

# 沖縄島西海岸の都市域に隣接するサンゴ礁の現況とその変遷 — 2009年の調査結果 —

金城孝一

## Coral Condition and Water Quality around Urban Area in Middle West Coast of Okinawa Island — Results in 2009 —

Koichi KINJO

**要旨：**沖縄島西海岸の都市域に隣接するサンゴ礁は埋め立て等により物理的な破壊を受けた地域が多い。その実態を過去からの変遷を含めて把握すべく、現況調査や画像解析を実施し考察した。都市域のサンゴ礁に隣接するサンゴ礁の現況は、局所的であっても、サンゴが高被度状態で保たれている個所が確認でき、概して都市域でのサンゴ礁は予想以上に良好であった。過去の空中写真は当時の状況を把握することができる貴重なデータであり、その結果、画像の判読により、都市域のサンゴ礁や海岸線は戦後からの埋め立て等により改変され今もなお進行していることが確認できた。また、画像解析により海底被覆状況の把握を試み、広域的なモニタリングには有効かつ過去の状況を把握する手法としても有効になることが示唆された。

**Key words：**サンゴ礁、現況、被度、空中写真、沖縄島西海岸

### I はじめに

沖縄県のサンゴ礁は、赤土等流出や富栄養化、化学物質の流出など陸域での人間活動に起因する水質環境の悪化によりサンゴ礁生態系の衰退が懸念されているが、埋め立て等によるサンゴ礁の物理的破壊も無視できない。

沖縄島西海岸の都市域に隣接するサンゴ礁は、埋め立てや護岸工事等により、物理的に消失や破壊された地域が広く存在し、さらに上述した多種の人為的負荷の影響を受け続けている地域と考えられる。その実態を過去からの変遷を含めて把握すべく、現況調査および画像解析を実施し考察した。

### II 方法

#### 1. 対象海域

沖縄島西海岸の都市域に隣接するサンゴ礁、読谷村町一糸満市西崎を調査対象とした。ただし、港湾地域（那覇港）は、大型船の往来があるなど危険性が高くなるため、本調査の対象からは除外した。埋め立て等の海岸改変の状況および流域の土地利用を考慮し、対象地域を4つに区分した（図1）。

##### A. 対照海域

海岸線の改変があまり見られない自然海岸地域。流域は主に農地。

##### B. 改変後海域

埋め立て等により海岸線が改変されている海域。流域は主に都市域。

##### C. 改変中海域

埋め立て等が進行中の海域。流域は主に都市域および米軍基地。

##### D. 改変中—後海域

大規模な埋め立ては行われていないが、所々で小さな工事がおこなわれている。

#### 2. 調査日

2009年9月15日—21日

#### 3. 現況調査

##### (1) 生物調査

礁原—礁斜面及び礁池内の海底被覆状況をスノーケリングにより把握した。調査はマンタ法を基本にスポット

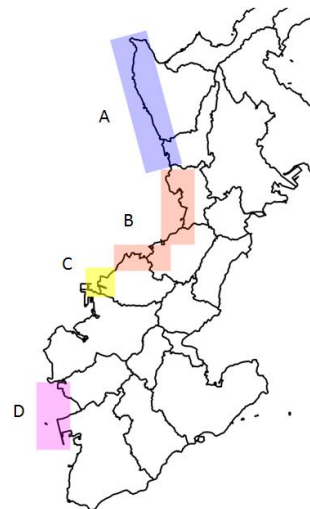


図1. 現況調査実施地域区分

表1. 空中写真・衛星写真一覧

撮影年	カラー情報	備考
1945年 (米軍撮影)	白黒	沖縄県史東土のすがた 添付資料
1977年 (国土地理院)	カラー	国土交通省空中写真 ダウンロードデータ
1993年 (国土地理院)	カラー	
2007年 (QuickBird)	カラー	

チェック法を組み込み、底質状況を把握した。礁斜面の調査地点はリーフレストと平行に5-10mの等深ラインに沿って実施し、礁池内の調査地点はリーフレストの数10m内側(陸側)を1-3mの等深ラインに沿って行った(図2)。

観測項目は、ハビタット毎(造礁サンゴ、ソフトコーラル、海藻・海草)の被度とし、造礁サンゴについては、可能な限り確認できたサンゴの属および形状の記録に努めた。またサンゴ食害生物(オニヒトデ等)やサンゴの病気罹患状況についても可能な限り情報収集に努めた。

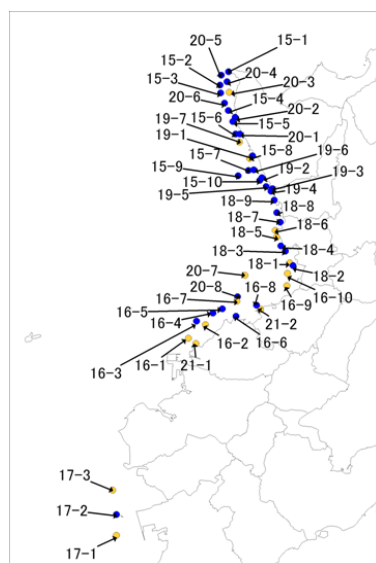


図2. 調査地点

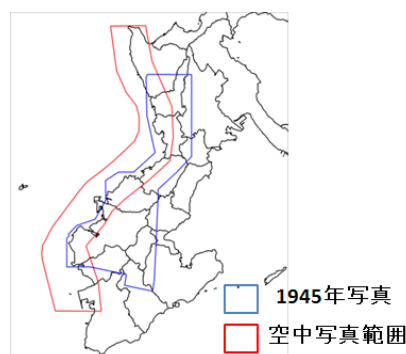


図3. 空中写真収集範囲

(2) 水質調査

生物調査を実施した各調査地点(図2)で採水を行い、栄養塩類として全窒素(TN)、全リン(TP)、硝酸+亜硝酸(DIN)およびリン酸(DIP)を分析し、さらに濁りの指標として濁度を測定した。

4. 画像解析

各年代に撮影された空中写真および衛星画像(表1, 図3)を用い、その画像データを判読することで、海底被覆状況および海岸線の変化を分析した。

III 結果

1. 生物調査

(1) ハビタット毎の被度

都市域のサンゴ礁に隣接するサンゴ礁は、衰退している個所も見受けられるが、局所的であっても、サンゴが高被度状態が保たれている個所が確認でき、概して都市域でのサンゴ礁は予想以上に良好であった。対して、対照海域として設定した読谷村の海域では、予想に反し、良好に保たれている個所が少なかった(表2)。

(2) 白化状況および病気罹患状況

今回の現況調査した箇所では、重大な白化を確認しなかったものの、薄くなりだしたサンゴが多く見られ、今後の動向が危惧される(表3)。

2. 水質調査

今回調査を実施した海域における栄養塩類の範囲は、TNが0.08-0.21 mg/L、TPが0.009-0.016 mg/L、DINが0.009-0.016 mg/L、DIPが0.006-0.013 mg/Lであった(表4)。

3. サンゴ礁の変遷

今回対象にした沖縄島西海岸は、戦後からの埋め立てによるサンゴ礁の改変が空中写真から判読でき、現地踏査から埋め立ては現在も進められている。

戦後の海岸線と1977年の海岸線を見比べると、その改変の大きさがわかる。埋め立ては特に商業的にも沖縄の中心となっている那覇を起点に、その周辺に位置する浦添市、宜野湾市、糸満市の改変が大きい。埋め立て後の埋立地の土地利用は港や商業施設、公共施設が大半を占め、そのあとに住宅地、リゾート地が続く。

写真の収集範囲がほぼ同一で比較がしやすい1977年と比較すると、1993年までの16年間で約5 km<sup>2</sup>、2007年までの30年間で約9 km<sup>2</sup>のサンゴ礁(礁池)の消失が確認できる(図4)。

## IV 考察

### 1. 生物調査

読谷村と嘉手納町の境界を流れる比謝川を境に北と南ではサンゴの白化状況および生物相に有意な差がみられ、北側の方が白化割合は大きい ( $p < 0.05$ ) .

しかし、同時に調査した水質調査結果には有意な差はないため、水質の影響は確認できないが、濁度は北側の方が比較的高い状況であった。調査時の潮流は、比謝川から北側に向かう流れであったため、調査日は比謝川河川水の影響を受けていたと推測される。潮流は、潮汐や風向きにより変化すると考えられるが、白化状況や生物相に比謝川が何らかの関与している可能性がある。

### 2. 水質調査

本調査で得られた結果は、離島を含め沖縄県内 110 海域における調査結果<sup>1)</sup>と比べても、大差はなく、また、都市域および対照地域間に有意な差はみられなかった。都市域といえども、常時、高濃度の栄養塩類が分布していないと推測される。

### 3. 画像解析による海底被覆状況把握の試み

現地踏査によるモニタリングは、正確である一方、時間と労力がかかる。その欠点を補うため、広域的なモニタリング手法として、画像解析による手法の適用を試みた。対象を海底被覆状況の違いが分かりやすく、埋め立ても大きく行われた浦添市西洲付近の礁池とし、1977年

と1993年で画像解析を行った。

この礁池は、埋め立てられる前の1977年の空中写真によると、サンゴ被度は高く良好であったことがうかがえるが(図5)、西洲地区が埋め立てられた後の1993年の空中写真によるとサンゴ被度の低下が著しい(図5)。当時を直接確認することはできないが、埋め立ての影響が少なからずあったものと考えられる。

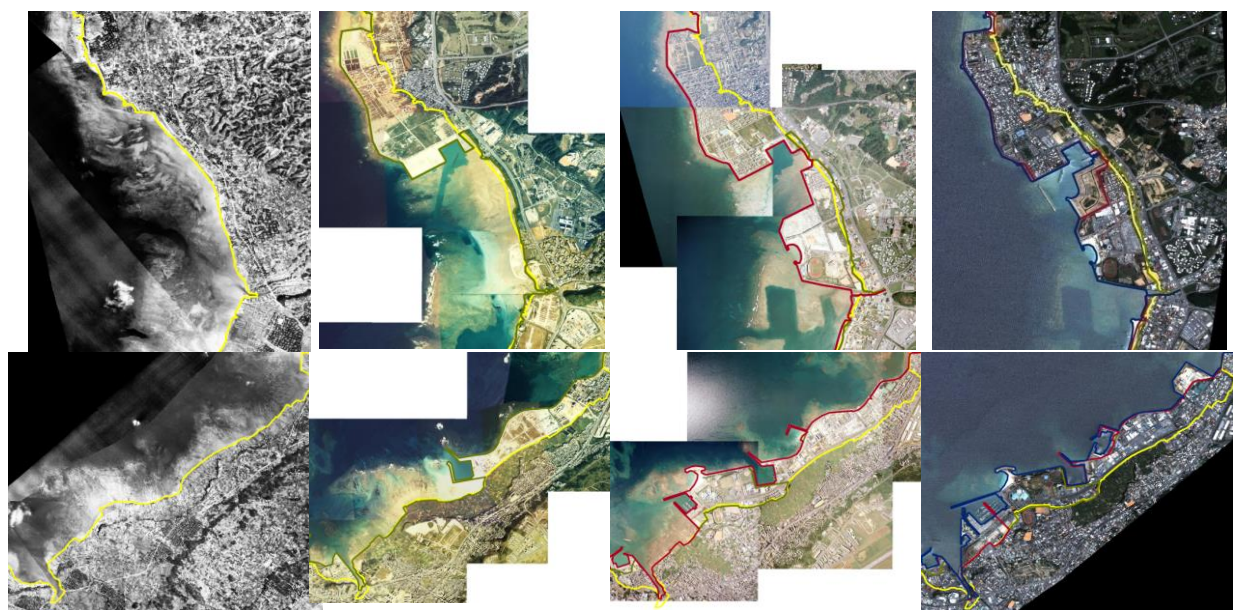
画像解析による海底被覆状況の把握は、広域的なモニタリングには有効かつ過去の状況を把握する手法となることが示唆された。

### <謝辞>

本調査を遂行するにあたり、終始、ご指導およびご助言を賜りました東京工業大学大学院情報理工学研究科灘岡和夫教授に心より感謝の意を表します。また生物調査には石西礁湖サンゴ礁調査 上野光弘氏に、画像解析の手法についてはGIS 沖縄研究室 渡邊康志氏にご支援およびご助言を賜りました。特にここに記して感謝申し上げます。

## V 参考文献

- 1) 金城孝一・仲宗根一哉・灘岡和夫 (2011) 礁池内の栄養塩および濁りの現状とこれらがサンゴの生息状況に及ぼす影響. 日本サンゴ礁学会第14回大会講演要旨集, 33.



1945年

1977年

1993年

2007年

図4. 空中写真から読み取れる埋め立ての状況および海岸線の変遷

表2. ハビタット毎の被度

No	物理環境	生サング被度											生サング被度に占めるサングの種類と形状										
		サンゴ基礎 (%)	生サング被度 (%)	海草・海藻被度 (%)	ソフトコウラル被度 (%)	枝状ミドリイシ属 (%)	卓上ミドリイシ属 (%)	塊状ハマサング (%)	枝状ハマサング (%)	枝状ハマサング (%)	キクメイシ科 (%)	ハナヤサイサング (%)	被覆状コモサング (%)	枝状コモサング (%)	枝状コモサング (%)	その他 (%)							
15-1	磯斜面	90	5	0	5	0	0	0	0	0	5	10	40	10	0	0	5						
15-2	磯斜面	85	3	0	8	0	0	10	0	0	20	10	20	10	0	0	20						
15-3	磯斜面	80	2	0	13	0	0	3	2	2	10	20	20	15	0	0	20						
15-4	磯斜面	80	3	0	30	0	0	20	0	0	20	10	20	10	0	0	20						
15-5	磯斜面	65	2	0	10	0	0	10	0	0	20	20	30	10	0	0	20						
15-6	磯斜面	75	10	0	10	0	0	40	0	0	10	10	30	0	0	0	10						
15-7	礁礁	45	5	55	25	0	0	5	0	0	10	10	5	5	0	0	10						
15-8	磯斜面	85	1	0	2	0	0	5	0	0	10	5	5	0	0	0	10						
15-9	磯斜面	95	5	0	5	2	0	30	0	0	5	40	8	0	0	0	10						
15-10	磯斜面	95	1	0	20	0	0	55	0	0	5	10	5	0	0	0	20						
16-1	磯斜面	95	3	0	3	0	5	5	0	0	15	20	10	0	0	0	30						
16-2	磯斜面	70	30	3	15	0	5	25	30	0	10	5	5	0	0	0	20						
16-3	礁礁	80	15	0	0	5	10	10	0	0	10	25	15	0	0	0	20						
16-4	磯斜面	90	8	0	5	0	0	35	5	5	15	15	5	0	0	0	15						
16-5	磯斜面	80	10	5	5	0	0	40	35	5	5	5	5	0	0	0	5						
16-6	磯斜面	80	3	10	20	0	0	35	30	0	10	5	5	0	0	0	5						
16-7	礁礁	90	25	0	50	5	0	15	0	0	5	10	10	5	0	0	10						
16-8	磯斜面	60	2	5	5	15	0	30	5	5	15	15	0	0	0	0	15						
16-9	磯斜面	40	3	3	5	15	0	40	5	0	10	15	5	0	0	0	10						
16-10	磯斜面	85	3	5	30	0	0	15	0	0	15	5	5	0	0	0	10						
17-1	磯斜面	95	10	0	1	0	0	20	0	0	15	15	0	0	0	0	20						
17-2	磯斜面	85	5	0	2	0	0	35	2	2	13	2	3	0	0	0	20						
17-3	磯斜面	90	3	0	2	0	0	10	25	5	20	25	0	0	0	0	10						
18-1	磯斜面	90	45	5	20	35	0	5	0	0	5	5	5	5	5	5	5						
18-2	礁池	50	2	5	3	0	0	6	2	2	20	2	25	30	20	0	20						
18-3	磯斜面	95	15	0	25	5	0	0	0	0	5	50	0	0	0	0	5						
18-4	磯斜面	80	8	0	40	0	0	5	0	0	10	40	0	0	0	0	10						
18-5	磯斜面	75	10	2	55	10	10	10	0	0	20	0	0	0	0	0	15						
18-6	磯斜面	75	15	2	40	0	0	30	5	0	10	15	5	5	5	5	5						
18-7	礁池	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
18-8	磯斜面	75	5	10	30	5	10	35	0	0	25	10	5	5	0	0	10						
18-9	磯斜面	85	5	5	30	5	20	30	0	0	10	15	5	5	5	10	10						
19-1	礁池	50	2	45	0	5	0	20	0	0	15	5	0	0	25	15	5						
19-2	礁池	65	10	15	2	5	0	20	0	0	15	5	5	0	20	20	15						
19-3	礁池	75	55	2	3	10	5	10	0	0	15	15	15	10	10	20	20						
19-4	磯斜面	70	5	0	15	5	15	25	0	0	10	25	5	5	0	0	15						
19-5	磯斜面	80	3	0	35	0	10	20	0	0	30	10	10	10	0	0	20						
19-6	磯斜面	70	2	5	15	0	10	20	5	5	25	5	5	5	0	0	20						
19-7	磯斜面	85	1	0	25	0	0	30	5	5	15	5	10	10	0	0	15						
20-1	礁池	70	2	10	0	5	0	20	0	0	15	5	5	5	0	0	15						
20-2	礁池	60	20	0	3	10	5	10	0	0	10	5	15	25	10	20	20						
20-3	礁池	90	90	50	0	0	0	2	20	5	10	5	30	0	5	5	5						
20-4	礁池	30	20	20	1	2	3	30	40	0	0	0	5	0	95	1	10						
20-5	磯斜面	85	15	0	2	0	25	5	0	0	5	50	5	5	0	0	10						
20-6	磯斜面	70	2	0	8	0	0	10	0	0	20	5	10	0	0	0	20						
20-7	礁礁	95	70	0	25	25	5	10	0	0	5	5	5	5	0	0	40						
20-8	礁礁	65	25	0	40	0	40	5	5	10	10	10	5	5	5	20	20						
21-1	礁池	65	75	15	5	0	4	2	0	0	2	0	2	0	90	2	2						
21-2	礁池	30	15	5	10	5	15	60	0	0	10	0	0	0	0	0	10						

表3. サンゴの白化状況, 病気罹患状況および食害生物の状況

No	白化状況 (%)		サンゴの病気罹患状況		オニヒトデ個体数	オニヒトデ食害数	レイシガイ食害の有無など
	なし (健全)	薄くなる	白化	死んでいる			
15-1	80	20	0	なし	9	15	なし
15-2	75	25	0	なし	5	10	なし
15-3	30	35	5	なし	6	12	なし
15-4	50	50	0	なし	3	7	なし
15-5	25	70	5	なし	0	1	なし
15-6	60	35	5	なし	2	7	なし
15-7	15	80	5	なし	1	2	なし
15-8	25	75	0	WSコリンポース状ミドリイシ小型群体にかい所, すでに群体死滅 ハマサンゴに白い斑点	2	4	なし
15-9	50	50	0	なし	5	13	なし
15-10	10	90	0	なし	1	1	なし
16-1	60	40	0	<i>Favites abdita</i> (カメノコキクメイシ) にWS様の症状	3	4	なし
16-2	50	45	5	<i>Porites</i> spp. (ハマサンゴ属)にWS様の軟組織溶解, 糸状藍藻繁茂あり,	3	4	なし
16-3	60	35	5	なし	5	8	なし
16-4	65	35	0	なし	2	3	なし
16-5	50	45	5	なし	2	3	なし
16-6	80	20	0	なし	0	0	なし
16-7	85	15	0	WSテーパー状に点在, コリンポースにも,	11	17	あり
16-8	75	25	0	なし	1	2	なし
16-9	80	20	0	コリンポースにWSあり	1	1	なし
16-10	85	15	0	枝状ミドリイシにWS様の病変あり	3	4	なし
17-1	20	70	10	WSテーパー状にあり, コリンポースにも	0	0	なし
17-2	30	65	3	なし	1	5	なし
17-3	10	85	5	塊状ハマサンゴにWhite spot様の白い部分, コリンポースにWS様病状	0	0	なし
18-1	80	15	5	テーパー状ミドリイシにWS様症状あり,	1	4	あり
18-2	80	10	5	なし	0	0	なし
18-3	85	15	0	なし	5	8	なし
18-4	80	15	5	なし	1	2	なし
18-5	75	20	5	<i>Pectinia lactuca</i> (スジウミバラ) に病変, 複数のコリンポース状ミドリイシにWS, <i>Favites abdita</i> (カメノコキクメイシ)にWS様病変,	0	2	あり
18-6	85	10	5	なし	0	0	あり (コリンポース状ミドリイシに数匹)
18-7	0	0	0	なし	0	0	なし
18-8	75	20	5	なし	1	2	なし
18-9	75	20	5	なし	0	1	なし
19-1	90	10	0	なし	0	0	なし
19-2	85	15	0	なし	0	0	なし
19-3	85	15	0	なし	0	0	あり (ウスコモモンに数匹)
19-4	75	20	5	なし	1	1	なし
19-5	60	35	5	なし	0	2	なし
19-6	10	80	10	なし	0	0	なし
19-7	30	70	0	大型塊状ハマサンゴに腫瘍あり,	1	5	なし
20-1	15	75	5	なし	0	0	あり (コリンポースミドリイシに10匹以上)
20-2	85	15	0	なし	1	1	あり (コリンポース状ミドリイシに10数匹)
20-3	85	15	0	<i>Montipora foliosa</i> (ウスコモモンサンゴ) にB.B.D.7群体	1	2	あり (シロレイシガイダマシが点在)
20-4	90	10	0	なし	0	0	なし
20-5	85	15	0	なし	2	4	なし
20-6	65	30	5	なし	5	9	なし
20-7	75	20	5	<i>Echinopora lamellosa</i> (リュウキウキウカサンゴ)にB.B.D.4群体	0	1	なし
20-8	60	35	5	なし	1	3	なし
21-1	80	15	5	塊状ハマサンゴに腫瘍あり, 3群体,	0	0	なし
21-2	25	65	10	塊状ハマサンゴにB.B.D.	0	0	なし

※WS: white Syndrome (ホワイトシンドローム), 造礁サンゴに見られる病気のひとつ, 組織が帯状に白く壊死する  
BBD: black band disease (ブラックバンドディゼイズ), 造礁サンゴに見られる病気のひとつ, 黒い帯となって組織の壊死が広がる。

表4. 調査地点における水質分析結果

No	物理環境	TN (mg/L)	TP (mg/L)	DIN (mg/L)	DIP (mg/L)	濁度 (度)
15-1	礁斜面	0.11	0.009	0.005	0.007	0.558
15-2	礁斜面	0.13	0.009	< 0.005	0.006	1.025
15-3	礁斜面	0.09	0.009	0.010	0.008	0.615
15-4	礁斜面	0.12	0.009	0.022	0.007	1.004
15-5	礁斜面	0.11	0.009	0.007	0.008	0.612
15-6	礁斜面	0.11	0.009	0.009	0.006	0.573
15-7	離礁	0.10	0.009	< 0.005	0.007	0.483
15-8	礁斜面	0.21	0.009	0.085	0.007	1.03
15-9	礁斜面	0.09	0.009	< 0.005	0.008	3.052
15-10	礁斜面	0.10	0.009	< 0.005	0.008	0.699
16-1	礁斜面	0.09	0.009	< 0.005	0.007	0.867
16-2	礁斜面	0.10	0.009	< 0.005	0.007	1.253
16-3	離礁	0.10	0.009	0.007	0.007	0.868
16-4	礁斜面	0.10	0.013	0.012	0.013	0.935
16-5	礁斜面	0.10	0.01	0.006	0.009	0.619
16-6	礁斜面	0.13	0.013	0.022	0.011	1.219
16-7	離礁	0.10	0.009	0.003	0.007	0.908
16-8	礁斜面	0.14	0.011	0.019	0.009	1.064
16-9	礁斜面	0.15	0.012	0.023	0.010	0.574
16-10	礁斜面	0.10	0.01	< 0.005	0.008	0.566
17-1	礁斜面	0.10	0.009	< 0.005	0.007	0.444
17-2	礁斜面	0.09	0.009	< 0.005	0.007	1.732
17-3	礁斜面	0.10	0.009	< 0.005	0.007	0.324
18-1	礁斜面	0.11	0.01	0.008	0.008	0.316
18-2	礁池	0.12	0.012	0.014	0.010	0.685
18-3	礁斜面	0.09	0.01	0.007	0.007	0.219
18-4	礁斜面	0.09	0.009	< 0.005	0.007	0.195
18-5	礁斜面	0.09	0.01	0.006	0.007	0.193
18-6	礁斜面	0.09	0.01	0.005	0.008	0.403
18-7	礁池	0.13	0.011	< 0.005	0.008	0.997
18-8	礁斜面	0.09	0.01	0.005	0.008	0.321
18-9	礁斜面	0.14	0.01	0.005	0.007	0.429
19-1	礁池	0.08	0.01	0.007	0.006	0.283
19-2	礁池	0.09	0.009	< 0.005	0.007	0.342
19-3	礁池	0.13	0.016	0.021	0.013	0.368
19-4	礁斜面	0.12	0.012	0.010	0.010	0.226
19-5	礁斜面	0.09	0.01	< 0.005	0.007	0.098
19-6	礁斜面	0.13	0.009	0.015	0.006	0.319
19-7	礁斜面	0.14	0.009	0.010	0.006	0.267
20-1	礁池	0.08	0.009	0.008	0.007	0.23
20-2	礁池	0.13	0.011	0.039	0.009	1.328
20-3	礁池	0.10	0.009	0.012	0.007	0.418
20-4	礁池	0.08	0.009	< 0.005	0.006	0.351
20-5	礁斜面	0.11	0.009	< 0.005	0.006	0.381
20-6	礁斜面	0.09	0.009	0.010	0.007	0.237
20-7	離礁	0.10	0.01	0.007	0.007	0.167
20-8	離礁	0.12	0.011	0.023	0.008	0.161
21-1	礁池	0.10	0.01	0.015	0.008	0.233
21-2	礁池	0.12	0.011	0.020	0.009	0.303

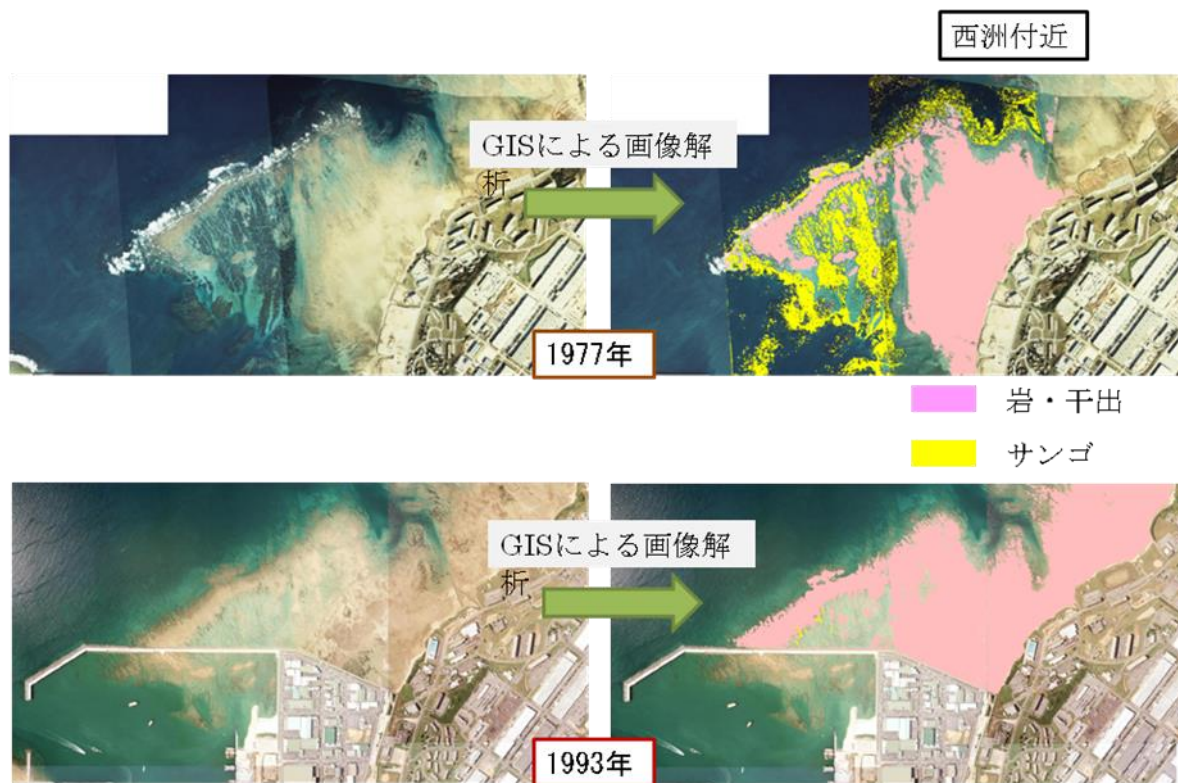


図5. 空中写真と画像解析の結果. 上段は1977年, 下段は1993年をそれぞれ示す.