

## 赤土条例施行前後における沖縄沿岸の赤土等堆積状況比較

### Comparison of the Accumulated Soil in Okinawa Coastal Sea before and after the Enforcement of Red Soil Erosion Prevention Ordinance.

大見謝辰男・比嘉榮三郎・仲宗根一哉・満本裕彰

Tatsuo OMIJA, Eisaburo HIGA, Kazuya NAKASONE and Hiroaki MITSUMOTO

**Abstract:** Okinawa Prefecture enforced Red Soil Erosion Prevention Ordinance since October, 1995. In order to assess the effect of this ordinance, we analyzed SPSS (content of Suspended Particles in Sea Sediment) data base. Environmental threat to Okinawa coastal sea by soil sedimentation is somewhat remedied after the ordinance enforcement. But 37.7% of coastal sea are still exposed to threat. The main soil run-off sources are farmlands.

**Key words:** 赤土条例, SPSS, サンゴ礁, 開発事業, 農地

#### はじめに

沖縄県では、1972年の日本復帰後、大型開発工事があいついで進められ、工事現場から流出した赤土等（土壌ばかりでなく泥岩も含む）は沖縄各地海域の環境を悪化させた<sup>1)</sup>。この現象は赤土汚染とよばれ、海域生態系ばかりでなく水産業や観光産業にも悪い影響を及ぼした。赤土汚染問題の解決に向けて、1995年10月に沖縄県赤土等流出防止条例（以下、赤土条例と称す）が施行され、面積1000m<sup>2</sup>以上の開発工事には赤土等流出防止の規制がかかるようになった。しかし、赤土条例は既存農地からの赤土等流出を規制できず、今後の大きな課題になっている。赤土条例効果を評価するため、沖縄各地海域における赤土等堆積の既存のデータベース<sup>2)</sup>に新たな調査を加え、赤土条例施行前後における赤土等堆積状況を比較検討し、今後の問題点を明らかにしたので報告する。

#### 方法

##### 1. SPSS

大見謝<sup>3)</sup>が考案し、1983年からデータが蓄積されているSPSS (content of Suspended Particles in Sea Sediment・底質中懸濁物質含量) を比較材料にした。SPSS測定値は海域における赤土等堆積の指標になり、その概要は以下のとおりである。

海域底質を採取し、4mm目のふるいで小石や貝殻を除去して検体とする。検体の適量（5～100ml）を計量スプーンで量り取り、500mlメスシリンダーに水道水で

流し入れメスアップする。激しく振り混ぜた後、1分間静置し、上澄みを透視度計に注いで透視度を計測する。検体の量と透視度より、SPSS (kg/m<sup>3</sup>) を求める。測定値は対数正規分布する<sup>3)</sup>。SPSS測定値と底質の状況等はよく対応しており、底質の状況に応じて測定値をランク1（定量下限以下）～ランク8（田んぼのように泥で覆われる・図1）に分類している。この報告では、近年の研究の成果より、ランク5をランク5aとランク5bに分けて解析した（表1）。



図1. ランク8の状況  
海底は赤土等で田んぼのように覆われる

2. データベースの構築

既存のSPSSのデータベース<sup>2)</sup>には1983年11月～2000年2月の間に測定された2644件のデータが収められ、CD-ROM化されている。これに、その後収集したデータや新たな調査を加え、3523件のデータを有するデータベースを構築した。

3. データの抽出

データベースのデータを、調査日を基に1983年～1995年を赤土条例施行前、1996年～2002年を施行後と分類した。沖縄島の西海岸では、梅雨直後にSPSSの値が最高値を示し、台風や冬季季節風のシーズンになると波浪で堆積物が再飛散して移動しSPSSの値が低下するという年間サイクルが見られる海域がある<sup>1)</sup>。このような海域における赤土条例施行前後の比較は、季節を一致させる必要がある。このため、3月～一般的な入梅前の5月10日<sup>4)</sup>を春、5月11日～8月を夏、9月～11月を秋、12月～2月を冬とし、データを季節別に分類した。そして同じ地点で同じ季節に赤土条例施行前後に測定されたデータを抽出した。抽出データは、沖縄県内29市町村、309地点、赤土条例施行前844件、施行後789件、計

1633件である。季節別には、春が72地点225件、夏が220地点795件、秋が85地点387件、冬が37地点226件となっている。

4. 抽出データの整理

(1) 条例施行前後別・季節別データ

定点観測調査のように1地点で多数のデータが抽出された場合は、赤土条例施行前後別、季節別にSPSSの平均値と前述のランク別出現割合を求めた(条例施行前後別・季節別データと称す)。この段階で、データがかなり多い地点でも施行前後2種類×季節4種類=8件のデータにまとめられる。

(2) 条例施行前後別データ

条例施行前後別・季節別データに整理した後、複数の季節別データを有する地点は、条例施行前後別に全季節のSPSSの平均値をさらに平均し、ランク出現割合も平均を求めた。この段階で1地点につき施行前後1対のデータに整理され、計309対(地点)の比較計算に用いるデータを得た(条例施行前後別データと称す)。なお、SPSSのデータは対数正規分布するので、平均値は幾何平均で求めた。

表1. SPSSと海域底質状況、サンゴなどとの関係

SPSS・kg/m <sup>3</sup>			底質状況, その他参考事項
下限	ランク	上限	
	1	< 0.4	定量限界以下。きわめてきれい。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
0.4	2	< 1	水中で砂をかき混ぜても懸濁物質の舞い上がりを確認しにくい。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
1	3	< 5	水中で砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。座間味村阿嘉島。
5	4	< 10	見た目ではわからないが、水中で砂をかき混ぜると懸濁物質で海が濁る。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。座間味村阿嘉島。透明度良好。
10	5a	< 30	注意して見ると底質表層に懸濁物質の存在がわかる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系の上限ランク。
30	5b	< 50	底質表層にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。 透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が出始める。
50	6	< 200	一見して赤土等の堆積がわかる。底質攪拌で赤土等が色濃く懸濁。 ランク6以上は、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断。
200	7	< 400	干潟では靴底の模様がくっきり。赤土等の堆積が著しいがまだ砂を確認できる。 樹枝状ミドリイシ類の大きな群体は見られず、塊状サンゴの出現割合増加。
400	8		立つと足がめり込む。見た目は泥そのもので砂を確認できない。 赤土汚染耐性のある塊状サンゴが砂漠のサボテンのように点在。

## 赤土条例施行前後比較計算結果

### 1. 沖縄県全体

条例施行前後別データを用いSPSS平均値とランク別出現割合を求めた。施行前は45.5kg/m<sup>3</sup>であったが、施行後は36.3kg/m<sup>3</sup>で20%減少した(表2)。全309地点のうち、施行後のSPSSが減少したのは172地点で55.7%、増加したのは137地点で44.3%である。

### 2. 地域別

条例施行前後別データを伊平屋・伊是名村、沖縄島北部、沖縄島中南部、久米島、慶良間諸島、宮古諸島、石垣市、竹富町の8地域に分け、SPSS平均値とランク別出現割合を求めた。赤土条例施行後において、SPSS平

表2. 赤土条例施行前後におけるSPSS(kg/m<sup>3</sup>)比較  
条例施行前は1983~1995年, 施行後は1996~2002年

測定海域	条例施行	地点数	のべ数	SPSS	施行後/ 施行前
伊平屋・伊是名村	前	12	12	24.0	1.17
	後		12	28.1	
沖縄島北部	前	157	547	51.3	0.72
	後		527	36.8	
沖縄島中南部	前	26	84	38.4	1.10
	後		128	42.4	
久米島町	前	27	30	52.5	0.66
	後		27	34.9	
慶良間諸島	前	10	13	9.7	0.75
	後		12	7.3	
宮古諸島	前	6	11	23.9	1.05
	後		6	25.2	
石垣市	前	53	129	62.0	0.81
	後		59	50.4	
竹富町	前	18	18	29.3	1.15
	後		18	33.8	
全体	前	309	844	45.5	0.80
	後		789	36.3	

表3. 赤土条例施行前後の季節別SPSS(kg/m<sup>3</sup>)比較  
条例施行前は1983~1995年, 施行後は1996~2002年

季節	条例施行	地点数	のべ数	SPSS	施行後/ 施行前
春: 3月~5月10日	前	72	116	50.8	0.90
	後		109	45.9	
夏: 5月11日~8月	前	220	435	58.3	0.80
	後		360	46.8	
秋: 9月~11月	前	85	192	31.6	0.75
	後		195	23.7	
冬: 12月~2月	前	37	102	23.8	0.65
	後		124	15.4	

均値が最も低いのは慶良間諸島の7.3kg/m<sup>3</sup>、最も高いのは石垣市の50.4kg/m<sup>3</sup>であった(表2)。それぞれの地域において、赤土条例施行前に対する施行後の比を求めたところ、0.66~1.17であった。

### 3. 季節別

条例施行前後別・季節別データより、春夏秋冬の赤土条例施行前後におけるSPSS平均値を求めた。いずれの季節も施行後のほうが低い値を示した(表3)。施行前後とも、平均値は夏が最も高く、秋に減少して冬に最低を示し、春から増加に転じるパターンであった。

## 考 察

### 1. 赤土条例施行後, 大幅な改善が見られた海域

#### (1) 国頭村座津武橋南西1150mの川河口

1987年8月のSPSSは235kg/m<sup>3</sup>で、1984年の目視調査<sup>5)</sup>でも赤土堆積が確認されている。赤土条例施行後の2001年6月のSPSSは10.1kg/m<sup>3</sup>で、施行前を1とすると0.04まで減少している。1984年<sup>5)</sup>、1995年の調査<sup>6)</sup>では、同河川の赤土流出源は農地(主としてパイナップル畑)とされている。2002年8月に流出源の現地踏査をしたところ、流域内の大部分の畑が耕作放棄され、雑草や雑木で覆われていた。畑からの赤土流出が減少した結果、海域の底質が改善されたものと推定される。

#### (2) 本部町崎本部北

1989年8月はSPSSが235kg/m<sup>3</sup>であるが、これは後背地のゴルフ場開発現場からの赤土流出による。2001年7月は5.0kg/m<sup>3</sup>であり、条例施行前を1とすると0.02まで減少している。

#### (3) 名護市屋部川河口周辺

1989年8月と2001年7月に3地点調査したデータを比較した。1989年のSPSS平均は307kg/m<sup>3</sup>であるが、2001年は28.4kg/m<sup>3</sup>で条例施行前後の比率は0.09である。しかし、屋部川は2002年現在でも大雨時には赤土が流出し、河口海域では広範囲に拡散しているのが観察された。

#### (4) 名護市カヌチャ浜

1991年3月と1999年4月に3地点調査したデータを比較した。1991年は後背地のゴルフ場開発現場から赤土が流出し、3地点平均のSPSSは234 kg/m<sup>3</sup>であったが、1999年は19.5kg/m<sup>3</sup>に減少した。条例施行前後の比率は0.08である。

#### (5) 恩納村赤瀬沖縄県定地点調査海域

1988年から2002年までの調査データが蓄積しており、今回の比較は5地点、110件のデータを解析した。5地

点のSPSSの平均は条例施行前が $30.5\text{kg}/\text{m}^3$ 、施行後は $6.3\text{kg}/\text{m}^3$ で、条例施行前後の比率は0.21である。条例施行前の全データは62件あり、ランク8はそのうちの16件(26%)、ランク7は1件(2%)であったが、施行後全89件のうち、ランク8は0件、ランク7は1件(1%)と改善されている。施行前の主な赤土流出源は土地改良事業である。

#### (6) 宜野座村古知屋湯原

1984年から2002年までの10地点126件のデータを解析した。10地点のSPSS平均は条例施行前が $121\text{kg}/\text{m}^3$ 、施行後が $39.6\text{kg}/\text{m}^3$ で、条例施行前後の比率は0.33である。条例施行前の全データは77件あり、ランク8はそのうちの9件(12%)、ランク7は11件(14%)であったが、施行後全57件のうち、ランク8は0件、ランク7は2件(4%)に減少している。1980年代にみられた主な赤土流出源はパイナップル畑などの農地、土地改良事業、米軍戦車道である。1980年代は干潟が赤土で埋まり河口周辺でシオマネキ類を見かける以外は生き物がほとんど見当たらなかった。また、小河川河口近くの岩礁にも赤土が付着して藻類の付着は見られなかった。現在は細かな赤土粒子の堆積物は減少し陸砂が干潟を覆っている。これに伴い、ミナミコメツキガニが大発生しており、岩礁にも藻類が付着するようになった。底質改善の要因は、パイナップル畑の減少、土地改良事業の終了、米軍戦車道の裸地対策による赤土流出の減少が挙げられる。

#### (7) 金武町前田川河口 2

1988年6月のSPSSは $514\text{kg}/\text{m}^3$ であったが、これは土地改良事業からの赤土流出が原因である。2001年8月は $19.9\text{kg}/\text{m}^3$ に改善されている。条例施行前後の比率は0.04である。

#### (8) 久米島町儀間川河口干潟9 - B

1992年7月のSPSSは $242\text{kg}/\text{m}^3$ であったが、主な赤土流出源は土地改良事業、農地保全整備事業とみられる。2001年7月は $6.6\text{kg}/\text{m}^3$ まで回復しており、条例施行前後の比率は0.03である。

2. 赤土条例施行後、大幅に赤土等の堆積が増加した海域

##### (1) 名護市嘉陽東

1991年7月のSPSSは $3.4\text{kg}/\text{m}^3$ であったが、2001年6月には $123\text{kg}/\text{m}^3$ と36.2倍も高くなっている。2002年8月に流域の流出源を踏査したところ、新たな開発現場や農地などは見当たらないが、現在山腹が崩壊していて赤土が流出しやすい場所が3箇所、1ないし2年前に山腹

崩壊したと思われ、雑草で覆われている場所が1箇所あった。

##### (2) 石垣市久宇良南の干潟

条例施行前のSPSS平均値は $6.3\text{kg}/\text{m}^3$ であるが、2001年7月には $210\text{kg}/\text{m}^3$ と33.3倍に増加している。流出源は不明である。

##### (3) 竹富町大富南の干潟

1985年10月のSPSSは $18.4\text{kg}/\text{m}^3$ であったが、2001年11月は $197\text{kg}/\text{m}^3$ と10.7倍に増加している。この間の環境変化としては、東に隣接する後港川流域で土地改良事業が行われ、農地が造成されたことが挙げられるが、その影響については現地踏査が必要である。

#### 3. 赤土条例施行後調査でランク8が出現した海域とその要因

ランク8はSPSSが $400\text{kg}/\text{m}^3$ 以上で、海底は砂を確認できないほどすっかり泥で覆われた状況になる。赤土条例施行後に、ランク8が出現した海域とその要因を考察した。

##### (1) 内湾、内海、港湾などの閉鎖的地形

閉鎖的な内湾や内海は台風や季節風による波浪の影響が小さく、堆積した赤土等が再飛散して移動する自然の浄化作用が極めて小さい<sup>7)</sup>。このため赤土条例施行前に堆積していた赤土等が施行後もそのまま堆積していると考えられる海域は次のとおりである。

##### 1) 大宜味村塩屋湾

湾内4地点で比較した。SPSSの赤土条例施行前の平均値は $710\text{kg}/\text{m}^3$ 、施行後は $692\text{kg}/\text{m}^3$ で、湾内の大部分が泥で覆われている。

##### 2) 本部町満名川河口

渡久地港防波堤内の閉鎖的の海域である。

##### 3) 羽地内海(今帰仁村~名護市)

干潟4地点、海底3地点、計7地点で比較した。干潟はランク6~8、海底はほぼランク8で推移している。赤土条例施行前のSPSS平均値は $321\text{kg}/\text{m}^3$ 、施行後は $307\text{kg}/\text{m}^3$ と横ばい状態である。

##### 4) 久米島町白瀬川河口KN-12

兼城港防波堤内の閉鎖的の海域である。

##### 5) 下地町入江湾クバカ

細い水路で外海とつながっており、極めて閉鎖的である。

##### (2) 海底地形

港湾施設への船舶水路などは、周辺より深く掘削されており、赤土等が堆積しやすく移動しにくい。海図または関係者からの聞き取りで水深が確認でき、赤土条例施

行前後でランク 8 が記録された海域は次のとおりである。

- 1) 名護市湖辺底N7 - 1 (湖辺底漁港)
  - 2) 恩納村新川河口O17 - 1 (恩納漁港)
  - 3) 石川市石川河口沖縄県定点 1 (金武湾港)
- (3) 地質

クチャ(島尻層群泥岩)が隣接している海域では長い年月をかけて泥干潟を形成することがある<sup>8)</sup>。泥干潟にはトカゲハゼなど貴重種が住み、それなりの生態系を形成している。赤土条例施行前後でランク 8 が記録され、泥干潟と考えられるのは次のとおりである。

- 1) 沖縄市泡瀬
  - 2) 佐敷町佐敷
  - 3) 下地町与那覇湾下地中央公民館前
- (4) 主として農地からの流出

- 1) 東村平良川河口沖縄県定点海域

秋のみ、3地点平均の比較であるが、赤土条例施行前のSPSS平均が210kg/m<sup>3</sup>、施行後は126kg/m<sup>3</sup>である。この海域では、1996年～2002年2月の間に5地点でのべ77回SPSSが測定されたが、そのうちランク 8 が28件(36%)、ランク7が12件(16%)出現した。流域では個人で開墾したパイナップル畑の侵食(図2)がみられる。



図2 . パイナップル畑の侵食 1998年9月

- 2) 宜野座村漢那中港川河口沖縄県定点海域

4地点平均の比較で、赤土条例施行前のSPSS平均が60.8kg/m<sup>3</sup>、施行後は82.2kg/m<sup>3</sup>である。この海域では、1996年～2002年2月の間に5地点でのべ76回SPSSが測定されたが、そのうちのランク 8 が3件(4%)、ランク7が6件(8%)出現した。流域では土地改良された畑が広がっている。この流域では農地からの赤土流出防止の目的で砂防施設が6基設置されているが、抜本的な改善には至っていないとみられる。

- 3) 石垣市崎枝湾奥

赤土条例施行前3年間のSPSS平均値は51.8kg/m<sup>3</sup>であるが、2001年7月には511kg/m<sup>3</sup>を示し、9.9倍の増加になった。石垣市の関係者によると、赤土流出要因は農地以外に考えられないとのことである。

- 4) 石垣市崎枝南

赤土条例施行前3年間のSPSS平均値は63.9kg/m<sup>3</sup>であるが、2001年7月には405kg/m<sup>3</sup>を示し、6.3倍の増加になった。石垣市の関係者によると、海岸線で道路工事も行われたが、工事から赤土が大量に流出したことは考えられず、赤土流出主要因は農地ではないかとのことである。

- 5) 石垣市観音堂南 1

赤土条例施行前3年間のSPSS平均値は113kg/m<sup>3</sup>であるが、2001年7月には728kg/m<sup>3</sup>を示し、6.4倍の増加になった。石垣市の関係者によると、新川川やその北方の小河川からの濁水が岸に沿ってここへ達する状況が見られ、主な赤土流出源は農地とのことである。

- 6) 石垣市新川河口 2

赤土条例施行前3年間のSPSS平均値は226kg/m<sup>3</sup>、2001年7月には833kg/m<sup>3</sup>と赤土流出が続いている。石垣市の関係者によると、新川川流域の主な赤土流出源は農地である。

- 7) 石垣市宮良川河口

赤土条例施行前の5件のSPSS平均値は884kg/m<sup>3</sup>、施行後の3件の平均値は302kg/m<sup>3</sup>で、施行後のランク 8 出現率は33%である。坂西<sup>9)</sup>によると、赤土流出源は宮良川流域面積の29%を占める畑地とされる。

- 8) 石垣市宮良湾M - 5

1991年7月のSPSSは88.2kg/m<sup>3</sup>であったが、2001年7月は791kg/m<sup>3</sup>と9倍に上昇している。この地点は水深15mで、大浜方面から外海につながる水路(通称・大浜グチ)にあたる。宮良湾に注ぐいくつかの河川流域の農地からの赤土流出が主要因と思われる。

- (5) 堆積要因が特定できない海域

- 1) 本部町満名川河口M6 - 3

この地点は満名川と大小堀川から赤土が流出してくる。満名川は流域が広いので流出源の特定が困難である。1989年8月のSPSSは747kg/m<sup>3</sup>、2001年7月は413kg/m<sup>3</sup>と著しく赤土が堆積している。この地点は水深10mほどで、周辺は岩礁などで複雑な海底地形になっており、堆積した赤土が移動しにくいことも考えられる。

- 2) 今帰仁村炬港

大井川やジニンサ川河口の3地点で調査した。SPSS

平均値は赤土条例施行前後とも243kg/m<sup>3</sup>である。ランク8の出現割合は施行前が全19件のうち7件で37%、施行後は全9件のうち4件で44%である。大井川は流域が広いので、流出源の特定が困難である。炬港は大井川河口に近づくほど閉鎖的になり、SPSS平均値も高くなる。

3) 名護市源河川河口G - 7

1993年8月のSPSSは750kg/m<sup>3</sup>、2001年8月は943kg/m<sup>3</sup>と著しく赤土が堆積している。この地点は水深23mで、谷間状の海底地形になっており、深みに向かってつながっている。堆積した赤土は、波浪による再懸濁で深みに向かって移動することがわかっており<sup>10)</sup>、この地点も海域に流出した赤土の移動ルートになっている可能性がある。

4) 石垣市名蔵湾N - 4

1991年7月のSPSSは912kg/m<sup>3</sup>、2001年7月は815kg/m<sup>3</sup>と著しく赤土が堆積している。この地点は水深7mで、名蔵川河口のクチにあたり、すり鉢状の窪地になっている。名蔵湾沿岸の干潟はかなり赤土が堆積しており、波浪によって再懸濁した赤土がこの地点に沈降し堆積している可能性がある。

4. 赤土条例効果

(1) ランク8出現要因

今回比較検討を行っている309地点のうちランク8が出現した地点数とその要因を比較した。赤土条例施行前では、55地点でランク8を記録し、赤土等堆積の主な要因としては開発事業からの流出が19地点、地形・地質によるものが17地点、農地からの流出が4地点、特定できずが15地点となっている。施行後では、31地点でランク8を記録し、主な要因としては地形・地質16地点、農地10地点、開発事業0地点、特定できず5地点

となっている。

赤土条例施行前の開発事業は、流出防止対策が皆無か、小さな沈砂池のような流出抑制対策レベルどまりがほとんどで、施行後のような最終濁水対策がとられたのは数えるほどであった。このため、単位面積あたりの赤土等流出量はかなり大きく、大型開発事業の表流水が流れ込む海域はランク8の状態が頻発した。施行後は、工事期間中大量の赤土等を垂れ流し続けるような大型開発事業は姿を消した。また、排水基準を超えたり、越える恐れがある事業については条例に基づいて指導ができるので、開発事業が原因で海域がランク8にまで悪化するような事例は突発的に見られる程度である。

このような視点で判断すると、開発事業からの赤土等流出抑制に関しては、赤土条例は効果を上げている。

(2) 閉鎖的の海域等を除外した赤土条例施行前後比較

前述のように閉鎖的な海域、港湾等の水路は波浪による堆積赤土等の移動が弱く、赤土条例の効果が上がっても底質の改善は期待できない。また、泥干潟も自然的要因で形成されたものと判断される。これらに分類される20測定点を除外し、赤土条例施行前後における沖縄県全体のSPSS平均値(補正值)を求めた。施行前では38.3kg/m<sup>3</sup>、施行後は30.3kg/m<sup>3</sup>であり、施行前の79.1%に減少した。なお、通常のサンゴ礁海域においては、ランク6以上はあきらかに人為的影響が加わったと判断している。ランク6以上の出現率が占める割合は、施行前で42.7%、施行後で37.7%であり、5ポイント減少した。

極端に赤土等が堆積した海域は減少したが、いまだ沿岸の4割弱が赤土汚染にさらされている(表4)。

表4. 赤土条例施行前後のSPSS (kg/m<sup>3</sup>) ランク別出現割合。

閉鎖的の内湾や泥干潟など、自然的要因が強い20地点を除く289地点で解析。

施行前(1983~1995年)

ランク	1	2	3	4	5 a	5 b	6	7	8
出現割合 (%)	0.0	0.9	9.4	10.7	26.3	10.0	23.8	10.4	8.6
積算 (%)	0.0	0.9	10.2	20.9	47.2	57.3	81.0	91.4	100.0

施行後(1996~2002年)

ランク	1	2	3	4	5 a	5 b	6	7	8
出現割合 (%)	0.1	0.4	10.7	11.9	28.4	10.8	25.6	8.0	4.1
積算 (%)	0.1	0.5	11.2	23.1	51.5	62.3	87.9	95.9	100.0

## 今後の課題

### 1. 農地からの赤土等流出防止対策

開発事業からの赤土等流出の減少に伴い、相対的に農地からの流出がクローズアップされてきた。赤土条例では農家の赤土等流出防止努力条項を設けているが、具体的な手法は示していない。農地の赤土等流出防止対策は、営農時の対策と農地構造改善の2面から講じることが必要である。営農時の流出防止対策として、マルチング(敷き草・図3)、カバークロープ(植生被覆)、グリーンベルト(植生帯)、減耕起栽培などの多様な効果検証試験が盛んに行われているが、農家への普及はまだ緒についたばかりである。これは、農業従事者の高齢化や後継者不足に伴う労働力確保の問題、対策にコストがかかるが収益に直接結びつかない、資材・材料の確保が困難などの理由による<sup>11)</sup>。



図3. パイナップル畑のマルチング。資材はさとうきびの葉。マルチングは土壌流出を1/10に抑制することができるので、今後の普及が望まれる。



図4. 構造的に侵食されやすい農地。1980年代までに土地改良事業で造成された農地は、沖縄の集中的な降雨が考慮されておらず、排水溝を溢れた雨水が農地を侵食している。

1980年代までの土地改良事業では、全国一律的な設計で農地が造成された。沖縄の集中的な降雨や流出しやすい土壌などの自然的条件が考慮されておらず、構造的に侵食されやすい(図4)。このため、現在ではこのような農地構造を再改良する公共事業が進められているが、工事中の休耕補償がなされないので農家の同意が得にくいといわれている。

### 2. 陸域とサンゴ礁を繋ぐ研究

今後、農地からの流出防止対策を進めるためには、農家が対策を取り入れやすくする制度の導入やシステムの構築が必要である。その前段階として、「農地からの赤土等の流出量をどの程度まで削減すればサンゴ礁を保全できるか」という論議が不可避である。そのためには、今後、サンゴ礁における赤土等流出に関する環境指針値設定、陸域での流出とサンゴ礁での拡散・堆積予測モデル確立、各種農地対策効果の実証データの蓄積、農地対策のコストとサンゴ礁の経済的価値の比較など、陸域とサンゴ礁を繋ぐ包括的な研究が求められる。

これらの課題を解決するには、従来の生態学や工学などの自然科学系の専門家だけでなく、農業経済学や環境経済学などの社会科学系の専門家を含めた学際的な取り組みが必要である。また、流出防止対策を実践に移すためには行政、地域住民、農家などとの幅広い連携が不可欠である。

## まとめ

1. 赤土条例施行前後の沖縄県全体におけるSPSS平均値は、施行前が45.5kg/m<sup>3</sup>、施行後は36.3kg/m<sup>3</sup>で、施行前の80%に減少した。
2. 県内を8地域に分け、赤土条例施行後のSPSS平均値を求めた。値が最も低いのは慶良間諸島の7.3kg/m<sup>3</sup>、最も高いのは石垣市の50.4kg/m<sup>3</sup>であった。
3. 季節を春夏秋冬に分け、赤土条例施行前後におけるSPSS平均値を求めた。施行前後とも、平均値は夏が最も高く、秋に減少して冬に最低を示し、春から増加に転じるパターンであった。
4. 本調査研究で比較対象とした309地点のうち、ランク8を記録した測定点は赤土条例施行前が55地点、施行後が31地点で、極端な赤土汚染海域は減少している。しかし、いまだ県内沿岸海域の4割弱が明らかに赤土汚染の影響を受けている。
5. 赤土条例効果により開発事業からの赤土等流出は大幅に抑制されているが、農地からの流出が顕在化してきた。

6. 今後は、農家が土壌流出防止対策を取り入れやすくする制度の構築が必要であり、これを促進する調査研究が重要と考えられる。

### 参考文献

- 1) 大見謝辰男・大山峰吉・池間修宏・八重山保健所衛生課・沖縄県水産業改良普及所・石垣市水産課・伊平屋村漁業協同組合・伊是名漁業協同組合・久米島漁業協同組合・恩納村漁業協同組合 (1993) 沖縄県内各地の海域における赤土汚染の現状 (第2報) . 第23回沖縄県衛生監視員研究発表抄録, 沖縄県環境保健部, 50 - 60 .
- 2) 沖縄県環境保全室赤土対策班・沖縄県衛生環境研究所赤土研究室 (2000) 平成11年度環境庁委託業務赤土等の流出に関するデータベースCD - ROM .
- 3) 大見謝辰男 (1987) 沖縄県の赤土汚濁の調査研究 (第2報) 赤土汚濁簡易測定法と県内各地における赤土濃度 . 沖縄県公害衛生研究所報, 20 : 100 - 110 .
- 4) (財) 日本気象協会沖縄支店 (2000) 平成13年沖縄の気象暦, p.29 .
- 5) 大見謝辰男 (1985) 沖縄県の赤土汚濁の調査研究 (第1報) 沖縄本島北部の赤土汚濁の現況 . 沖縄県公害衛生研究所報, 18 : 71 - 86 .
- 6) 満本裕彰・大見謝辰男・比嘉榮三郎・花城可英 (1995) 沖縄島北部における河川河口部の赤土の流入・堆積及び流出源状況 . 沖縄県衛生環境研究所報, 29 : 99 - 110 .
- 7) 大見謝辰男・古堅勝也・普天間朝好 (1994) 台風等の波浪による堆積泥の浄化について . 第28回日本水環境学会年会講演集, 168 - 169 .
- 8) 目崎茂和 (1988) 南島の地形 . 沖縄出版, 43 - 58 .
- 9) 坂西研二・中村乾・ワン アブドゥラ・アフメッド コンダケル (2002) 亜熱帯島嶼における河川流域の水量・水質について (2) . 平成14年度農業土木学会大会講演会講演要旨集, 770 - 771 .
- 10) 沖縄県環境保健部 (1989) 金武湾の赤土堆積調査 . 赤土汚濁モニタリング調査報告, 27 - 33 .
- 11) 大見謝辰男・比嘉榮三郎 (2002) ハード技術を活かすソフト技能 ~ 赤土流出防止対策 ~ . しまたてい, 21 : 22 - 24 .