

42. 琉球列島での赤土汚染の実態と評価

Actual Situation and Estimation of Reddish-Soils Contamination in Ryukyu Islands

山口 晴幸*・斎藤 和伸*

Hareyuki YAMAGUCHI*・Kazunobu SAITO*

ABSTRACT ; In Ryukyu islands, the outflow of reddish-soils from the areas of public utility, developments of farmland and resort, establishments of the U.S armed forces becomes a very important social problem. The contamination problem of reddish-soils has given serious damage to the sea environment, fishing industry, tourist industry and so on.

In this report, the authors propose a new method to estimate the degree of contamination due to the reddish-soils and discuss on the actual situation of contamination in the sandy-seashores and the some beaches at ebb tide in Ryukyu islands.

KEYWORDS ; Reddish-soil, Ryukyu Islands, Contamination, Seashore, Beach at Ebb Tide

1 はじめに

赤土流出による海域汚染は、沖縄本島のみならず沖縄の他の島々でも深刻な環境問題となっており、観光業、漁業、養殖業などに甚大な被害をもたらしている。特に、沖縄本島では大きな社会問題となっており、赤土流出を防止するための様々な方策・対策が実施され、海域への流出を防止・軽減する努力が払われている。しかし主要な赤土流出源となっている農耕地、土地開発地、米軍演習地などでの抜本的な改善対策は進展しておらず、いまだに赤土流出による海域汚染問題は回避された状態にあるとは言い難い。海域への赤土流出状況や堆積状況などを観測して汚染実態の全貌を詳細に把握することは、海域環境の現況を知り、汚染防止対策を確立する上で極めて重要で必要不可欠なことである。

海域への赤土流出による汚染状況を評価する方法として、現在、海域に沈降堆積した底質土に含有されている懸濁物質を評価する簡易測定法（SPSS 測定法）がある。この測定手法は、海底や干潟域に沈降堆積した赤土等の土壤微粒子を測定して評価する手法で、大見謝により開発されている。その後、水産業改良普及所により改良され、赤土汚染の標準的な評価手法となっている。

本報告ではこの SPSS 測定とは異なる新たな評価方法を提案し、その方法に基づいて、琉球列島における海浜・干潟域への赤土流出に起因する汚染実態とその定量的評価を試みている。

2 赤土の土壌概要

沖縄県は亜熱帯海洋性気候帯に属し、降水量は年間 2000mm を超える。そのため年間を通して本土よりも気温が高く、また雨量が多いことから高温多雨地域である。高温多雨に代表される熱帯雨林地域では、水や炭酸ガス、酸素などの働きで岩石の表層部分の化学成分が変質し、粘土鉱物などが造られる「化学的風化」

* 防衛大学校 建設環境工学科

Department of Civil and Environmental Engineering, National Defense Academy

が活発で、地表から深いところまで風化がおよぶ厚層風化が生じる。沖縄県は高温多雨地域であることから同様に化学的風化が活発であり、熱帯雨林地域ほどではないが厚層風化が生じている。

沖縄本島に堆積分布する主要な土壌は国頭マージ、島尻マージ、ジャーガール、沖積土である。他の島では、伊平屋島、久米島、石垣島、西表島、与那国島などでは国頭マージが、粟国島、宮古島、多良間島、竹富島、黒島、波照間島などでは島尻マージが島の土壌の大半を占めている。マージ（真土）とは赤色系土壌、ジャーガールとは灰色系土壌を指す沖縄県の方言であり、マージはさらに国頭マージと島尻マージに区分される。国頭マージは非石灰岩母材に由来する赤黄色土の酸性風化土壌であり、島尻マージは石灰岩質母材に由来する暗赤色土の風化土壌である。沖縄県では赤土とは、通常、この国頭マージの土壌を指す。国頭マージの土壌が赤色を呈しているのは、土壌中に含有されている赤鉄鉱によるものである。一般には、国頭マージ、島尻マージ、ジャーガール及びジャーガールの母材であるクチャなどの土壌母材を含めて赤土等と呼んでいる。

特に、沖縄本島では中部地域と北部地域では、大半が国頭マージ地域であり、一部に島尻マージと沖積土壌の存在が確認される。これらの土壌の内、国頭マージは母材が多様である。島北部地域の国頭マージは東西に分布する国頭層群（名護層）、中央を南北に分布する国頭層群（嘉陽層）、そして太平洋沿岸に分布する琉球層群（国頭礫層）に由来する。島中部地域での国頭マージは北側と西側に分布する国頭層群（名護層）、中央に分布する国頭層群（嘉陽層）と太平洋側および東シナ海側に点在する国頭礫層に由来する。なお石垣島や西表島などでは八重山層群（砂岩）の風化残積土が国頭マージと呼ばれている。これら母材の堆積年代表によると、本島北部・中部地域に分布する名護層の国頭マージは中生代白亜紀の堆積年代であるが、嘉陽層の国頭マージと南部地域の島尻マージは新生代第三紀の堆積土壌である。また石垣島や西表島での八重山層群の国頭マージは、新生代第三紀中新世の土壌となっている。

3 赤土の汚染現状と防止管理体制

沖縄県での赤土流出は公共事業や土地改良などの大規模開発事業、リゾート開発などの民間事業、農地や米軍演習地からの流出が主な原因である。その割合について比嘉らの報告によると、赤土等の年間流出量において主要な流出原因である赤土流出の割合は、開発事業：52.8%、農地：32.5%、米軍基地：8.6%、民間事業：3.7%という結果になっている。またこれらの地域での年間単位面積当たりの流出量は、開発事業：178.6t/ha 年、農地：2.2t/ha 年、米軍基地：1.1t/ha 年、民間事業：24.4t/ha 年となっている。この結果によると、流出量では開発事業と農地が多く、年間の単位 ha 当たりでは開発事業と民間事業地域からの流出量が多くなっている。

これらの地域では公共土木工事や農業地耕作による裸地の地域が多く存在し、国頭マージの土壌がむき出しになっている地域が多い。国頭マージは団粒性に乏しく、構成土粒子の分散率が高い。しかも緻密に堆積しているため透水性が低く、傾斜地に分布していることが多いので、降雨が表面流去し、極めて浸食され易い土性を有している。また沖縄の降雨はスコール型であり雨滴も比較的大きく、梅雨や台風の季節以外においても時間強度の高い降雨が観測される。そのため裸地化した地域では赤土が浸食・流亡しやすい状態にある。さらに浸食・流亡された土砂には、非常に微細な土粒子が多いため、沈殿や沈降がしにくく、河川や海域での赤土汚染域は拡散・拡大され易くなる。海域への赤土の流出により、①珊瑚礁の成育、②水産業、③観光業、④水源地や生活用水などは深刻な打撃を受け、1991年の被害額の総計は1億4688万円に達している。その中でも水産業関連の被害が最も大きく、年間被害額は1億1850万円(80.7%)に達している。このため沖縄県では開発行為によって発生する赤土等の流出を規制し、河川や海域の汚濁防止を図るために1995年に「赤土等流出防止条例」を施行している。この条例では、事業行為者に対し、事業行為の届出を義務付けると共に、赤土等の流出防止のために必要な措置を講じるように定めている。その措置として条例では、三つの赤土等流出防止対策を義務付けている。それは、①発生源対策（裸地面からの赤土発生の抑制を目的とした植生などの表土保全や仮表土保全）②流出濁水対策（流出濁水による侵食の防止や工事区域外の雨水の混入防止）

③最終処理対策（濁水の一時貯留、沈殿、ろ過等による排出基準値までの濃度低下）の3点である。これらの対策の内、②は③の濁水処理量の軽減化を図る対策であることから、流出防止対策は発生の抑止（①）と流出の防止（②と③）に大別される。

発生の抑止については裸地化した地域への植生、種子吹付け、マルチング等があり、流出の防止には②の小堤、水路、柵と竈および③の沈砂池がある。特に流出防止の施設である②の小堤については、裸地傾斜2度以上で30mごとに一箇所、2度以下で40mごとに1箇所を設置するように規制されている。③の沈砂池では、裸地面積1000m²につき150m³以上の容積を確保することが義務付けられている。また沈砂池の排出基準値は浮遊物質量（SS濃度）が200mg/l以下と管理基準により規定されている。

以上の対策のうち、③の最終処理対策として貯留型沈砂池を設置した地域が本島中部にある（著者らはこの防止施設に携わっている）。この地域では流出する赤土の大部分が米軍の演習場内からもたらされており、発生源対策を行うことが困難であるため、河道域での濁水対策として貯留型沈砂池を設置している。現在、貯留型沈砂池は太平洋側に10地点、東シナ海側に2地点の計12地点に設置されている。この貯留型沈砂池は演習地内から流出した赤土の濁水を一時的に貯留し、排出基準値を満たすまで自然沈降を行った後、その上澄みを排出する施設である。この施設を建設することによる赤土流出の防止効果に関して中部地域の金武町加武川で実施した谷口らの報告では、貯留型沈砂池の赤土除去率は約9割であり、その有効性が立証されている。現状では、貯留型沈砂池は赤土流出の恒久的な防止対策として非常に有効な施設となっている。ちなみに貯留型沈砂池での赤土濁水の排出適否の判断は、現状では、SS濃度を直接測定する方法と、濁度計あるいは透視度計を使用した簡易測定により濁度から間接的にSS濃度を推定する2つの方法で実施されている。著者らは、現在、赤土濁水のSS濃度の測定にデジタルカメラ式画像処理システムを導入し、自動化計測するための装置開発も試みている。

4 提案する赤土汚染の評価方法

本報告では、琉球列島での海域の赤土汚染状況の評価を行うために海浜・干潟域で採取した海浜砂や底質土について蛍光X線回折装置による含有酸化物成分の分析を実施している。ここでは、赤土を構成している主要酸化物成分の含有量に着目した海浜・干潟域における赤土汚染の評価方法を提案している。即ち、赤土とサンゴ・貝殻等間の化学成分組成における大きな相違に着目して、海浜砂や干潟底質土への赤土の混入量を定量化し、汚染度をランク表示する方法である。

赤土の含有酸化物成分は、琉球列島で広く採取した一連の赤土試料の分析から、図1中の下方に示すように、ケイ酸（SiO₂）、酸化アルミニウム（Al₂O₃）、酸化鉄（Fe₂O₃）、酸化カリウム（K₂O）が全質量比の90%以上を占めている。この組成値は分析した赤土の平均値で、国頭マージや島尻マージなどの琉球列島に堆積分

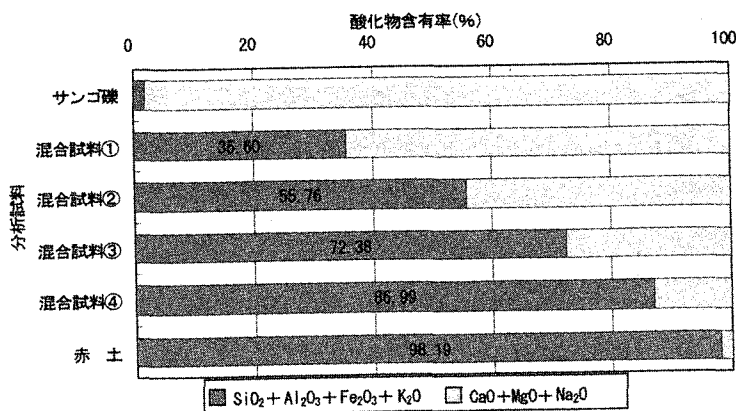


図1 サンゴ礫、赤土、混合試料の酸化物組成

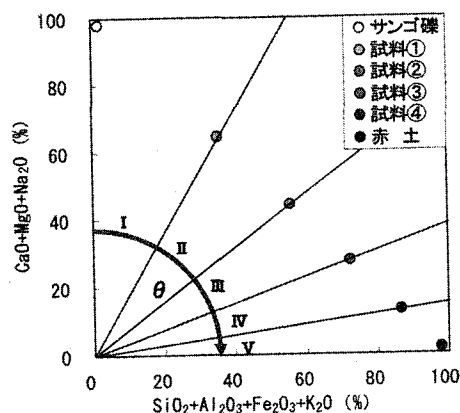


図2 赤土汚染度評価の酸化物組成関係図

布している赤土の典型的な含有酸化物組成となっている。

一方、亜熱帯地域に属する琉球列島の多くの島々では、海浜域はサンゴ礁で囲まれていことから、本来は、堆積分布する海浜砂や底質土はサンゴ片、貝殻、有孔虫(バキュロジプシナ、カルカリナなど)遺骸などの石灰質成分の粒子や破片等を主体として構成されている。そのため、赤土汚染の影響を受けていない海浜砂などは、サンゴ片や貝殻破片などの石灰質成分の酸化物成分を主体に構成されている。図1中の上方には、サンゴ・貝殻片を粉砕して作製したサンゴ礫の酸化物成分を蛍光X線回折試験で求めた分析結果を示している。サンゴ・貝殻片(サンゴ礫)は石灰質成分なので、当然、酸化物成分の大部分は酸化カルシウム(CaO)が占め、全質量比の約92.4%になっていた。赤土の主要酸化物成分であるケイ酸、酸化アルミニウム、酸化鉄、酸化カリウムは微量であり、その総量は2%未満である。逆に、赤土ではCaO、MgO、Na₂Oの含有量は2%未満で微量である。この結果から、当然、海浜砂に赤土が混入し赤土汚染が進行すると、海浜砂にはSiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、K₂Oの赤土を構成する酸化物成分が増加することになる。このような赤土の混入量に伴う酸化物組成の変化を定量化することによって、赤土汚染の度合を評価することが可能となる(写真1)。

そこで、赤土とサンゴ礫の配合百分率(全質量に対する赤土質量の割合(%))を20%ずつ増加し、4段階に調整して作製した混合試料について、酸化物組成の推移を示したのが図1である。ここでは主要酸化物(SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、K₂O、CaO、MgO、Na₂O)に着目し、それ以外の酸化物は極く微量なので除外して100%換算している。赤土の配合割合の増加に伴い(SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、K₂O)成分が増大し、逆に(CaO、MgO、Na₂O)成分が明瞭に減少していくことが分かる。この結果を(CaO+MgO+Na₂O)～(SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+K₂O)関係として図示したのが図2である。赤土とサンゴ礫の結果は、それぞれ横軸と縦軸の両軸付近にプロットされる。赤土とサンゴ礫の混合試料では、配合百分率が増加するにつれて、そのプロットは右肩下がり減少する。図に示すように、各配合百分率で求めたプロットを順次原点と結び、各直線によって挟まれた領域で、赤土の混入量を示す汚染度ランクを表示することにする。汚染度ランクはⅠからⅤまでの5段階に区分し、数字が高くなるに従い汚染度の激しいことを意味している。縦軸からの時計回り方向への回転角度(θ)が増加することによって、分析プロットの汚染度ランクは増加することになる。この関係図は、石灰質成分から構成される海浜砂への赤土の混入度合を定量的に判定できることを意味している。そこで、この酸化物組成関係図を海浜・干潟域での赤土による汚染度を判定する評価図として利用し、琉球列島での海域における赤土汚染の実態把握に活用することにする。

5 琉球列島での赤土汚染の調査域

赤土汚染の評価を実施した地域を図3～8に示している。対象地域は沖縄諸島(沖縄本島、粟国島、伊平屋島、久米島)、宮古諸島(宮古島、多良間島)、八重山諸島(石垣島、黒島、小浜島、竹富島、波照間島、与那国島)の島々での海浜と干潟域である。また赤土の海域への運搬を担う河川からの海域への赤土の流出状況を調べるため、河口～干潟域における調査も実施している。その対象地域は沖縄本島中部太平洋側の宜野座村に位置する古知屋潟原干潟、石垣島の南部宮良地区の宮良湾と西部名蔵地区の名蔵湾である。これらの海浜・干潟域で赤土汚染調査を実施した時期と箇所数を表1に示している。表1に対応する図3～8中の調査地点を示すプロットの数字は、左側が採取年、右側が採取番号を意味している。各島での海浜砂の採取時期は平成6年～平成15年にわたり異なっているが、海浜での砂採取は潮の干満の影響を受ける位置としている。

表1にまとめているように、海浜砂の調査地点は、沖縄諸島6島で118地点、宮古諸島2島で33地点、八重山諸島6島で162地点の総計313地点に及び、ほぼ琉球列島全域にわたっている。さらに以前より赤土流出問題が強く指摘されている沖縄本島と石垣島での3箇所の干潟では、総計57地点で底質土の赤土汚染調査を実施している。特に沖縄本島での105箇所の海浜地点(図3参照)、石垣島での107箇所の海浜地点(図8(a)参照)に示すように、両島ではほとんどの河口域を含め海岸線全域にわたって海浜域での詳細な赤土汚染調査を試みている。

6 海浜域での赤土汚染の実態と評価

ここでは、4 節での提案した赤土汚染度の評価方法を適用して、琉球列島の島々での海浜域における赤土汚染の実態について論述する。

本方法を適用して、琉球列島の島々での 313 地点の海浜砂を分析し、酸化物組成関係図上にプロットして汚染度ランクを調べてみた。その代表的な結果を図 9(a)～(f)に示している。酸化物組成関係図上にプロットすると、各島々や海浜域での赤土汚染の実態や特徴を明瞭に把握できることが分かった。沖縄本島と石垣島を除く他の島々での海浜域では、図 9 に示すように、海浜砂のほとんどは汚染度ランクが I の範疇にあることが分かった。汚染度ランク I は、赤土成分が海浜砂に質量比で 20%未満混入している状況を意味している。しかも、これらの多くの島々での海浜砂は、本来のサンゴ礫の酸化物組成に近いものが多いことから、海浜域はほとんど赤土汚染の影響を受けておらず、サンゴ白砂の砂浜が広がっていることが示唆される。この大きな理由として、これらのほとんどの島々では高い山岳域がなく、標高の低い平坦な地形が形成されている



写真1 堆積分布する赤土の一例

表1 琉球列島で調査した島々と調査箇所数

区分	調査地域	調査実施年月	調査地海浜数(箇所)	区分	調査地域	調査実施年月	調査地海浜数(箇所)	
沖縄諸島	本島	H6	5	八重山諸島	石垣島	H7	7	
		H7	34			H9	6	
		H14	66			H15.3	64	
	粟国島	H11	2			H15.8	30	
		伊平屋島	H11		5	黒島	H7	8
		久米島	H7		10		H15	9
宮古諸島	宮古島	H6	8		小浜島	H9	10	
		H15	22			H15	6	
	多良間島	H11	3		竹富島	H7	6	
		干潟	石垣			本島	慶武原湾	H15
宮良湾	H15				11	波照間島	H9	5
名蔵湾	H15				10	与那国島	H7	7

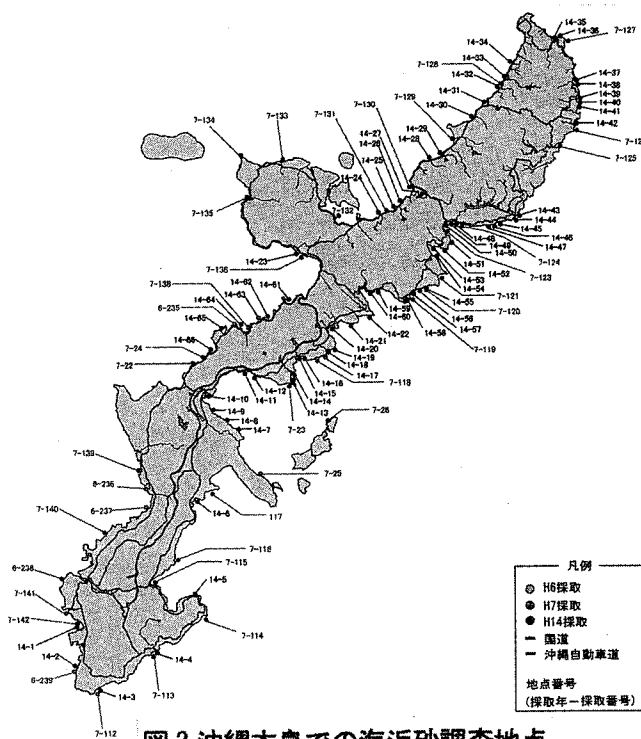


図3 沖縄本島での海浜砂調査地点

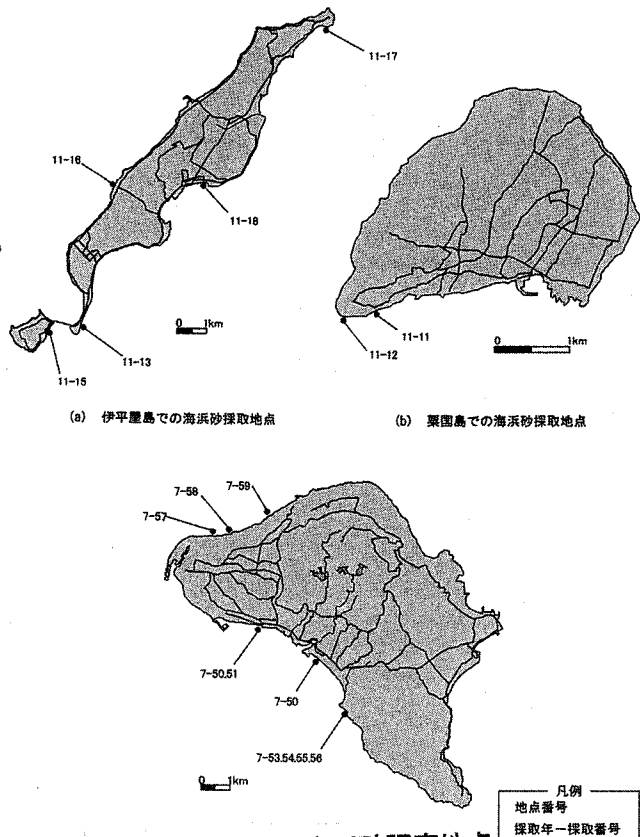
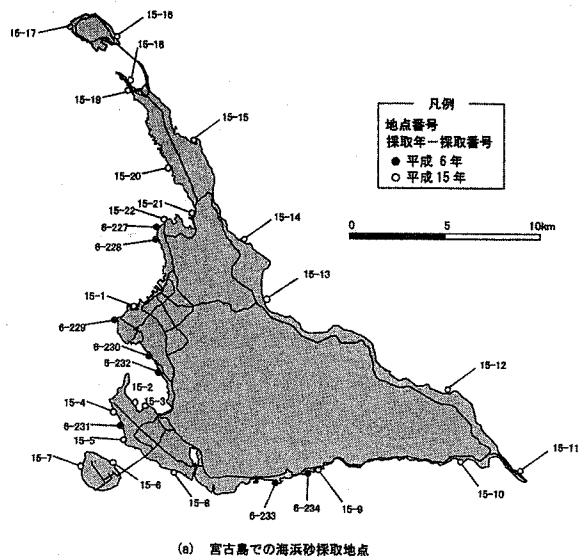
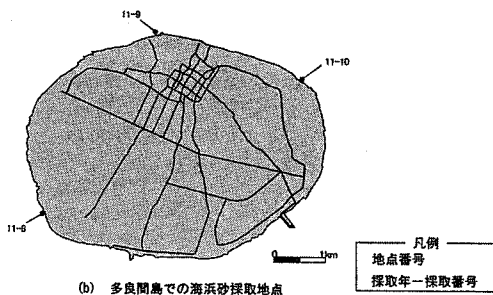


図4 沖縄諸島での海浜砂調査地点

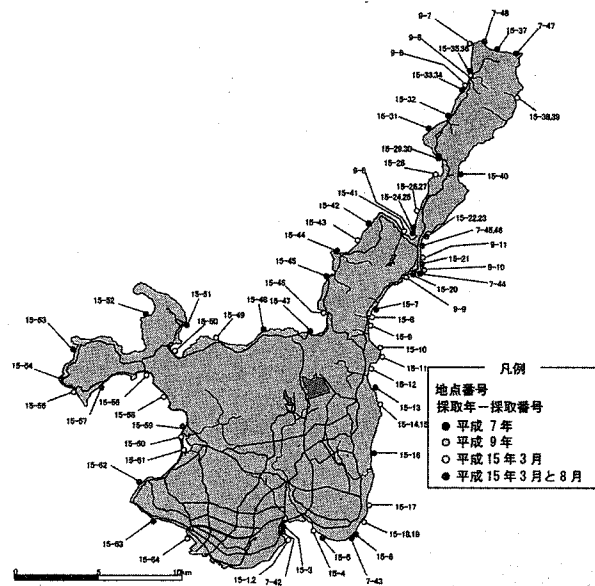


(a) 宮古島での海浜砂採取地点

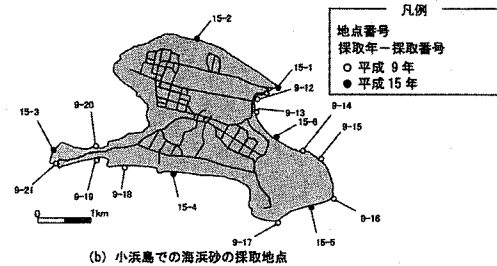


(b) 多良間島での海浜砂採取地点

図5 宮古諸島での海浜砂調査地点

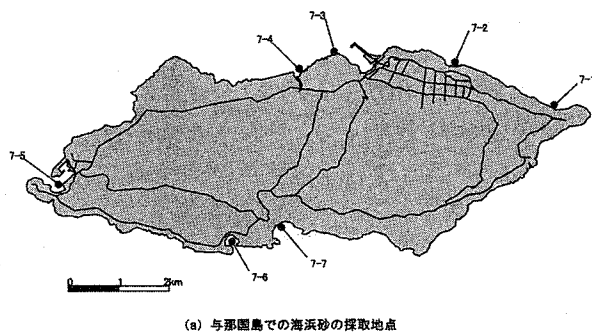


(a) 石垣島での海浜砂の採取地点

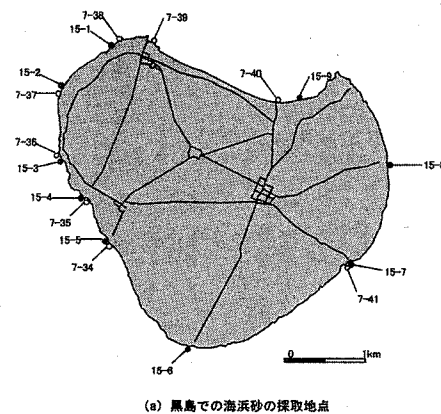


(b) 小浜島での海浜砂の採取地点

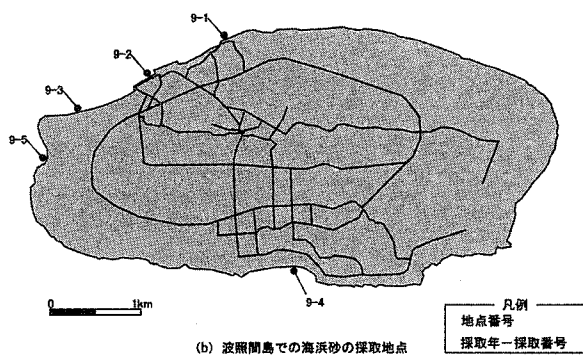
図6 八重山諸島での海浜砂調査地点



(a) 与那国島での海浜砂の採取地点

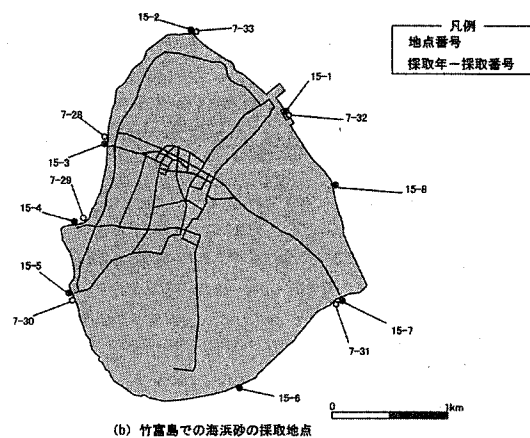


(a) 黒島での海浜砂の採取地点



(b) 波照間島での海浜砂の採取地点

図7 八重山諸島での海浜砂調査地点



(b) 竹富島での海浜砂の採取地点

図8 八重山諸島での海浜砂調査地点

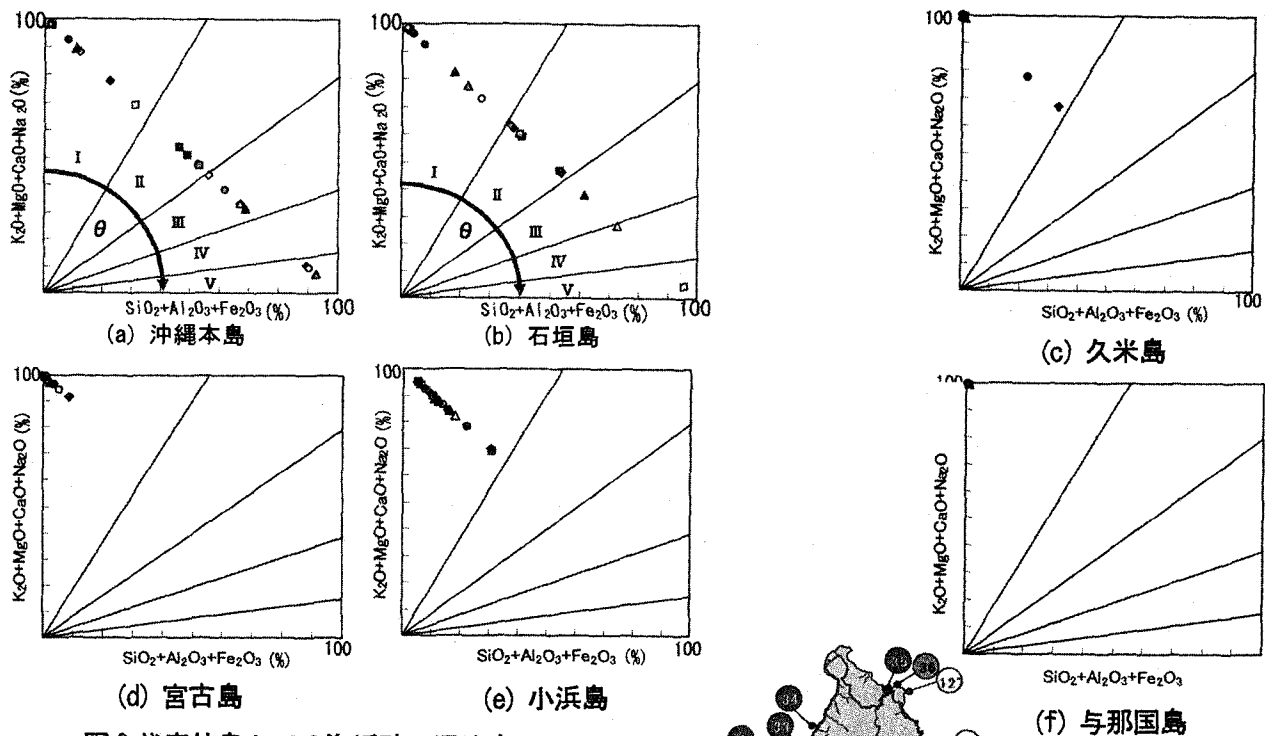


図9 代表的島々での海浜砂の汚染度ランク例

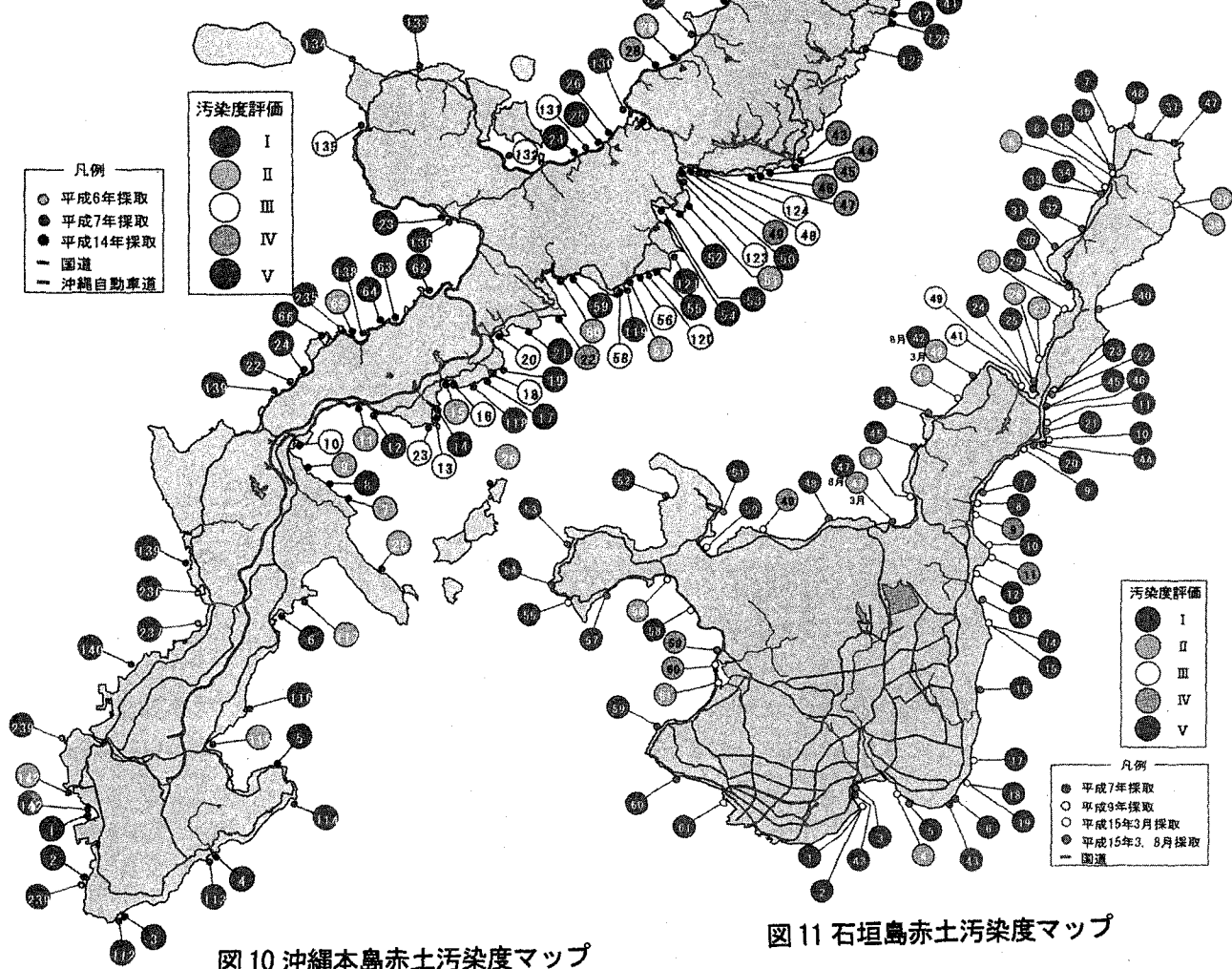


図10 沖縄本島赤土汚染度マップ

図11 石垣島赤土汚染度マップ

場合が多いことによる。しかも島内には海域へ流される河川などの地表流の少ないことが挙げられる。土地利用としては、都会域に見られるような大規模な土地造成地や公共土木工事用地などよりもむしろ農耕地や牧畜用地が主体となっており、赤土汚染が顕在化した場合には、その流出源はこれらの利用地が主流になるものと考えられる。

一方、図 9(a)に示す沖縄本島と図 9(b)に示す石垣島での酸化物組成関係図の代表例を見ると、海浜砂の汚染度ランクがⅠからⅤ範囲にわたって広く分布している。ランクが一上がるごとに赤土成分の混入量は 20% ずつ増加することになるから、これは赤土による汚染度状態の異なる海浜域が広がっていることを意味している。その中には、赤土本来の酸化物成分とほとんど同組成値の酸化物成分を有する海浜砂も多数見られる。そこで、赤土汚染の影響を強く受けている海浜域を視覚的に識別できるように、沖縄本島と石垣島での結果については、図 10 と 11 に汚染度ランクを明示した島マップを作成し、赤土汚染の実態を表示している。

平成 6 年、7 年、14 年と三度にわたり赤土汚染調査を実施している沖縄本島では、104 箇所の海浜域中、半数に近い 45 海浜域で汚染度レベルがⅢ以上にあり、広範囲な海浜域で赤土汚染の生じていることが理解できる。赤土汚染の地域的状況を図 10 でみると、中部以西の東シナ海側と南部地域の海浜域では汚染度レベルはⅠまたはⅡがほとんどであり、赤土流出による汚染の影響はかなり低いといえる。しかしながら中部太平洋側と北部地域では多くの海浜域で汚染度レベルがⅢ～Ⅴを示しており、汚染度レベルⅠ～Ⅱを示す海浜域は一部に見られる程度である。この結果からも、沖縄本島の海浜域は、赤土汚染の影響を強く受けていることが一目瞭然と分かる。この赤土流出の主因としては、中部太平洋側と北部地域に赤土の流出起源となる農耕地、土砂崩落・露頭箇所、土木工事区地などによる裸地化した地域や、短い急峻な河川の河口域が多く点在していることなどが挙げられる(写真 2)。また注目すべき点は、平成 7 年の調査結果より更に汚染度レベルの進んでいる湾岸域などがあることである。これは赤土による海浜域の汚染が今も進行している可能性が高く、早急な赤土発生源の究明と防止対策を実施することが強く要求される。

石垣島での状況を示した図 11 をみると、汚染度レベルがⅢ～Ⅴを示すものは、78 箇所の海浜域の内 8 海浜域である。この結果は、海浜域の赤土汚染域が沖縄本島に比較してかなり少ないといえる。しかし、東シナ海側では汚染度レベルⅡの海浜域が広く分布している。石垣島では、特に農耕地などの裸地の地域が多くみられることから、今後の赤土流出状況により、汚染度レベルが上昇する可能性も考えられる。このため今後も定期的な赤土汚染調査を実施し、赤土汚染のモニタリングを通して、その動向について把握していくことが重要となる。

7 干潟域での赤土汚染の実態と評価

赤土による海域への汚染被害は主として河川によりもたらされる。それは、降雨により裸地化した地域から流出した赤土が河川に流入し、河口から潮流や沿岸流に乗って沖合に運搬されることによる。そのため河口域に発達している干潟域では赤土の堆積量が多くなり、地域によっては、サンゴ片、貝殻、有孔虫の遺骸などで構成される沖縄特有の白砂や礫がほとんど見られず、軟弱なヘドロ化した底質土が厚く堆積している干潟も存在している。

ここでは、干潟域での赤土流出による汚染度状況についてまとめている。対象とした干潟域は、赤土流出が指摘されている沖縄本島中部の慶武原川と松田鍋川の合流河口域に広がる古知屋潟原干潟、石垣島南部を流れる宮良川が注ぐ宮良湾と、西部に位置する名蔵川が注ぐ名蔵湾に広がる 3 つの干潟域である。この調査においても 4 節で提案した海浜砂の汚染度評価方法を適用し、5 段階の汚染度レベルで赤土の汚染状況の評価した。各干潟域では海域での表層部の底質土を採取して試料としている。底質土の採取においては、古知屋潟原では湾内のかかなり広い範囲にわたって実施している。また宮良湾と名蔵湾では、河口から干潟域までの底質土を一定間隔で直線的に採取し、赤土流出状況の下流・河口部から湾先端部への影響範囲を概略的に把握することを目的としている。

(1) 沖縄本島古知屋潟原干潟での赤土汚染

古知屋潟原干潟は、松田鍋川と慶武原川の合流点の河口から半径約 650mの扇状の湾地形をなしている。両河川からは農耕地、土地開発、米軍演習地、レジャー施設建設などから発生した赤土の流出が激しく干潟表面は赤褐色に変色しており、赤土微粒子が干潟の表層底質土に広く堆積しているのが観察できる(写真3)。この干潟域での赤土による汚染度状況を表示したマップを図12に示している。汚染度レベルを見ると、慶武原川と松田鍋川の河口付近を中心として海岸線に沿って、ほとんどの地点では、赤土の酸化物成分に近い汚染度レベルVとなっている。また干潟域の中央沖合に向うに従い汚染度レベルはⅡとⅢを示す地点が確認され、汚染度ランクは多少低下する傾向にある。しかし汚染度レベルは、全体的には非常に高く、古知屋潟原干潟のほぼ全域が流亡して堆積した赤土で覆われているといえる。

(2) 石垣島宮良湾と名蔵湾での赤土汚染

宮良湾と名蔵湾での赤土の汚染度状況を図13と14に示している。宮良川では湾の中央部に向って11地点で採取している。河口付近の①～⑤までの地点では汚染度レベルはVを示し、沖縄本島の古知屋潟原と同様に、赤土の酸化物成分に近い底質土が堆積していることが分かる。これは宮良川の流速が遅くまた河川幅が狭小であることから、赤土が沖合に運搬され海域に拡散しずらく、流出赤土が沈降堆積し易いためと推察

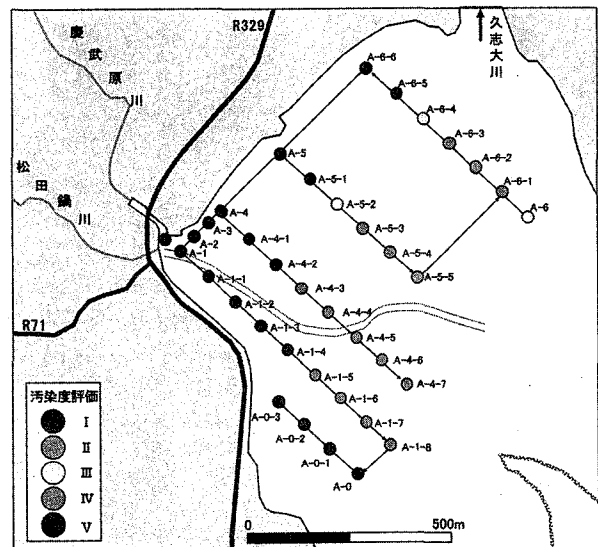


図12 本島古知屋潟原干潟での赤土汚染状況マップ

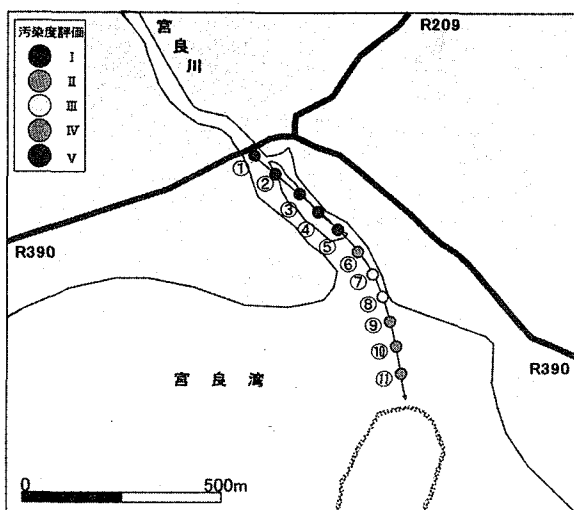


図13 石垣島宮良湾での赤土汚染状況マップ

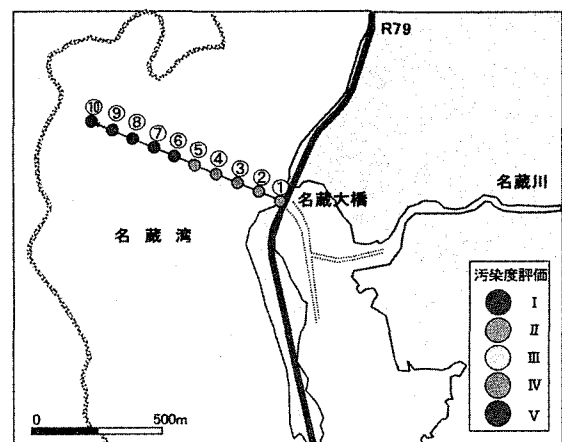


図14 石垣島名蔵湾での赤土汚染状況マップ

される。また⑥から⑩間の湾先端部方向では、汚染度レベルはⅢとⅣを示し、やや低い傾向にあるといえる。

名蔵湾についてみると、名蔵湾に注ぐ名蔵川は、本島の慶武原川などと同様に、以前から赤土流出が問題となっている河川である。しかし、河口から200m程の地点より海域側では汚染度レベルはⅡ以下で、赤土の堆積はあまり見られなかった。この理由としては名蔵川の河口流域付近に名蔵アンパルと呼ばれる広大な湿原が広がっており、河川から湾内に流出する前に大部分の赤土が、この湿原で沈降・堆積していることが考えられる。そのため今後の名蔵湾の調査では、名蔵アンパル内の赤土の堆積評価を試み、どの程度天然の貯留沈砂池の役割を果たしているのかを究明する必要があると考えている。

8 おわりに

沖縄県の島々で発生している深刻な赤土汚染の実態を評価するために、まず海浜・干潟域の赤土流出状況を定量的に推定できる赤土汚染度の評価方法を提案している。沖縄県特有のサンゴ砂の海浜域への赤土の流出状況を、海浜砂や干潟底質土に含有される赤土の主要酸化物成分量で定量化し、海浜・干潟域での赤土の汚染度合にランク付けする方法である。この提案方法を適用することによって、沖縄本島と石垣島の海浜・干潟域での深刻な赤土汚染の実態が把握された。その結果、沖縄本島では、中部東シナ海側から北部および太平洋側中部域に掛けて、汚染度レベルⅣとⅤに評価される海浜域が多数点在していることが分かった。赤土汚染の深刻な海浜域の陸側には、赤土の流出起源となる裸地化した露頭域が散在している場合が多い。

石垣島では、沖縄本島ほど、赤土汚染の深刻な海浜域は少ないが、汚染度レベルⅢまたはⅣを示す海浜砂も多少確認された。石垣島では、農地や牧場からの赤土流出が深刻な問題となっており、防止対策の強化が一層求められる。また本島と石垣島でも代表的な河口干潟域（本島：古知屋潟原、石垣島：宮良湾と名蔵湾）での底質土の分析からは、特に本島の場合には深刻な赤土汚染は海浜域にとどまらずかなり沖合まで進展していることが確認された。このことから汚染度ランクの高い多くの海浜域では、河口からかなり沖合域まで赤土汚染が深刻化していることが推察される。当然、海浜・海域への赤土流出防止の管理強化を推進していくことは不可欠ではあるが、既に海浜や海底に沈降堆積しヘドロ化した赤土の海性生態系に与える影響の究明が今後の重要な課題となる。

参考文献

- 1) 沖縄開発庁篇(1986)：ダム技術者のための沖縄の地質、沖縄開発庁、添付図面。
- 2) 大見謝辰男(1987)：沖縄県の赤土濁度の調査研究(第2報)、沖縄県公害衛生研究所報、第20号、pp.100-112。
- 3) 沖縄県庁篇(1994)：沖縄県法規集—沖縄県赤土等流出防止条例一、沖縄県、条例36号。
- 4) 谷口英二・沖充・久保田良信・平良幸信(1994)：沖縄県における赤土流出汚染問題の現状と対策について、防衛施設技術研究会報、第34号。
- 5) 比嘉榮三郎・大見謝辰男・花城可英・満本裕彰(1995)：沖縄県における年間土砂流出量について、沖縄県環境衛生研究所報、第29号、pp.83-88。
- 6) 沖縄県篇(1995)：沖縄県法規集—沖縄県赤土等流出防止条例施行規則一、沖縄県、規則64号。
- 7) 山口晴幸・谷十三・増永和弘(1999)：沖縄米軍基地における赤土流出防止対策、地盤工学会、第3回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.245-250。
- 8) 伊原浩生・山口晴幸・増永和弘(2001)：デジタル画像を利用した濁度自動測定法の検討、地盤工学会 第4回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.95-100。
- 9) 斎藤和伸・山口晴幸・増永和弘(2003)：沖縄県における赤土の化学的性質と濁水評価方法に関する考察、第二回海環境と生物および沿岸環境修復技術に関するシンポジウム講演論文集、pp.131-136。斎藤和伸・
- 10) 斎藤和伸・山口晴幸・増永和弘(2003)：沖縄県における赤土汚染問題に関する研究、土木学会、第11回地球環境シンポジウム講演論文集、pp.63-72。
- 11) 山口晴幸・斎藤和伸(2004)：沖縄の赤土汚染、地盤工学会、第39回地盤工学研究発表会(新潟)投稿中。