない為、排水溝は常時開放状態である。この泥田の底質の深さは約50cmである。

試料③ 大島郡笠利町上田は上穂同様、現在は使用されていない旧泥田である。上穂の泥田と同様に、現在は使用されていない為、排水溝は常時開けられている。この泥田の底質の深さは約50cmである。

試料④ 大島郡笠利町須野は町営の泥田であり、泥染職人により、本格的な泥染が行われている田であり、試料として、絹糸に付着した泥(泥染の際に直接絹糸に付着する泥(Sample 4))も採取した。この田には排水溝が無く、溜まった水は人為的に排水されずに滞留している。この泥田の底質の深さは約1mである。

試料⑤ 大島郡笠利町須野の町営の泥田のうち、1年間使用せずに休閑している田である。現在使用中の須野の泥田同様に、田には排水溝がなく、人為的な排水は行われず、水は泥田に滞留している。この泥田の底質の深さは、約1mである。

笠利町須野④には、現在使用している泥田が24ヶ所あり、いずれも150cm×150cm四方の面積である(Fig. 2A)。泥染職人は、泥田を足や腕で十分に攪拌した後、木枠の底に布を貼ったふるいで細粒の泥を選別し、その中で絹を染める(Fig. 2B)。約100回の泥染の工程後、織りあがった大島紬の完成品をFig. 2Cに示す。右側の黒色の絹糸の束は、“緋むしろほどき”したものであり、再度、柄あわせをしながら手織りされる。

分析方法

水質測定

5ヶ所の泥田の水のpH、酸化還元電位(Eh)、電気伝導度(EC)、溶存酸素(DO)の測定を現地で行った。また、須野においては水と泥を掻き混ぜ、実際に泥染めを行う状態での水質も測定した。それぞれの測定には、HORIBA カスタニー

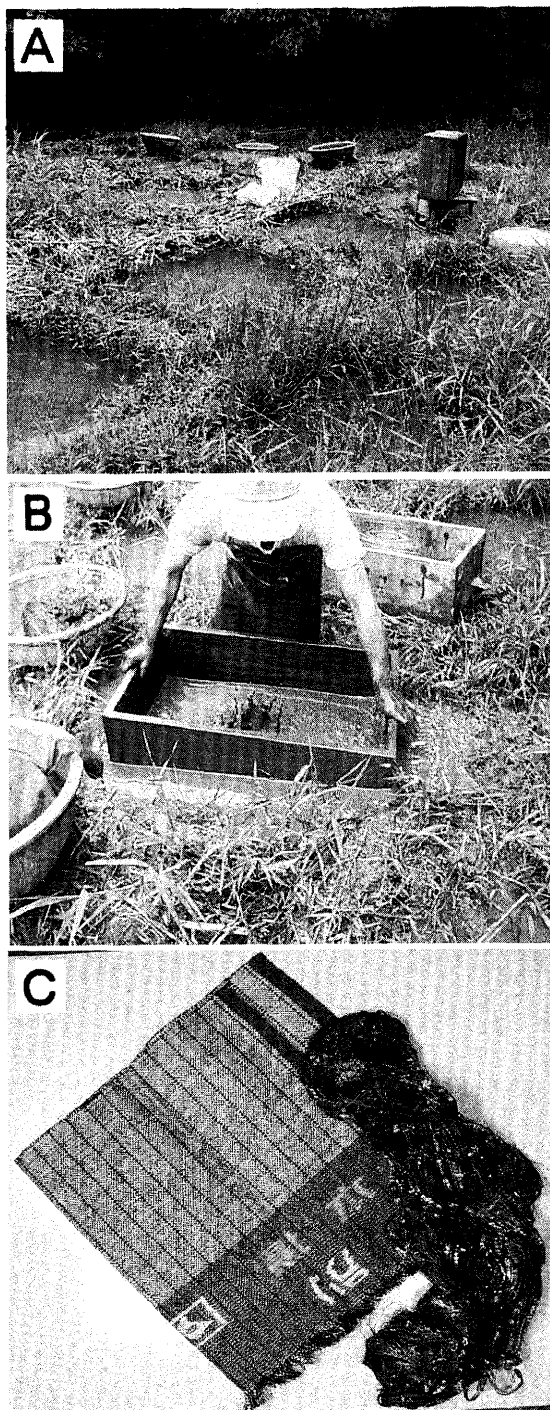


Fig. 2. A view of dye-field.

The small ponds with muddy clay are used for dyeing(A). The white silk was dyed by fine clay particles which filter through the mesh with micron sized sieve(B), and completely dyed Ohshima Tsumugi which turned brilliant black in color(C).

LAB pHメーター F-24, HORIBA カスタニー ACT Ehメーター D-13, HORIBA カスタニー ACT 導電率メーター ES-12, HORIBA ハンディ溶存酸素メーター OM-12 を用いた、X線粉末回折分析(XRD)

5ヶ所の泥田で採取した泥の鉱物組成について、X線粉末回折分析を行った。分析には理学電機製 RINT1200 型 X線

回折装置を使用し、CuK α 線を用いて電圧40kV、電流30mAで測定した。定方位試料の分析には、コクサン製卓上遠心機H-26Fを用いて2 μ m以下の粒度分を分離・濃縮したものをスライドガラスに塗布し、乾燥させたものを使用した。また、粘土鉱物同定のため、未処理のもの他にエチレングリコール処理、350°Cで1時間加熱処理を行ったものを分析した。

示差熱分析 (TG-DTA)

泥田に含まれる粘土鉱物および鉄鉱物を同定するために、須野の3種類の試料 (Sample 4, 4', 5) について、示差熱分析 (TG-DTA) を行った。本研究には、真空理工製微量示差熱天秤TG-8120を使用し、基準試料にAl₂O₃を用い、測定雰囲気はN₂、試料重量は10mg、サンプルパンはPtで、昇温速度は10°C/minの条件で測定を行った。試料は乾燥した後、乳鉢で粉末にした。

エネルギー分散型蛍光X線分析 (ED-XRF)

5ヶ所の泥田で採取した6種類の泥田の泥の含有元素を、日本電子製エネルギー分散型蛍光X線分析装置JSM-3201, Rh-K α 線源を用い、加速電圧30kVでFP (ファンダメンタルパラメーター) - バルク法により半定量分析を行った。試料は風乾し、乳鉢で粉末にしたものをペレット状に加工し、分析を行った。また、泥染の前段階に行われるテーチ木染めに用いられるテーチ木 (車輪梅) についても、風乾させ、乳鉢で粉末にしたものをペレット状に加工し、同様の測定を行った。

NCS元素分析器による窒素、炭素、硫黄の定量分析

5ヶ所の泥田で採取した6種類の泥について、株式会社アムコ製NCS元素分析装置 (NA2500) を使用し、N, C, Sの定量分析を行った。試料は室温で乾燥させた後、粉末約3mgを用いた。検量線の作成は、Sulfanilamide Standard (C₆H₈N₂O₂S, C: 41.84%, H: 4.68%, N: 16.27%, O: 18.58%, S: 18.62%) を使用し、K-Factor法で行った。また、1試料につき2回測定を行い、平均を求めた。

光学顕微鏡観察

須野の泥田に生息する微生物を、微分干渉光学顕微鏡 (Nikon OPTIPHOTO-2) を用いて観察を行った。微生物の存在を確認するために、DAPI (4', 6-diamidino-2-phenylindole) 染色を施し落射蛍光装置を用いて観察した。生息する微生物はDAPI染色後、蛍光顕微鏡下で観察するとDNAが青色を呈し、粘土鉱物は黄色の蛍光を呈する。

微生物の種の同定

上穂の泥田の水の中および泥の中に生息している微生物について、寒天培地を用いて培養を行った。培地は酵母エキス2.5g、トリプトン5.0g、ブドウ糖1.0gおよびカンテン15.0gを水1 lに溶かしたものである。培地に繁殖した微生物のコロニーを22ヶ所サンプリングし、API manual kit (Bio merieux) (日本ビオメリュー・バイテック株式会社) を用いて種の同定を行った。なお、種の同定には、1) 腸内細菌およびグラム陰性桿菌同定用のAPI 20, 2) 腸内細菌以外のグラ

ム陰性菌同定用のAPI 20 NE, 3) ブドウ球菌およびマイクロコッカス属の同定用であるAPI Staphを用いた。

嫌気培養

5ヶ所の泥田で採取した6種類の泥中に生息する偏性嫌気性細菌を嫌気培養によって分離した。培養は血液寒天培地を用いて希釈平板法により行った。血液寒天培地はDifco製血液寒天ベース粉末40gを1 lの蒸留水に溶かし、121°Cで15分間オートクレーブにかけ、その後45°Cまで降温し、株式会社日本生物材料センター製無菌脱繊維血 (馬) を50 ml加えたものを用いた。密閉容器内に試料を塗抹した培地および酸素吸収・二酸化炭素発生剤 (嫌気用) (三菱ガス化学株式会社製) を入れ、37°Cで72時間、インキュベーター内に静置した (Levett 1991)。培養期間中、密閉容器内に入れた嫌気指示薬で、容器内が嫌気状態であることを確認した。培養後、コロニーの計数が可能な培地を用いて、コロニーやそのコロニーを構成する微生物の形態を光学顕微鏡により観察した。走査型電子顕微鏡観察 (SEM) およびエネルギー分散型X線分析 (EDX)

大島紬の黒色に染色された部分および白色のまま残った部分の微細形態および化学組成を走査型電子顕微鏡 (SEM JERO-JSM-5200LV) を用いて、加速電圧15kVで観察した。また、SEMに取り付けられたフィリップス製エネルギー分散型X線分析装置 (EDX Philips-EDAX-PV9800STD) を用いて両者の元素分析を行った。また、泥の微細構造ならびに泥中の鉄の分布を明らかにするために、SEM-EDXによる元素濃度分布図を作成した。

結果

大島紬の泥染に用いられている泥田の水質や泥の分析結果について下記に述べる。

水質測定

奄美大島の泥染に用いられる泥田4ヶ所における水質測定結果をTable 1に示す。なお、採取場所①, ②, ③においては4~6ヶ所の小さい田を、また採取場所④では24ヶ所の小さい田について現地で水質を測定した。測定深度はいずれも表層から10cmであり、pHは6.2~7.1の弱酸性から中性を示した。しかし、大島紬の村では1ヶ所がpH 5.7、上穂でも1ヶ所がpH 5.8とより酸性であった。大島紬の村および上穂のECは226~428 μ S/cmと高く、上田では56~170 μ S/cmと幅の広い値を示した。同様に、須野の泥田においても、ECが100 μ S/cm以下と200 μ S/cm以上の値を示す所があった。大島紬の村、上穂、須野のEhは30~100mVと低く、特に、上穂では-150mVと還元的な水質を示した。上田のEhは82~257mVと他の地域よりも酸化的であった。須野の1年間休閑中の泥田のEhは-38~-107mV、DOも0.4~1.2mg/lと還元的であった。さらに、泥染の際に、絹糸に付着する泥水 (泥田を攪拌し、懸濁させた状態で、泥染の際に直接絹糸に付着する泥水) のEhは-94mV、DOも0.6mg/l

Sample Sampling points	Sample No	pH	Eh (mV)	EC (μ S/cm)	DO (mg/l)	WT (°C)
① Tourist area OhshimaTsumugi village	①-1	5.7	59	304.0	7.2	21.0
	①-2	6.2	90	291.0	11.2	21.3
	①-3	6.4	114	286.0	12.2	22.8
	①-4	6.3	107	232.0	3.7	22.6
	①-5	6.5	62	286.0	12.2	22.7
② Old muddy field at Ageniho	②-1	5.8	110	226.0	10.1	23.3
	②-2	6.5	19	254.0	8.5	21.2
	②-3	6.7	-150	428.0	3.6	-
	②-4	6.5	62	246.0	14.3	20.6
③ Old muddy field at Ueda	③-1	7.1	257	170.0	7.2	19.8
	③-2	6.9	181	142.4	11.7	20.4
	③-3	6.9	82	56.2	9.4	21.4
	③-4	6.8	110	96.7	11.1	20.5
	③-5	6.3	109	68.0	11.4	20.1
	③-6	6.4	123	133.4	11.5	19.1
④ Active muddy field at Suno	④-1	6.3	41	80.8	7.8	22.0
	④-2	6.6	97	83.4	8.3	21.5
	④-3	6.5	84	81.8	9.3	21.3
	④-4	6.7	71	82.6	6.2	21.2
	④-5	6.6	17	83.9	5.3	21.2
	④-6	6.6	-15	266.0	1.5	21.8
	④-7	6.7	84	69.3	8.5	22.5
	④-8	6.6	60	232.0	4.6	21.3
	④-9	6.6	20	258.0	4.4	21.3
	④-10	6.8	91	70.3	8.2	22.9
	④-11	6.8	85	81.8	5.3	22.6
	④-12	6.8	31	84.4	4.3	22.0
	④-13	6.7	80	72.6	9.2	20.4
	④-14	6.8	70	68.9	8.2	21.8
	④-15	6.9	74	80.8	7.0	22.8
	④-16	7.0	45	77.0	5.5	22.9
	④-17	6.9	45	79.4	5.3	22.4
	④-18	6.8	48	82.0	4.3	22.0
	④-19	6.7	78	84.1	5.7	22.4
	④-20	6.7	107	263.0	5.9	22.5
	④-21	6.8	113	221.0	6.2	22.6
	④-22	6.8	136	203.0	7.5	22.7
	④-23	7.0	217	84.7	10.1	23.2
	④-24	7.0	213	221.0	8.5	23.6
④ Mud adhering to silk	④'	6.6	-94	325.0	0.6	22.3
⑤ Fallow muddy field at Suno	⑤-1	6.3	-97	328.0	0.4	21.8
	⑤-2	6.2	-107	280.0	1.0	21.6
	⑤-3	6.9	-38	256.0	1.2	23.4

- ; not measured

2001. 4. 28. ~ 5. 2. measuring

Table 1. Physical characteristics of muddy field water at sampling points of Amami-Ohshima Island.

と低く、泥田の底は還元環境である事を示している。なお、調査地域全体の泥田において、泥田の Eh と DO が低く還元的な場合、EC は逆に高い値を示す傾向がみられた。

X線粉末回折分析 (XRD)

泥田の泥の全岩試料 (不定方位) および $< 2 \mu\text{m}$ の粘土試料 (定方位) による X 線粉末回折分析結果を Fig. 3 に示す。全岩試料には石英の強い反射 (3.34, 4.26, 1.82 Å) と、長石類の反射 (3.19, 3.77, 2.45 Å) が認められた他、いずれの試料においてもフェリハイドライト (Ferrihydrite) の反射 (2.56 Å, 2.27 Å, 2.45 Å) が顕著である。

$< 2 \mu\text{m}$ の粘土粒子には、14.3 Å, 10.0 Å, 7.0 Å に粘土鉱物の反射が認められた。エチレングリコール処理を施した

結果、14.3 Å の反射はシフトしないことから、クロライトまたはパーミキュライトと同定される。また、10.0 Å の反射も 11 Å へシフトしないことから、雲母類粘土鉱物と同定される。さらに、350°C の加熱処理により、14.3 Å の反射が弱くなる事から、14.3 Å はクロライトの他にパーミキュライトの存在も確認された。

さらに、未処理の粘土鉱物の回折パターンは、Sample 1 (大島紬の村)、Sample 2 (上穂)、Sample 3 (上田) では、クロライト、パーミキュライトの反射である 14.3 Å と雲母類粘土鉱物である 10.0 Å、カオリン鉱物の 7.0 Å の反射が認められ、いずれも反射強度が強い。一方、須野の泥である Sample 4 (現在使用中の泥)、Sample 4' (絹糸に付着した泥)、Sample 5 (一年休閑させた泥) はそれぞれブロードな反射を示す (Fig. 4)。

示差熱分析 (TG-DTA)

須野の泥田の試料について熱分析した結果を Fig. 5 に示す。Sample 4 は現在使用中の泥田の泥試料で、Sample 4' は絹糸に付着した泥試料、Sample 5 は一年間休閑中泥田の泥試料であり、ともに 70 °C に吸着水の吸熱ピークが見られる。また、230~270 °C にかけての吸熱反応は、Limonite ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) などの脱水によるものと考えられる。また、410~520 °C にかけてのブロードな吸熱ピークは、粘土鉱物の構造水 OH の脱水と考えられる。なお、通常、クロライトは 470~670 °C のブロードな吸熱を示すが、鉄に富むクロライトの吸熱反応は低温側にシフトする (生沼 1992)。すなわち、470 °C の吸熱ピークは鉄に富むクロライトであると考えられる。また、560~600 °C のブロードな吸熱反応は雲母類粘土鉱物を示す。

エネルギー分散型蛍光 X 線分析 (ED-XRF) および NCS 元素分析器による C・N・S の定量分析

ED-XRF による泥の化学組成は、いずれも SiO_2 を約 60 wt % 含み、その他 MgO , Al_2O_3 , K_2O , TiO_2 , MnO を含んでいる。これらの含有元素の割合はいずれの田でもほぼ同様であり、場所による差異は認められなかった。しかし、 Fe_2O_3 , P_2O_5 , N, C, S の含有量は、場所により顕著に異なっていた。

大島紬の泥染に用いられる泥田の泥試料①~⑤における Fe_2O_3 , P_2O_5 , MgO , Al_2O_3 および N, C, S の含有量を Fig. 6 に示す。これらの元素が多い泥田は須野の田 (Sample 4, 4', 5) であり、少ない田は大島紬の村 (Sample 1), 上穂 (Sample 2), 上田 (Sample 3) であった。一年間休閑中である須野の田 (Sample 5) は最も多く総 Fe_2O_3 を含んでいる。その含有量は上田の泥 (Sample 3) のほぼ 2 倍である。また、現在使用中の泥田の泥 (Sample 4) (15wt%) と、絹糸に付着した泥 (Sample 4') (14wt%) とは、ほぼ同量の総 Fe_2O_3 量が含まれていた。 P_2O_5 の含有量は N, C, S 含有量と同様の傾向を示し、現在使用中の須野の泥田 (Sample 4) において最も高い。一方、一年休閑中の泥田 (Sample 5) ではこれらの含有量が低い。すなわち、須野の泥は他の泥田

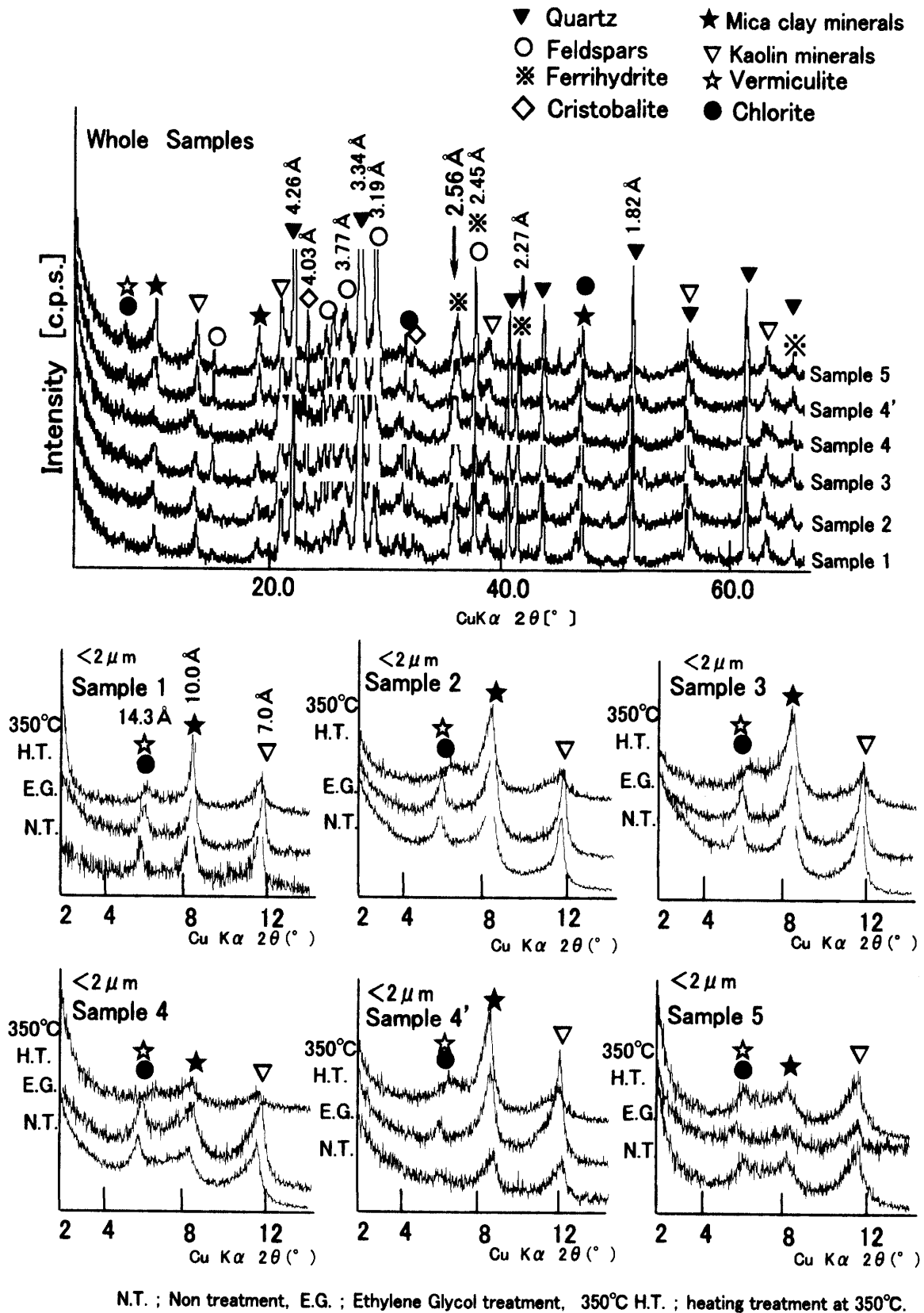


Fig. 3. X-ray powder diffraction patterns of whole samples showing the presence of ferrihydrite, quartz and feldspars with clay minerals. The clays (<2 μ m) were identified by ethylene glycol (E.G.) and heating treatments (H.T.).

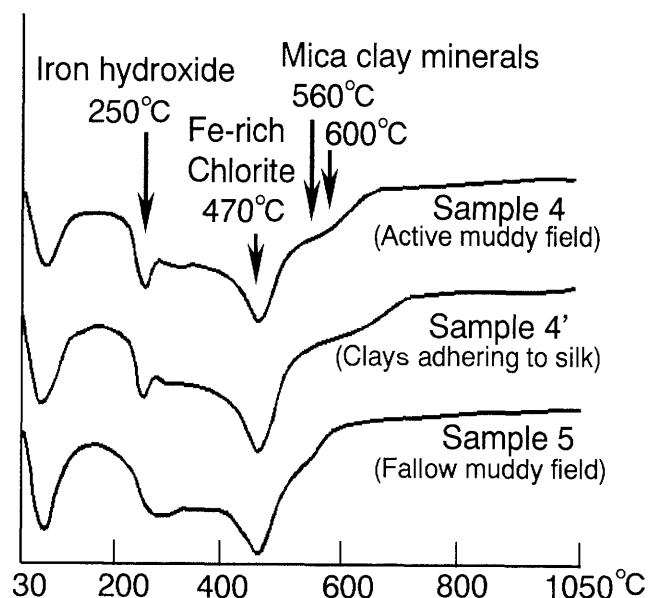
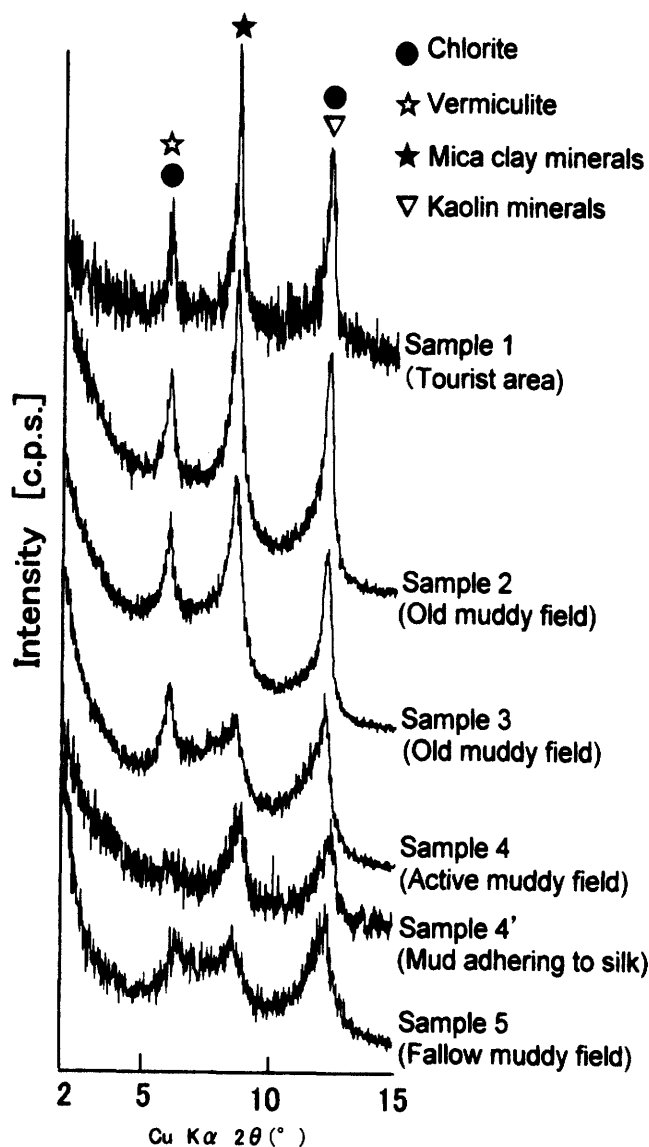


Fig. 5. Differential thermal analysis of muddy clays showing endothermic peaks of iron hydroxides at 250°C, Fe-rich chlorite at 470°C, and mica clay minerals at 560~600°C. Sample 4; Active muddy field at Suno, Sample 4'; Clays adhering to silk, Sample 5; Fallow muddy field at Suno.

Fig. 4. X-ray powder diffraction analyses of non treated clay samples (< 2μm) showing characteristic mineralogy at each muddy fields.

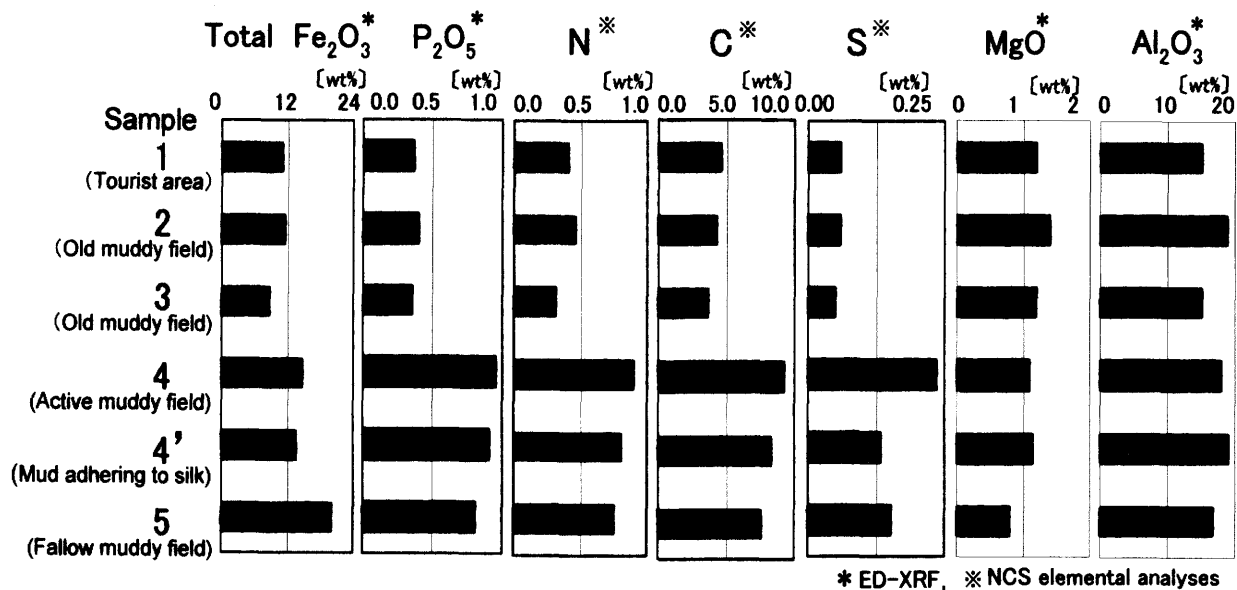


Fig. 6. Energy dispersive X-ray fluorescent (ED-XRF) and NCS elemental analyses of muddy clays indicating high Fe₂O₃, P₂O₅, N, C, S, MgO and Al₂O₃ contents at active or fallow muddy fields. On the other hand, at old muddy fields all these elements are low in concentration.

に比べ、鉄分が多く含まれ、かつ、有機物に富んでいる事を示している。また、MgOおよびAl₂O₃は基盤岩の地質を反映する元素であると考えられるが、各泥田での含有量の差は認められない。

SEM-EDXによるFeの濃度分布図

走査型電子顕微鏡による泥の微細形態とFeの濃度分布をFig. 7に示した。泥は均一な2 μmサイズの微粒子から構成されており、全体的に平滑であり (Fig. 7A)、部分的に10 μmサイズの鋭角の粒子 (Fig. 7A中央) も少量含まれる。Feの濃度分布図は、Feが均一な微粒子に含まれると同時に、一部、比較的大きな粒子にも局在することを示している (Fig. 7B)。また、微粒子部分の高倍写真 (Fig. 7C) は、雲母類粘土鉱物と思われる1 μm前後の均一なフレーク状粒子の集合状態を示している。

光学顕微鏡観察

須野の泥 (Sample 4) の光学顕微鏡観察結果をFig. 8に示す。A, C, Eは光学顕微鏡下で、B, D, Fは、同じ試料にDAPI染色を施し、蛍光顕微鏡下で観察した写真である。泥中には光学顕微鏡下で鉄を含有していると考えられる黄褐色 (Fig. 8A) や赤褐色粒子 (Fig. 8C) の他に、緑色の直径1 μm弱の球菌や無色透明の長さ5~8 μmの糸状菌が多数認められた (Fig. 8B, D)。また、泥の中のみでなく、泥田の水中にも浮遊性のバクテリアである大きさ1 μmの球菌が多数観察された (Fig. 8E, F)。これらの微生物は、蛍光顕微鏡下で青色を呈すことから、DNAを持ち、活動しているといえる。

泥田中の微生物の同定

奄美大島の泥田に生息する一般的な微生物種の把握のため、上穂の試料 (Sample 2) を用いて寒天培養し、同定した微生物種をTable 2に示す。Gram陽性菌は (+)、陰性菌は (-) で示し、オキシダーゼの欄はチトクロームC (芳香族アミンを酸化して着色物を形成する酵素) の活性能力のあるものを (+)、無いものを (-) で示した。22個のコロニーのうち、ほとんどがGram陰性菌であり、種が同定されたものは、*CDCgr. IV C-2*, *Pasteurella pneumotropica* or *Pasteurella haemolytica*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Alcaligenes faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Comamonas testosteroni* or *Pseudomonas alcaligenes*, *Flavimonas oryzihabitans*, *Citrobacter koseri* or *Citrobacter farmeri*である。その他のGram陰性菌は、チトクロームCの活性がない球菌であった。一方、同定試験に使用した株のうちGram陽性菌は4株はチトクロームCの活性能力の無い桿菌である。なお、この桿菌の種の同定は行っていない。

嫌気培養結果

各地で採取した6種類の泥中に生息する偏性嫌気性細菌について嫌気培養を行った結果をFig. 9およびTable 3に示す。大島紬の村 (Fig. 9A, Sample 1)、上穂 (Fig. 9B, Sample 2)、上田 (Fig. 9C, Sample 3)、須野の現在使用中の泥田

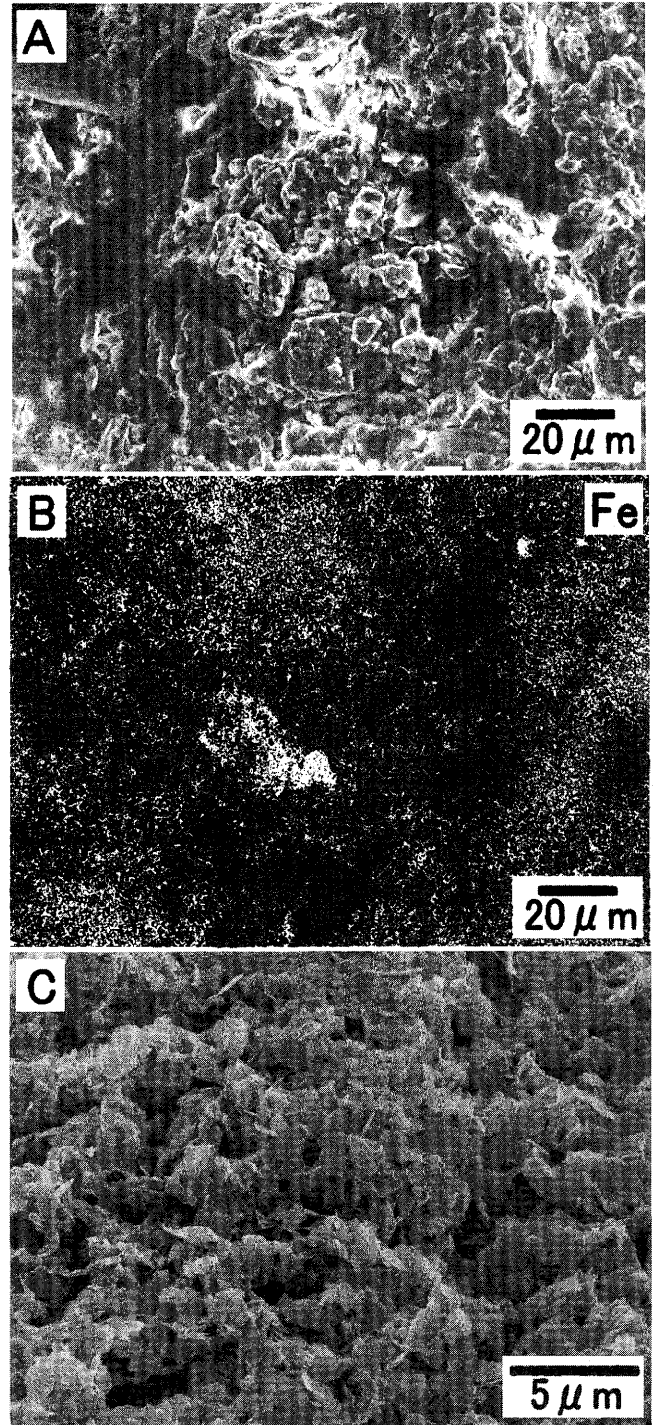


Fig. 7. SEM micrographs (A, C) and the EDX-Fe content map (B) of muddy clays collected from Suno field. The Fe content map shows distribution of amorphous iron hydroxides with iron mineral grains.

(Fig. 9D, Sample 4)、泥染直後の絹糸に付着した泥 (Fig. 9E, Sample 4)、一年休閑している泥田 (Fig. 9F, Sample 5) の6つの泥を用いた培養結果である。37°Cで72時間の培養により、血液寒天培地上に形成されたコロニーについて、形状、周縁、表面隆起、色およびコロニーを形成する細胞の形態によって分類し、かつ、菌数を数えた。

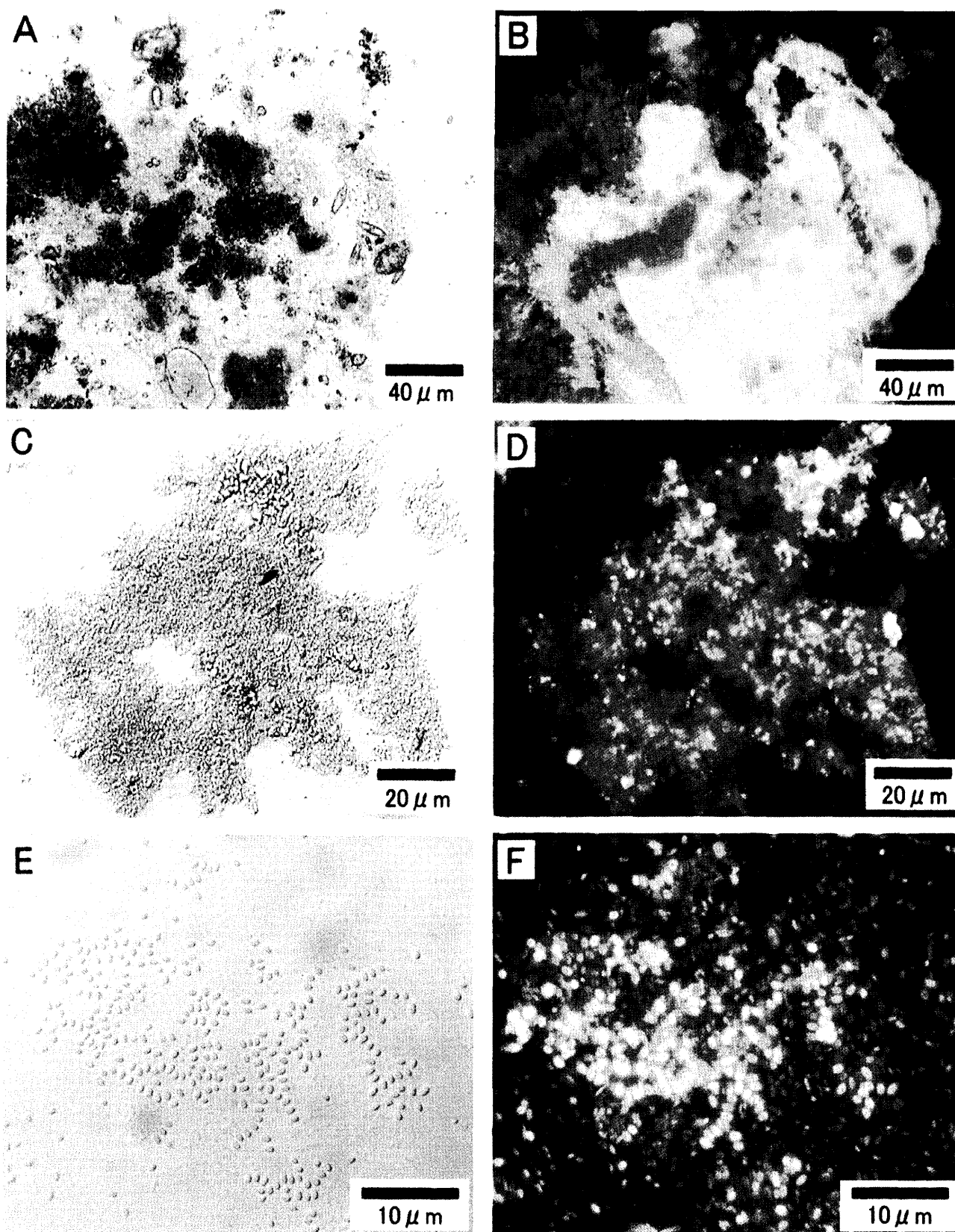


Fig. 8. Optical micrographs of muddy clays collected from Suno field.

Dark brown (A) or light brown (C) clay particles are aggregated with coccus type bacteria. DAPI stained fluorescence micrographs show the presence of living bacteria in A and C (B, D). The microbe exists not only in the aggregate but also in the water as free living form bacteria (E, F).

Colony No.	Gram	Shape	Oxidase	Identification of bacteria
1	+	rod	-	N.I.
2	-	oval	-	<i>Pasteurella pneumotropica/haemolytica</i>
3	-	rod	-	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
4	-	oval	+	<i>Alcaligenes faecalis</i>
5	+	rod	-	N.I.
6	-	sphere	-	N.I.
7	-	sphere	-	N.I.
8	-	rod	+	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
9	-	rod	-	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
10	-	rod	-	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
11	-	sphere	-	N.I.
12	-	oval	+	<i>Comamonas testosteroni/Pseudomonas alcaligenes</i>
13	-	oval	-	<i>Pasteurella pneumotropica/haemolytica</i>
14	+	rod	-	N.I.
15	-	oval	+	<i>CDCgr.IV C-2</i>
16	-	rod	-	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>
17	-	oval	-	<i>Flavimonas oryzae</i>
18	-	sphere	-	N.I.
19	-	oval	-	<i>Citrobacter koseri/farmeri</i>
20	+	rod	-	N.I.
21	-	sphere	-	N.I.
22	-	sphere	-	N.I.

Gram + ; gram positive bacteria, Gram - ; gram negative bacteria, Oxidase + ; oxidative enzyme, Oxidase - ; no oxidative enzyme, N.I. ; not identified.

Table 2. Identified bacterial inhabitation in biofilms collected from old muddy field at Ageniho in Kasari-cho, Amami-Oshshima Island.

全ての試料から、白色び慢性の周縁が滑な円形コロニーを形成する株が分離された (Fig. 9A ~ F 矢印). 須野の一年休閑している泥田は細胞数が最も多く、830 cells/mlであった (Fig. 9F, Sample 5). 次いで大島紬村は細胞数が620 cells/mlであった (Fig. 9A, Sample 1). 須野の現在使用中の泥田は400 cells/mlで (Fig. 9D, Sample 4), 上田 (Fig. 9C, Sample 3) と泥染直後の絹糸に付着した泥 (Fig. 9E, Sample 4') の細胞数はともに200 cells/mlであった. 上穂の細胞数は100 cells/mlと、最も少なかった (Fig. 9B, Sample 2). 透明色び慢性で周縁が葉状な大型不規則形のコロニーは大島紬村 (Fig. 9A, Sample 1), 上田 (Fig. 9C, Sample 3), 泥染直後の絹糸に付着した泥 (Fig. 9E, Sample 4') からともに分離された (Fig. 9A, C, F 白円). その細胞数は大島紬村および上田が100 cells/mlであり、泥染直後の絹糸に付着した泥はその3倍の300 cells/mlであった. 白色隆起性の周縁が繊維状の不規則形のコロニーは泥染直後の絹糸に付着した泥 (Fig. 9E, Sample 4') からのみ分離され、細胞数は100 cells/mlであった (Fig. 9E 点線円).

それぞれの光学顕微鏡観察および蛍光顕微鏡観察結果を Fig. 10に示す. 全ての試料から分離された白色び慢性の周縁が滑な円形コロニーは、単一の大きさが1~2 μ mの球菌により形成されていた (Fig. 10A, B). 透明色の大型不規則形コロニーは長さ5~7 μ mの桿菌から形成されており (Fig. 10C, D), 泥染直後の絹糸に付着した試料のみから分離された. その白色隆起性の周縁が繊維状の不規則形コロニーの球菌は1~2 μ mと、分離された微生物の中で最も小さかった (Fig. 10E, F).

偏性嫌気性細菌はいずれの試料からも分離され、最も多く観察されたものは白色び慢性の周縁が滑の円形コロニーを形成する球菌であった. 培養された全偏性嫌気性細菌数は須野の一年休閑している泥田が最も多く、次いで大島紬村、泥染直後の絹糸に付着した泥、須野の現在使用中の泥、上田、上穂の順であった. また、最もコロニーの多様性が高かったのは泥染直後の絹糸に付着した泥である. このことは、染色時に泥を攪拌することによって、泥田の上層部分とは嫌気状態の異なった泥が絹糸に付着することを示している.

絹糸の走査型電子顕微鏡観察 (SEM) およびエネルギー分散型X線分析 (EDX)

大島紬の絹糸の黒色に染色された部分と染色されていない白色部分をSEM-EDXで観察および分析を行った (Fig. 11). 黒色部分はテーチ木染めや泥染によって染色された部分であり、白色部分は木綿によって締められ、染色されていない部分である. 太さ10~20 μ mの、黒色に染まった絹糸の部分には、0.5 μ m以下の鉱物微粒子が糸表面を広く覆って付着している (Fig. 11A). また、鉱物微粒子は糸と糸の間を充填するように付着し、繊維の奥まで入り込むように付着している (Fig. 11B). 一方、白色部分の絹糸の表面は滑らかで、黒色部分に認められた鉱物微粒子の付着は認められない (Fig. 11C, D). 糸の太さは黒色部分と変わらず、10~20 μ mである. 絹糸の黒色部分 (A, B) と白色部分 (C, D) の元素分析の結果は、黒、白色部分ともに有機物特有の高いバックグラウンドを示した他、Al, Si, P, S, Cl, Caが認められた (B①, D①). 特に、黒色部分には、多量のFeとS, Caが顕著である. なお、K, Fe, Mnは黒色部分にのみ検出され (B①), Clは白色部分にのみ検出された (D①). 一方、テーチ木 (車輪梅) からは、ED-XRF分析により、PとSが多量に認められ、Si, K, Ca, Fe, Znも少量検出された. すなわち、黒色部分に顕著に検出されたS, Ca, Feは泥染とテーチ木染めによって絹糸に付着した元素であると考えられる.

考 察

本研究により明らかにされた泥染の泥の化学的、鉱物学的、微生物学的特徴について考察する.

泥田の水質

須野における泥染の泥田の水質は、一年間休閑中の田と、染める際に泥田を懸濁させ、絹糸に付着した泥水のEhは-107~-34 mVと非常に低く、かつ、DO値も低く、還元状態を示した. しかし、上穂および上田における泥田は使用していないにもかかわらず、水質は常時使用している紬村の泥田と差がなかった. この事は、染色にとって良質な泥田として使用可能な田は、還元状態の泥田であり、また、泥染の際に懸濁した泥が還元状態を作り出すと考えられる. また、South and Miller (1998) は、中性から弱酸性でタンニン酸と鉄がより結合する事を報告している. 本研究で調査した

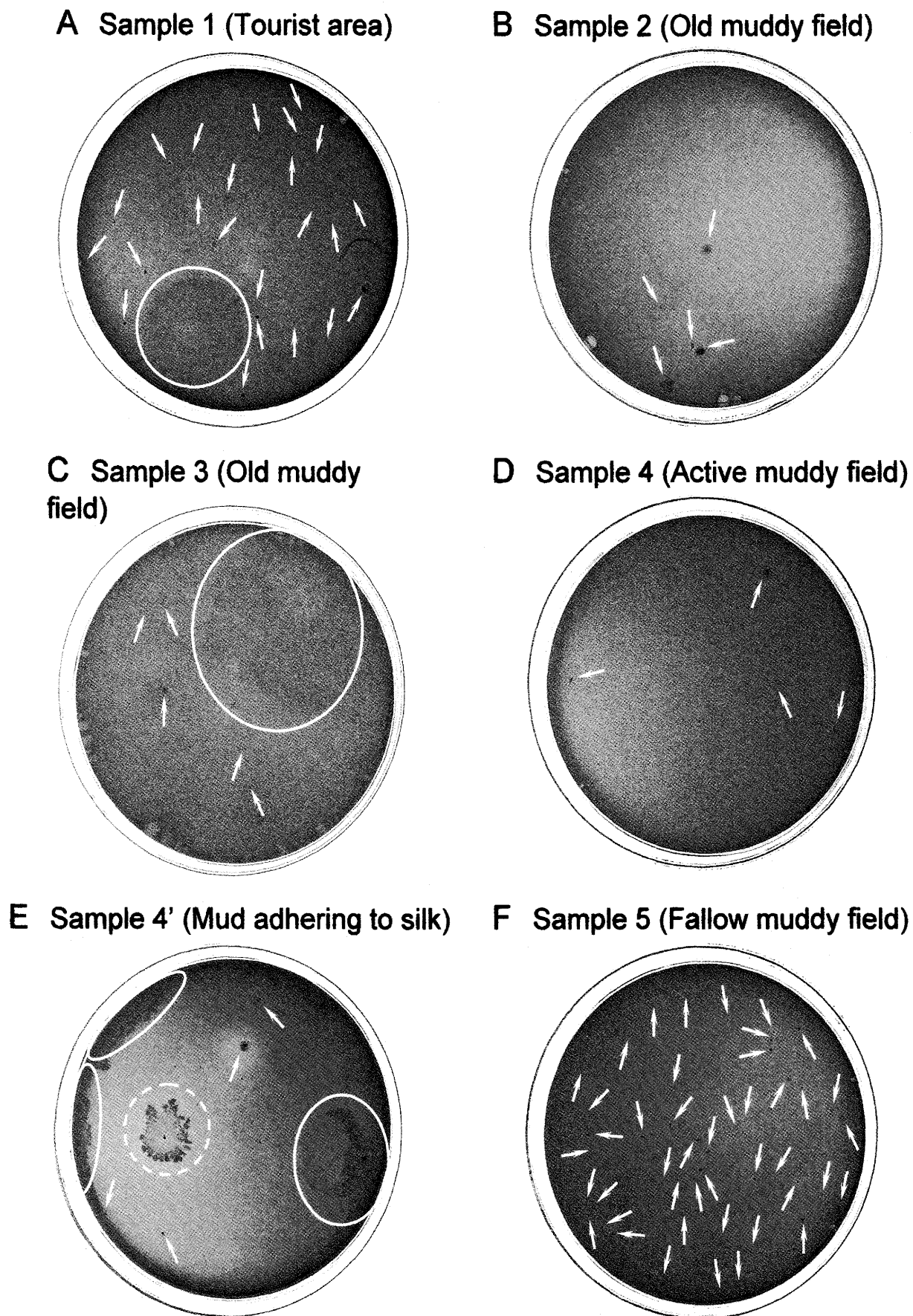


Fig. 9. Growth of strictly anaerobic bacteria on blood agar. The plates were incubated for 72 hours at 37°C. A ; Tourist area, B ; Old muddy field at Ageniho, C ; Old muddy field at Ueda, D ; Active muddy field at Suno, E ; Clays adhering to silk, F ; Fallow muddy field at Suno. White arrows indicate entire colonies whereas white circles indicate lobate colonies. White dotted line indicates filamentous colony.

Characteristics of colonies			Cell		Cell number (Cell/ml)					
form	margin	elevation	form	size(μm)	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 4'	Sample 5
circular	entire	flat	coccus	1-2	620	100	200	400	200	830
irregular	lobate	flat	bacillus	5-7	100	-	100	-	300	-
irregular	filamentous	raised	coccus	1-2	-	-	-	-	100	-
Total					720	100	300	400	600	830

Table 3. Cell number of isolated strictly anaerobic bacteria.

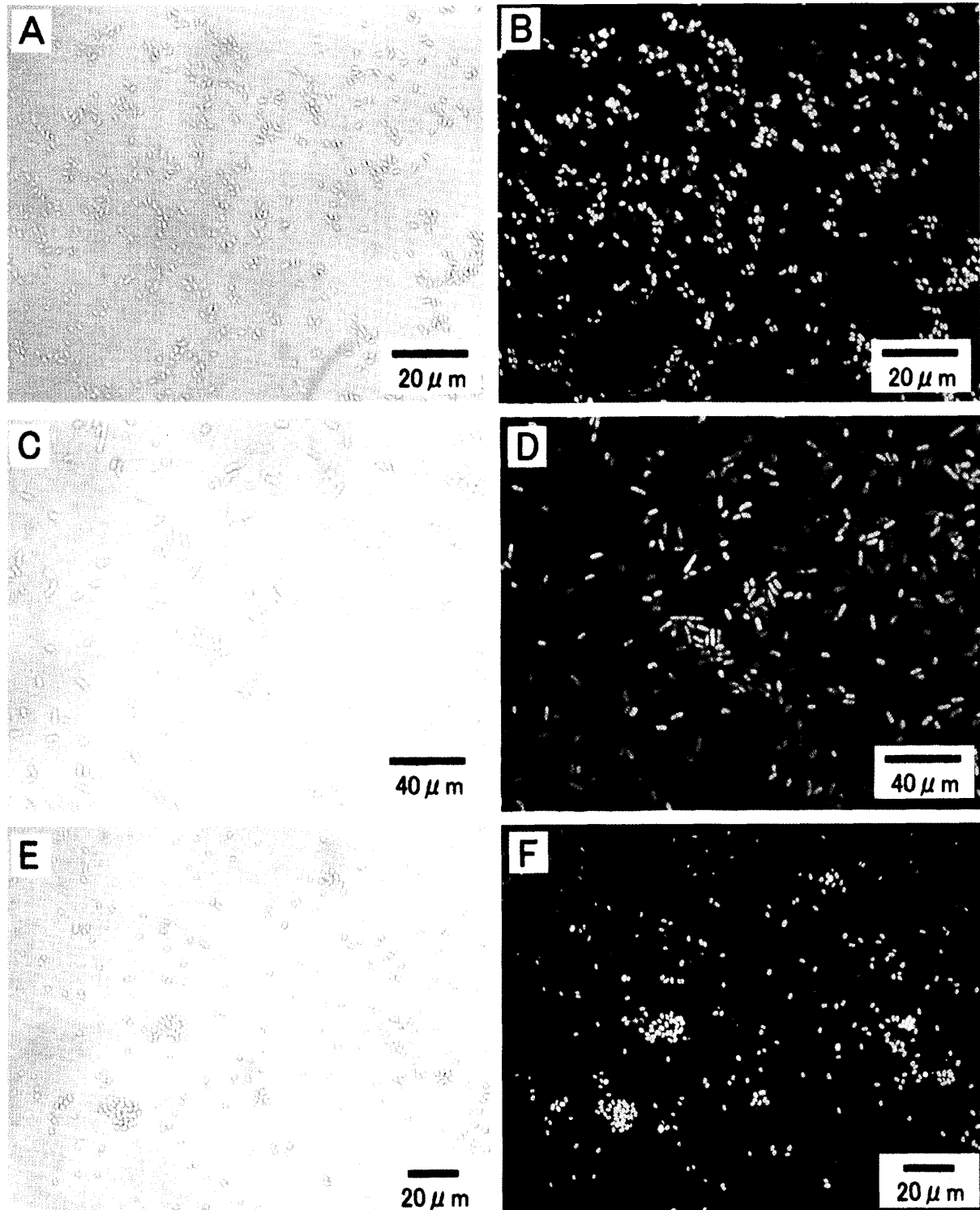


Fig. 10. Optical microscopic images of all isolates on blood agar plates consisting of three kinds of morphological form colonies (i.e., entire, lobate and filamentous). Optical light (A, C and E) and epifluorescence (B, D and F) micrographs showing the diversity of microorganisms. Entire colonies are coccus typed bacteria (A and B), lobate colonies are mainly bacillus typed bacteria (C and D) and filamentous colony is mainly coccus typed bacteria (E and F).

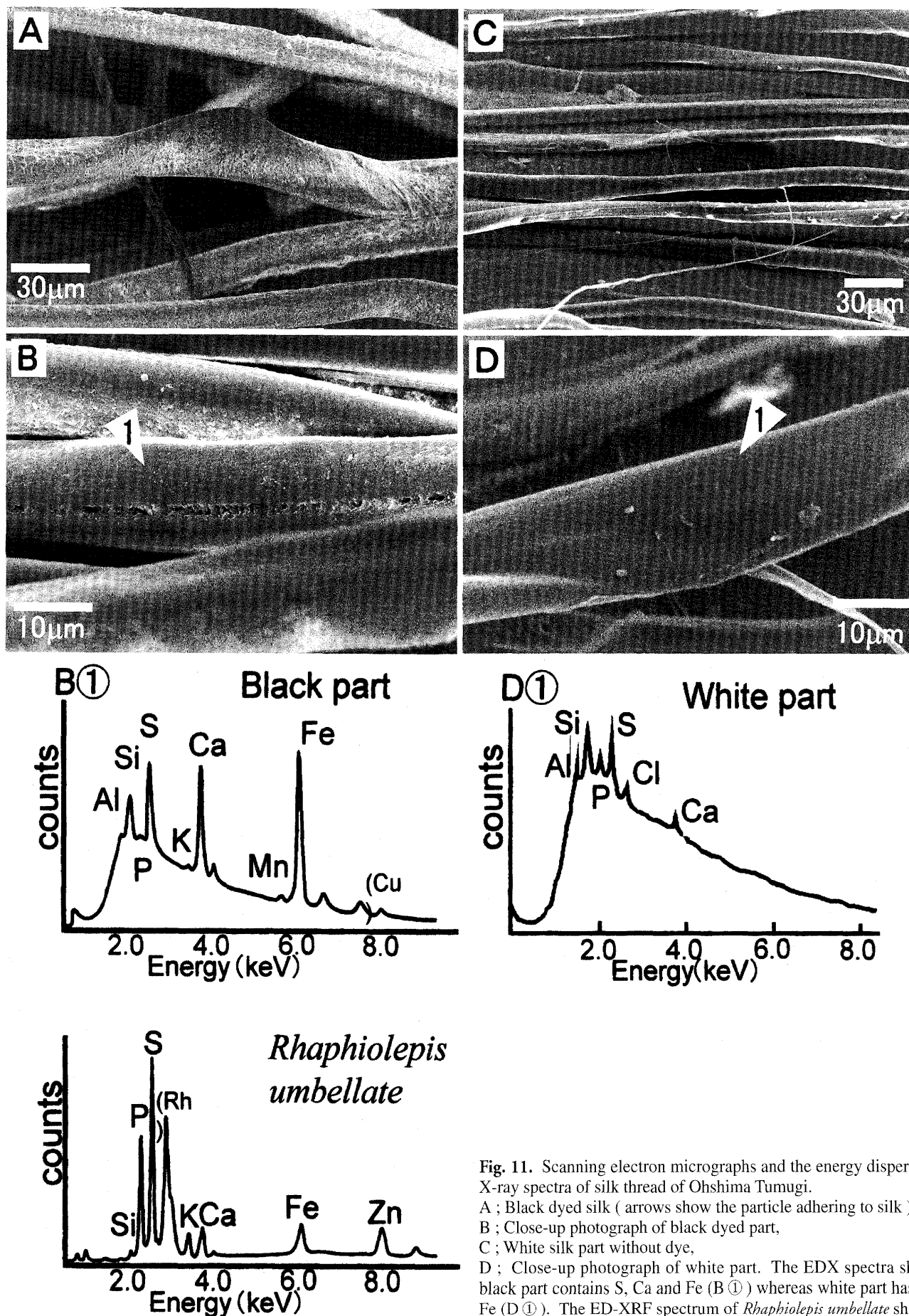


Fig. 11. Scanning electron micrographs and the energy dispersive X-ray spectra of silk thread of Ohshima Tumugi. A ; Black dyed silk (arrows show the particle adhering to silk), B ; Close-up photograph of black dyed part, C ; White silk part without dye, D ; Close-up photograph of white part. The EDX spectra show black part contains S, Ca and Fe (B ①) whereas white part has no Fe (D ①). The ED-XRF spectrum of *Rhapsiolepis umbellate* shows presence of high P and S with K, Ca, Fe and Zn.

5ヶ所のpHは5.7~7.1と弱酸性であった。Fig. 11のSEM-EDX結果に示したように、この条件下では、タンニン酸と鉄の結合が効果的に行われ、黒色に染色されるといえる。

泥田の鉱物学的特徴

泥田の泥のXRDや示差熱分析から、石英、長石類の他にフェリハイドライトや鉄に富むクロライト、パーミキュライト、雲母類粘土鉱物、カオリン鉱物などの粘土鉱物の存在が確認された。さらに泥田の中の鉄は、SEM観察およびSEM-EDX分析により、鉄酸化物および粘土鉱物の構造中に多く含まれている事が明らかになった。また、ED-XRF分析では、総 Fe_2O_3 量は須野の一年間休閑させた泥田の泥に最も多く、次に現在使用している須野の泥に多いこと、N、C、S、 P_2O_5 などの有機物の存在を示す元素は、泥染にとって最も良質の泥田といえる須野の田に多く含まれていたことが明らかとなった。すなわち、鉱物、粘土鉱物に含まれるFeおよび有機物の含有量が、現在泥染に使用している泥田で最も高く、かつ、他の元素は田による違いが認められないことから、この泥田は泥染めに適していると考えられる。

泥田の化学的特徴と地質

現在、泥染めに使用されている須野の泥田は新生代始新世に堆積した砂岩層の和野層であり、その他の泥田は中生代白亜紀の名瀬層の粘板岩および泥岩と砂質泥岩の互層である。通常、泥岩中のクロライトはAlに富み、一方、砂岩中のクロライトは、Alに富むものから少ないものまで幅広い値を示す。また、砂岩中のFeに富むクロライトは1:1構造として生成した蛇紋岩類似鉱物が続成過程で変化した可能性が高いことが報告されている(吉村 2001)。しかし、本研究において、基盤岩の特徴成分であるAlやMgの含有量は、各泥田の基盤地質による違いは認められず、かつ、Feや有機成分であるN、C、S、 P_2O_5 のみが須野の泥田で高い傾向が示された。すなわち、これらの化学的特徴は、現在の泥田の環境の相違を示していると考えられる。須野の泥田は、人為的な排水を行っておらず、水は常時滞留しているが、他の泥田は排水溝に上層の水が常時流出し、開放されている。よって、須野では、泥田の水が排水されないことにより、土壌から溶脱したFeが泥水中に蓄積され、排水の行われている他の田よりも高い含有量を示したと考えられる。また、有機成分に関しては、土壌微生物や生物、植物の遺骸が堆積し、高いN、C、S、 P_2O_5 含有量を示していると考えられる。地質の異なる二つのグループの泥田では(Fig. 4)、粘土鉱物組成に顕著な違いが認められる。大島紬村、上穂、上田の泥田はより鋭い14.3 Å、10.0 Å、7.0 Åの反射が特徴であり、須野の泥は14.3 Åと10.0 Åの反射はブロードである。特に14.3 Åのパーミキュライトの反射強度は粒子の大きさに影響する。粗粒なパーミキュライトは鋭い回折線を示すが、微細なものは幅広い回折線を示す(Suquet and Pezerat 1988)。すなわち、須野の泥田は、他の泥田に比べ、より微細で結晶度の低いパーミキュライトが含まれることが示唆される。よって、泥染に適した泥田の

特徴は、鉄分が豊富で、泥の粒子が細かく、粘土鉱物の結晶度が低いといえる。

泥田の微生物学的特徴

培養された全偏性嫌気性細菌数は、水質が最も還元的であった須野の一年休閑している泥田が最も多く、また、最もコロニーの多様性が高かったのは泥染直後の絹糸に付着した泥であった。泥田は、水中に溶存した酸素が拡散する表層は酸化的に、また、底層ほど還元的になる。水中から沈降堆積した有機物は分解され、底泥は還元環境になる。有機物の多い水田土壌や干潟などの嫌気的環境において、底泥の表層部分、つまりEhが+200~-200 mVの環境には鉄還元細菌、中層部分、つまりEhが0~-200 mVの環境には硫酸還元細菌、Ehが-200~-300 mVの底層部分にはメタン生成菌等の各種偏性嫌気性細菌が棲み分けを行っている事が報告されている(Billen 1982)。本研究において、培養に用いた底泥の表層部分5~10 cmから分離された“白色び慢性の周縁が滑な円形コロニー”は、採取した底質の水質が+257~-107 mVの酸化還元環境である事から、Billen (1982) が報告している鉄還元細菌に相当すると考えられ、この菌数が最も多かった須野のEh値が低い事と矛盾しない。すなわち、この部分の鉄の還元が進んでいる可能性を示している。一方、泥染直後の絹糸に付着した泥試料から分離された菌の多様性は、染色時に泥田を攪拌するため、底層に生息する硫酸還元菌やメタン生成菌などの偏性嫌気性細菌が混合された事を示す。この事は、泥田の深さにより、多種多様の微生物が棲み分けをしている事を示し、かつ、泥田を攪拌する事により、各種偏性嫌気性細菌が生息する還元状態の底質に含まれる二価鉄が、染色時に絹糸の表面を還元的にしている事を示している。染色された絹糸

泥により染色された絹糸の黒色部分をSEM観視した結果、黒色部分の表面は鉱物微粒子で厚く覆われており、かつ、繊維の奥まで入り込んでいる様子が認められた(Fig. 11)。一方、白色部分の絹糸の表面には鉱物微粒子の付着は認められず、平滑である。SEM-EDX分析によれば、黒色部分には多量のFeとS、Caが検出され、白色部分は少量のS、Cl、Caが認められたが、Feは検出されなかった。黒色部分にS、Ca、Feが多いことは、テーチ木のS、Caと泥に含まれる二価鉄が染色における媒染剤として重要な役割を担っている事を示唆している。また、黒色部分のMnは泥の成分からもたらされたと考える。越川(1972)は、テーチ木染色である大島紬泥染には、水中の鉄含有量が大きく関係していると報告している。特に縮合タンニンを主成分とするテーチ木染色法では、金属塩媒染で耐光堅ろう度の良い茶-黒色系に染色される(杉尾 1968)。また、タンニン-鉄化合物により黒色を出すためには、タンニン酸の吸着量に対して二価鉄の吸着量をモル比で4.5倍以上にする必要がある(清水ほか 1983)。テーチ木染色を行う大島紬では、深い黒色を出すために、還元的な環境で、かつ二価鉄の吸着量を増やすことが重要である。ま

た、三価鉄よりも、二価鉄の方がよりタンパク質とのキレート錯体が形成されやすいことが知られている(Garcia 1978; 渡辺ほか 1983; Makkar et al. 1987)。これらの事から、泥田を休閑させて染色に良い還元状態の田にするという慣習は、泥田の鉄を、水溶性の高い二価鉄に変え、鉄とタンニンがタンパク質とキレート錯体を作りやすい状態にするという意義がある。

まとめ

奄美大島に伝わる泥を使用した染色である泥染は、使用する田の状態によって、紬の仕上りが異なると言われている。そこで、使用中の泥田、現在不使用の旧泥田、来期使用のために一年間休閑中の田の水質、底質、微生物の特徴について、検討を行った。泥染時および一年間休閑中の泥田の水質は、EhとDOが非常に低い値を示し、還元状態である事が明らかになった。また、泥田の泥には、石英、長石類、水酸化鉄鉱物(フェリハイドライト)、粘土鉱物が含まれている。特に、粘土鉱物では鉄に富むクロライトが含まれる事が特徴である。さらに、総Fe₂O₃量は、現在使用中の泥田と一年間休閑中の泥田ではともに多い。泥田の鉄の由来は、水酸化鉄鉱物粒子や粘土鉱物(鉄に富むクロライト)であるといえる。一方、寒天培養実験結果から使用中の泥田にはグラム陰性菌を主とする多種多様の微生物が存在する事が明らかになった。偏性嫌気性細菌については、鉄還元細菌であると考えられる球菌および桿菌が認められた。すなわち、染色時に泥田を攪拌する事により、底質に生息していた鉄還元細菌と二価鉄とが上昇し、絹糸の表面に付着し、還元的環境下で染色される。この泥で絹糸が黒く染まった部分の表面には、Fe鉱物の微粒子が多数付着しており、白色部分に比べ、SとCaも多い。なお、泥染の前に用いるテーチ木の成分は、主にSとPであり、少量のSi, K, Ca, Fe, Znを含む。黒色部分で顕著に認められるFeとS, Caは泥のみでなく、テーチ木にも由来する。

以上の結果から、泥染に用いる泥田の特徴は、泥田の水質が還元状態である事、染色に影響を与える鉄は二価鉄である事、泥中には多くの微生物が生息しており、かつ、多量の有機物を含む事が挙げられる。これらの事から、還元性の微生物の活発な活動が良い泥田を作る一因になっていると考えられる。泥田を攪拌することにより、下層の還元的な泥が浮上することで絹糸の表面を還元的にし、錯体を作りやすい環境を形成することで、大島紬独特の光沢のある黒色に染色されることが考えられる。

謝辞 本研究において、日本大学の星村義一博士には、泥田の案内や泥染についての貴重な提言を頂いた。また、紬村の越間多 輝鐘氏、別府勝成氏、笠利町役場の川上順市氏には泥田の案内や泥の採取においてご協力賜った。また、肥後明氏には須野の田において、泥染の実演をして頂いた。これらの皆様に感謝申し上げます。また、本研究を行うにあたって

は、研究室の皆様にご意見を頂いた。この場を借りて感謝申し上げます。なお、本研究の一部に文部科学省科学研究補助費(代表、田崎和江)を使用した。

文献

- Billen G (1982) Modelling the processes of organic matter degradation and nutrients recycling in sedimentary systems. *Sediment Microbiology*, 15-52.
- Garcia SLM (1978) On tannin-iron method specificity. *Jour Histochemistry & Cytochemistry*, 26 : 761.
- 林 茂助 (1958) 染色加工講座2. 共立出版株式会社, 東京, 327p.
- 本場大島紬協同組合 (2001) 奄美大島紬資料. 鹿児島県, 7p.
- 生沼 郁 (1992) 各種粘土試料の熱分析-特に堆積物, 堆積岩と風化物について-. 東洋大学紀要教養課程篇(自然科学), 36 : 17-37.
- 鹿児島県大島紬技術指導センター (2001) 大島紬. 鹿児島県, 31p.
- 笠畑 保 (1989) 大島紬勝手論. 機関紙共同出版, 109p.
- 笠利町企画財政課 (2001) 笠利町2001年町勢要覧. 笠利町企画財政課, 25p.
- 笠利町教育委員会 (1973) 笠利町史. 笠利町史執筆委員会, 笠利町, 572p.
- 越川寿一 (1972) 新染色加工講座 (11). 日本学術振興会染色加工第120委員会編, 共立出版, 194p.
- Levett PN (1991) *Anaerobic Microbiology A Practical Approach* (1991), Oxford University Press, 1-27p.
- Lopes GKB, Schulman HM and Lima MH (1999) Polyphenol tannic acid inhibits hydroxyl radical formation from Fenton reaction by complexing ferrous ions. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1472 : 142-152.
- Makkar HP, Dawra RK and Singh B (1987) Protein precipitation assay for quantitation of tannins determination of protein in tannin-protein complex. *Analytical Biochemistry*, 166 : 435-439.
- Nakajima A and Sakaguchi T (2000) Uptake and removal of iron by immobilized persimmon tannin. *Jour of Chemical Technology and Biotechnology*, 75 : 977-982.
- 坂井 卓・小野慶一・桃木良隆・大塚裕之・早坂祥三 (1977) 奄美大島北部の地質. 琉球列島の地質学研究, 2 : 11-23.
- 三瓶孝子 (1962) 染織の歴史. 至文堂, 東京, 205p.
- 清水 滉・片岡秀樹・滝沢陽子 (1983) タンニン酸吸着絹の色相及び染色堅ろう度に及ぼす金属塩の影響. *日本蚕糸学雑誌*, 52 : 451-455.
- South PK and Miller DD (1998) Iron binding by tannic acid, effects of selected ligands. *Food Chemistry*, 63 : 167-172.
- 杉尾孝一 (1968) シャリンバイ染色とその耐光堅牢度, 強伸度について. 鹿児島県工業試験場業務報告書, 15 : 25-34.
- Suquet H and Pezerat H (1988) Comments on the classification of trioctahedral 2:1 phyllosilicates. *Clay and Clay Minerals*, 36 : 184-186.
- 竹内淳子 (1991) 藍・風土が生んだ色. 法政大学出版局, 東京, 407p.
- 渡辺泰三・土佐哲也・坂田信行・布川弥太郎・推木 敏・三上重明 (1983) 固定化タンニンによる清酒の除鉄処理および処理酒の成分分析. *日本醸造協会雑誌*, 79 : 193-197.
- William AH (1999) Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*, 60 : 115-141.
- 吉村尚久 (2001) 粘土鉱物と変質作用. 地学団体研究会, 東京, 293p.

脇元理恵・田崎和江・縄谷奈緒子・池田頼正・今井茂雄・佐藤一博・奥野正幸. 2004. 奄美大島紬を染める泥の特性. 地球科学, 58, 199-214.

WAKIMOTO Rie, TAZAKI Kazue, NAWATANI Naoko, IKEDA Yorimasa, IMAI Shigeo, SATO Kazuhiro and OKUNO Masayuki. 2004. Characterization of muddy clays for "Ohshima Tsumugi" using traditional dye method. Earth Science (Chikyu Kagaku), 58, 199-214.

要 旨

大島紬は使用する泥田の状態により、染色の仕上りが異なると言われている。本研究では、現在使用中の泥田、現在は使われていない旧泥田、来期使用のために一年間休閑中の泥田の泥について鉱物学的、微生物学的特徴を検討した。

3つの泥田のEh, DOは、ともに休閑中の田で最も還元状態を示した。泥の中には石英、長石類の他に鉄酸化物や鉄に富むクロライト、バーミキュライト、雲母類粘土鉱物、カオリン鉱物などの粘土鉱物が確認された。一年休閑させている泥田の泥と現在使用中の泥田の泥の総Fe量はともに多く、鉄酸化物や粘土鉱物中に含まれている。一方、有機成分は、現在使用中の泥田で最も高く、この結果は光学顕微鏡観察および偏性嫌気性細菌培養により、多種多様の微生物が観察された事と一致する。また、偏性嫌気性細菌培養結果は、特に鉄還元細菌と考えられる球菌、桿菌が多いことを示した。泥により黒く染色された絹糸部分からは、Fe, S, Ca, Al, Si, P, K, Mnが検出され、これらの元素は、泥およびチーチ木起源と考えられる。

よって、大島紬を独特の深い黒色に染色する泥田の条件として、泥田の水質が還元状態である事、染色に重要な鉄は二価鉄である事、泥中には鉄還元細菌をはじめとする多種多様の微生物が存在し、鉄を二価に変えている事があげられる。